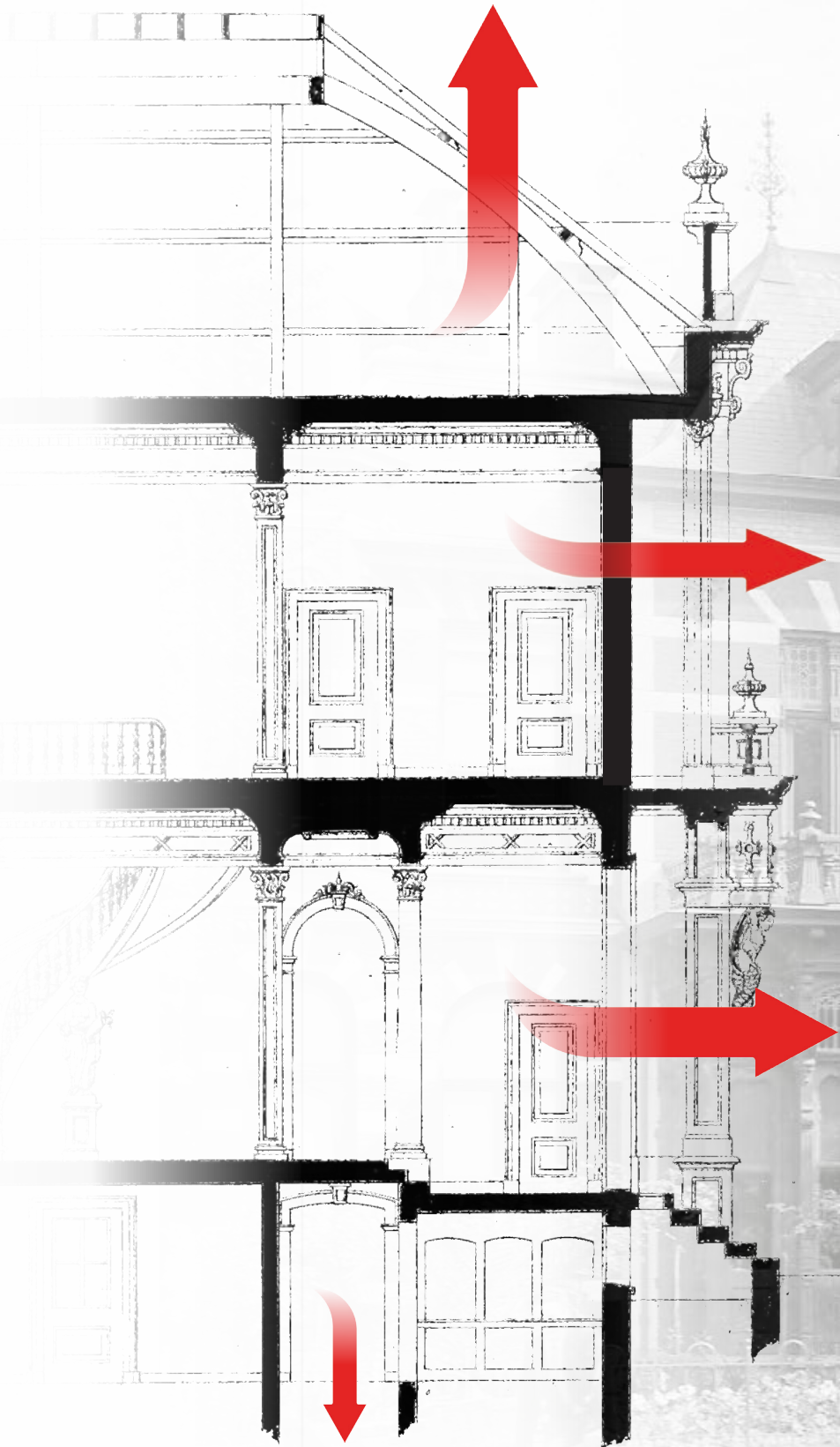


EEN WARMER JAS

VERSIE 1.0

OVER HET MOOI EN GOED VERDUURZAMEN VAN OUDE HUIZEN



gemeente Rheden



GEMEENTE
Arnhem



provincie
Gelderland



architecten
bureau
prent



Voor u ligt het boek 'Een warme jas, over het mooi en goed verduurzamen van oude huizen'. Ik ben blij met dit document vol bouwkundige details, omdat het laat zien dat duurzaamheid en erfgoed goed kunnen samengaan. Dat is nodig, want anders gaat het energiegebruik van monumentale gebouwen steeds meer achterlopen op gewone gebouwen. Dat is niet alleen jammer vanuit duurzaamheid en het comfort, maar ook vanwege de kosten die erfgoedeigenaren dan moeten maken.

Dit boek is een resultaat van het project 'Maatwerk voor Monumenten', een samenwerking van de Provincie Gelderland en de gemeente Rheden. Het project laat zien dat het verduurzamen van monumenten maatwerk is, wat trouwens geldt voor elk bestaand bouwwerk. Om te weten welke verduurzamingsmogelijkheden er zijn, is begrip van de bouwmethodiek van vroeger essentieel. Dat betekent dat er, ondanks onderlinge verschillen tussen gebouwen, in het algemeen veel te zeggen valt over de gewenste verduurzamingsaanpak. In het verleden zijn steeds vergelijkbare bouwkundige constructies en detailleringen toegepast, maar dan wel in allerlei combinaties. Op basis van dit inzicht geeft het boek tips, trucs en duidelijkheid over wat wel of niet kan. En kansen voor vereenvoudiging van procedures.

Dit detailboek kan daarmee helpen bij de advisering over de verduurzaming van monumenten. De gemeente Rheden gaat daarmee aan de slag in Ellecom, bij één van de provinciale pilots waar geëxperimenteerd wordt met het versnellen van de verduurzaming door een gebiedsgerichte benadering. Niet meer telkens voor een enkel monument het advies opbouwen, maar gebruik maken van historisch-bouwkundige overeenkomsten om sneller en makkelijker te adviseren voor meerdere monumenten in een bepaald gebied. Arnhem en Ede gaan er ook mee aan de slag. Deze gemeenten hebben, evenals de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed geholpen bij de totstandkoming van het boek. De ervaringen die we daar opdoen, kunnen we gebruiken bij een vervolg, niet alleen in deze drie gemeenten, maar ook elders in Gelderland en daarbuiten.

Ik heb grote waardering voor de gemeente Rheden, de hoofdauteur van dit detailboek. De financiering was in handen van de gemeente en de Provincie Gelderland. Waardering ook voor het tekenwerk van Architectenbureau Prent.

'Een warme jas' is een inspiratie- en adviesboek voor erfgoedambtenaren en eigenaren van alle oude huizen, monumentaal of niet!

PETER DRENTH

gedeputeerde Erfgoed | provincie Gelderland



Historische gebouwen in Rheden vertellen verhalen over onze samenleving, over vakmanschap en de identiteit van het unieke gebied tussen de Veluwezoom en IJssel. Dit koesteren we in onze gemeente! Wie het verleden niet kent, kent ook de toekomst niet. Ook dragen deze gebouwen bij aan de trots van een dorp of omgeving van inwoners.

We willen historische gebouwen graag bewaren voor de toekomst. Maar moeten ze ook aanpassen aan de moderne tijd, zodat ze bijvoorbeeld energiezuiniger worden. Daardoor blijven we ze gebruiken en voorkomen we leegstand en verval. Om dit te bereiken, is het delen van kennis met eigenaren en professionals belangrijk. Eigenaren moeten weten wat wel en niet mogelijk is.

Gemeenten hebben een belangrijke faciliterende en toetsende rol. In onze gemeente gaan we bijvoorbeeld in gesprek met eigenaren van historische panden, delen we kennis en vereenvoudigen we waar mogelijk de vergunningverlening. We merken dat het heel belangrijk is dat eigenaren en professionals de oude bouwtechnieken begrijpen. Ze moeten het vakwerk in de historische panden goed kennen om panden op de juiste manier aan te passen. Best een uitdaging!

Daarom ontstond het idee een detailboek over het verduurzamen van historische woningen samen te stellen. In dit digitale boek wordt aan de hand van ruim 70 bladen met tekeningen beschreven hoe onder andere vloeren, daken en gevels op een goede manier geïsoleerd kunnen worden. Het boek is vooral bedoeld als inspiratie om monumenteigenaren, aannemers en restaurateurs op weg te helpen met de mogelijkheden. Het zijn geen voorgeschreven oplossingen. Het boek gaat ons als gemeenten ook helpen om onze taak als vergunningverlener eenvoudiger te maken.

Ik ben dan ook erg trots dat we dit boek kunnen presenteren. Ik wil de schrijvers van het boek en Architectenbureau Prent bedanken voor het delen van hun kennis, op een heel begrijpelijke manier. Daarnaast waren de gemeenten Arnhem en Ede, provincie Gelderland en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed onmisbaar bij het maken van dit boek.

Ik wens u veel inspiratie toe en wil u op voorhand hartelijk bedanken voor uw inzet om het prachtige erfgoed in ons land te behouden.

PAUL HOFMAN

wethouder Erfgoed en Klimaat | gemeente Rheden

► **Afbeelding 1** Hoewel ieder oud huis anders is, zijn er ook veel overeenkomsten. Bijvoorbeeld het feit dat regulier isolatieglas meestal niet past. Een voorbeeld is dit voormalige postkantoor met metalen roeden in de ramen en plaklood op het glas. Gelukkig zijn er goede oplossingen beschikbaar in de vorm van dun isolatieglas of achterzetramen, die qua prestatie niet onderdoen voor 'gewoon' dubbelglas.



18

76

7

5

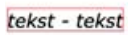
INHOUDSOPGAVE

	Voorwoord	3				
	Inleiding	9				
	DEEL A					
1.	Het bepalen van een strategie voor de verduurzaming	11				
	Inleiding	11				
2.	Analyse	11				
	2.1 Analyse gebouwtype	11				
	2.2 Analyse historische waardenstelling	14				
	2.2.1 Bouwhistorisch onderzoek kansen en kaders	14				
	2.2.2 Waardevol bij de vergunningprocedure	14				
	2.3 Analyse technische conditie, onderhoudsbehoefte en al uitgevoerde maatregelen	16				
	2.3.1 Bouwkundige gebreken	16				
	2.3.2 Warmtelekken	16				
	2.3.3 Combineren met restauratie en onderhoud	16				
	2.3.4 Presterende maatregelen	16				
	2.3.5 Onafhankelijke deskundigheid	16				
	2.4 Analyse gebruik en energieverbruik	18				
	2.4.1 De invloed van gebruik op verbruik	18				
	2.4.2 Bewustwording en onzekere terugverdientijden	18				
	2.4.3 Quick-wins en knelpunten	18				
	2.4.4 Toekomstig gebruik volgt het gebouw	18				
	2.4.5 Gebruikerswensen binnen het isolatie- en installatieconcept	18				
	2.5 Analyse natuurwaarden	19				
	2.5.1 Historische huizen als leefmilieu voor dieren en planten	19				
	2.5.2 Natuurwetgeving	19				
3.	Planvorming	21				
	3.1 Planvorming een totaalplan	21				
	3.1.1 'Think big, start small'	21				
	3.1.2 Onvermoede consequenties	21				
	3.1.3 Samenhangende maatregelen en prestaties	21				
	3.1.4 Belemmering van verdere verduurzaming	21				
	3.1.5 Koppelen van verduurzamingsstappen aan de onderhoudscyclus	21				
	3.1.6 Trias Ecologica	21				
	3.2 Planvorming quick-wins	22				
	3.2.1 Meten stroomverbruik, apparaten vervangen of uitschakelen	22				
	3.2.2 Radiatoren: thermostaatknoppen, folie, omtimmering en ventilatoren	22				
	3.2.3 Leidingisolatie	22				
	3.2.4 Centrale verwarming: waterzijdig inregelen en temperatuur verlagen	23				
	3.2.5 Pompschakelaar vloerverwarming	23				
	3.2.6 Tochtmaatregelen	23				
	3.2.7 Zuinig omgaan met water (en energie)	23				
	3.3 Planvorming denken vanuit het gebouw en het historische gebruik	25				
	3.3.1 Compartimentering of zonering	25				
	3.3.2 Massa en warmteaccumulatie	25				
	3.3.3 Behoud en besparing door aangepaste comforteisen	28				
	3.4 Planvorming keuze van het isolatiemateriaal	29				
	3.4.1 Bewust kiezen	29				
	3.4.2 Isolatiesystemen	29				
	3.4.3 Regenbelasting en gebruik	29				
	3.4.4 Isolatiematerialen	31				
	3.4.5 Aandachtspunten	31				
	3.4.6 Dikte van de isolatie	31				
	3.5 Planvorming keuze van de verwarmingsinstallatie	32				
	3.5.1 Warmtetransitie	32				
	3.5.2 Warmteafgifte	32				
	3.5.3 Warmtepompen	34				
	3.5.4 Continue (basis)temperatuur of zoneregeling	34				
	3.6 Planvorming keuze van het ventilatieprincipe	35				
	3.6.1 De noodzaak van ventilatie	35				
	3.6.2 Ventilatiesystemen	35				
	3.6.3 Warmteterugwinning (WTW)	35				
	3.6.4 Decentraal of centraal	36				
	3.6.5 Mogelijke inpassingen	36				
	3.7 Planvorming zonne-energie benutten	39				
	3.7.1 Duurzame bron	39				
	3.7.2 Zonnepanelen	39				
	3.7.3 Zonneboiler/-collector	39				
	3.7.4 Beeldkwaliteit	39				
	3.8 Planvorming afronding	39				
	3.8.1 Integraal plan met fasering	39				
	3.8.2 Monument: overleg met de gemeente	39				
	3.8.3 Voorbeeld: verduurzamingsstrategie vijf woningtypen	39				
4.	Uitvoering	42				
	4.1 Uitvoering het belang van een zorgvuldige uitvoering	42				
	4.1.1 Buitenschil	42				
	4.1.2 Bouwvocht	42				
	4.1.3 Vochtuitwisseling	42				
	4.1.4 Luchtuitwisseling	42				
	4.1.5 Keuze en verwerking van het isolatiemateriaal	43				
	4.1.6 Koudebruggen	43				
	4.2 Uitvoering controle	44				
	4.2.1 Voor het sluiten van de constructies	44				
	4.2.2 Blowerdoortest	44				
5.	Kennisoverdracht	44				
	5.1 Gebruikersvoorlichting bij oplevering	44				
	5.2 Voorlichting bij verkoop	44				

NHOUDSOPGAVE DEEL B | DETAILS

1. Funderingen en begane grondvloeren
2. Gevels
3. Verdiepings- en zoldervloeren
4. Gevelopeningen
5. Daken

RENVOOI

	Aluminium (nieuw)
	Baksteen (bestaand/nieuw)
	Dakbedekking
	Folie/luchtdichting (nieuw)
	Gipsplaat (nieuw)
	Glas (bestaand/nieuw)
	Houtwerk (bestaand/nieuw)
	Infrarood straling
	Isolatie (nieuw)
	Kunststof (nieuw)
	Lijmnaad
	Natuursteen (bestaand/nieuw)
	Stucwerk (bestaand/nieuw)
	Verfsysteem (bestaand/nieuw)
	Beschrijving probleem
	Kijkrichting
	Maatvoering in mm
	Of gelijkwaardig
	Straal afronding = 3mm
	Voorzien van
	Mogelijkheid tot condensatie
	Waterdamptransport
	LET OP: Detail kan niet zomaar toegepast worden, zie de toelichting
	Detail niet zo toepassen!



INLEIDING

NLEIDING

Aanleiding

Uit onderzoek blijkt dat eigenaren het verduurzamen van een historisch pand ingewikkeld vinden, omdat ze niet weten welke verduurzamingsmaatregelen het meest renderen, hoe je schade door isoleren voorkomt en waar je de juiste, onafhankelijke expertise kunt vinden. Dit boek met strategische aanpak (deel A) en bouwkundige tekeningen van verduurzamingsoplossingen (deel B) is vooral bedoeld om eigenaren te ondersteunen.

Gericht op historische woonhuizen

In de afgelopen jaren is veel ervaring opgedaan met energiebesparing in gemeentelijke en rijksmonumenten. Uiteraard valt er nog van alles te onderzoeken, is er voortdurend innovatie en veranderen inzichten soms. Maar inmiddels is er een goed en breed gedragen beeld van verduurzamingsstrategieën, passende oplossingen en gewenste verbeteringen in de huidige uitvoeringspraktijk.

Een goede aanpak bij monumenten is ook goed bruikbaar bij niet-monumenten. De historische bouwmethodiek is namelijk veel bepalender voor de verduurzamingsmogelijkheden dan een eventuele beschermde status. Immers, als mensen zelfs bereid zijn om extra te betalen voor de sfeer van historische kenmerken, dan is het ook bij niet-monumenten aannemelijk dat zij zuinig zullen willen omspringen met een marmervloer in de gang, lambrisering in de woonkamer of raam met gebrandschilderd glas. Bovendien zijn de bouwfysische risico's van een onjuiste verduurzaming – denk bijvoorbeeld aan schimmel, houtrot en vorstschade – even groot.

Het detailboek geeft inzicht in wat goede en minder goede verduurzamingsmaatregelen zijn bij historische woonhuizen en waarom. Omdat oude gebouwen ook vaak een onderkomen bieden aan beschermde flora en fauna, zijn hier en daar ook ecologische aandachtspunten bij verduurzaming benoemd. De getoonde details zijn door de overheid niet bindend voorgeschreven. De tekeningen bevatten zeker niet alle mogelijke oplossingen, maar de details zijn in de meeste gevallen wel bruikbaar. Het is de ambitie dat het boek periodiek bijgewerkt en aangevuld zal worden om actueel te blijven.

Doelgroepen

Om historische gebouwen aantrekkelijk te houden, moeten ze mee in de energietransitie. Verduurzaming is daarmee een onlosmakelijk onderdeel van de monumentenzorg geworden. De uitdaging voor overheden is de procedures en informatievoorziening zo vorm te geven dat verduurzaming gestimuleerd en niet gehinderd wordt. Tegelijkertijd moet ervoor gezorgd worden dat de verduurzaming niet ten koste gaat van waardevol erfgoed. Daarbij is de monumentenambtenaar ook steeds meer een onafhankelijk adviseur die niet aan een bepaalde marktpartij, leverancier of product verbonden is. Met dit detailboek in de hand kan de ambtenaar, het liefst op locatie en aan het begin van de planvorming, direct duidelijkheid geven over mogelijke maatregelen.

In de praktijk blijkt de overgang van de vergunningsfase naar de uitvoering een moment te zijn waarbij door de aannemer allerlei wijzigingen in de verduurzamingsaanpak worden voorgesteld. Eigenaren zijn meestal niet deskundig op het gebied van bouwen en volgen dan vaak degene die het werk uitvoert. Door vooraf de voor hen relevante details en de toelichtingen door te nemen, zijn eigenaren beter in staat een inhoudelijk gesprek met hun aannemer (of architect) te voeren en kunnen ze zelf bewuster keuzes maken.

Uitvoerende partijen krijgen door raadpleging van het boek een goed beeld van de bouwphysica achter de door hen voorgestelde oplossingen en het perspectief van de overheid als het gaat om het verduurzamen van monumenten, beeldbepalende panden en andere historische gebouwen.

Leeswijzer

Het boek bestaat uit twee delen. Het eerste deel (deel A) richt zich op het planproces. Welke stappen zou je kunnen doorlopen om tot een goed plan voor het verduurzamen van een historisch woonhuis te komen? Hoe beïnvloeden de eigenschappen van de woning en het gebruik het plan? Waar moet je op letten bij de uitvoering? Dat zijn allemaal vragen die aan de orde komen.

Het tweede deel (deel B) bevat de bouwkundige detailtekeningen waarin mogelijke oplossingen worden getoond. In een aantal tekeningen is ook weergegeven wat er vaak misgaat. De bestaande situatie is altijd in grijs tinten getekend en de toevoegingen in kleur. Ieder A3-vel met details heeft een toelichting in tekst, waarin zo toegankelijk mogelijk wordt uitgelegd hoe de oplossing kan worden uitgevoerd, waar je op moet letten en wat de (met name bouwfysische) theorie is achter de oplossing en de daarbij behorende aandachtspunten. Vaktermen die mogelijk nog onvoldoende uitgelegd zijn, kunnen worden opgezocht in de begrippenlijst in dit boek. Het renvooi toont waar bepaalde symbolen of arceringen in de tekeningen voor staan. Hopelijk is raadpleging van het renvooi maar spaarzaam nodig; door veel bijschriften te plaatsen, is getracht de tekeningen zo toegankelijk mogelijk te maken.

◀ **Afbeelding II** Schilderachtige villa's aan de Zutphensestraatweg in Dieren, rond 1900.

▶ **Afbeelding III** Er is in de afgelopen jaren veel ervaring opgedaan met het verduurzamen van monumenten, onder andere door de duurzame monumentencoach van de gemeente Rheden, hier op locatie.





OASE

DEEL A | STRATEGIE

A

HET BEPALEN VAN EEN STRATEGIE VOOR DE VERDUURZAMING

1 INLEIDING

Iedere woning is verschillend. Vaak vanaf de bouw al, maar ook qua eventuele isolatiemaatregelen die later al eens zijn genomen en zeker in het gebruik van het huis. Eigenaren verschillen in hun ambities als het op energiebesparing aankomt en in het geld dat ze daarin kunnen investeren. Al die factoren maken dat de verduurzaming van een oud woonhuis maatwerk is. Een seriematige aanpak waardoor het sneller en goedkoper kan is vaak niet realistisch; er wordt als het ware steeds opnieuw een prototype ontwikkeld. Dat is niet erg efficiënt

Tegelijkertijd hebben eigenaren vaak juist hele vergelijkbare vragen. Waar begin je? Welke maatregel rendeert het meest? Wie is er deskundig genoeg om te adviseren? En is dat dan onpartijdig advies of vooral vanuit een commercieel belang? Gaat een bepaalde maatregel op termijn geen schade opleveren? En hoe zorg je ervoor dat je uit al die verschillende technische oplossingen er niet één kiest die uiteindelijk snel achterhaald blijkt, waardoor je weer opnieuw aan de slag moet?

Gelukkig is er in algemene zin best iets te zeggen over hoe je een oud huis verduurzaamt. In ieder geval op hoofdlijnen en ook voor wat betreft de stappen die je zou moeten zetten om tot een goed plan te komen. Dat is het onderwerp van dit deel, dat drie fasen onderscheidt: de analyse, planvorming en uitvoering, naast de nu vaak nog onderbelichte kennisoverdracht op het moment dat het werk gereed is of de woning in andere handen overgaat.

De rest van dit boek (deel B) richt zich letterlijk op oplossingen op detailniveau, die in verschillende combinaties binnen de genoemde hoofdlijnen passen.

2 ANALYSE

Elk verduurzamingsplan zou moeten beginnen met het in kaart brengen van de startsituatie. Wat kenmerkt het gebouw? Hoe is de technische staat? Welke maatregelen zijn al eerder getroffen? Hoe wordt de woning gebruikt? En met welke historische en natuurwaarden heb je te maken? De gegevens die deze analyse oplevert, geven al in belangrijke mate richting aan het uiteindelijke plan.

In de volgende paragrafen wordt uiteengezet waar je tijdens de analysefase op moet letten, en met name welke manier van denken past bij het maken van een verduurzamingsplan dat goed aansluit bij het gebouw en de opgave.

2.1 ANALYSE | GEBOUWTYPE

De eerste stap bij de analyse is het begrijpen van het gebouw. Binnen de historische woningen zijn meerdere gebouwtypen te onderscheiden die niet allemaal op dezelfde manier energie verliezen en ook qua bouwtechniek en gebruikte materialen van elkaar verschillen. Om dat te illustreren, is op de volgende pagina's voor vijf veelvoorkomende woningtypen aangegeven wat de belangrijkste (oorspronkelijke) kenmerken zijn die van belang zijn voor de verduurzamingsopgave (tabel 1 en afbeelding 1).

Uiteraard is dit overzicht van woningtypen niet volledig. Er zijn meer typen gebouwen die zijn gebouwd als woonhuis of die zijn herbestemd tot woning. Maar daar gaat het hier niet om. De genoemde typen worden vooral gebruikt om uit te leggen hoe de eigenschappen van een gebouw van invloed kunnen zijn op de verduurzamingsmogelijkheden en het rendement van bepaalde ingrepen. Ook in deel B van dit boek komen deze woningtypen bij de detailbladen terug om te laten zien waar de getekende bouwdelen zich bevinden.

◀ **Afbeelding IV** De bouwtechniek is sterk bepalend bij de verduurzamingsaanpak. Bij een villa in de stijl van het Nieuwe Bouwen, zoals hier in de gemeente Ede, mogen stalen ramen en doorlopende betonconstructies verwacht worden. Beide vormen een koudebrug die zo mogelijk moet worden opgelost.

▼ **Tabel 1** Toelichting op de verschillende woningtypen uit dit boek

	begane grondvloer	gevels	dak	vensters	luiken	plattegrond	verwarming	bijzonderheden
villa	steenachtige vloer met marmer- of patroontegels op zand of gewelven in de verkeersruimte, een steenachtig kelderdek als keukenvloer, houten vloeren in de kamers	bakstenen en/ of gepleisterde gevels met mooie ornamenten en details, steens metselwerk, dus zonder spouw	houten kap, gedekt met pannen, leien, zink of bitumen (vaak als vervanging van zink)	houten schuiframen met roeden, openslaande deuren	(louvre)luiken aan de buitenzijde, soms schuif- of vouwblinden binnen	samengesteld volume met een gecompartmenteerde platte-grond, royale verkeersruimte en trappenhuis, tocht-pui bij voordeur, hoge ruimtes	meestal decentraal, met meerdere stookplaatsen, soms een centrale kolenge-stookte ketel	vrijstaand, vaak serres of veranda's, vaak waardevol-le interieurs met granito-, tegel- en parketvloeren, geornamenteerde stucplafonds, wandbespanningen, lambriseringen en vensterbanken
hallenhuishoerderij	houten en/of stenen vloer in het voormalige woongedeelte, klinkers, beton of aangestampte aarde/ leem in het voormalige bedrijfs-gedeelte	lage zijgevels, steens gevels, dus zonder spouw, vaak met een gepleisterde plint	dak met wolfseinden, met riet en/of pannen, bij riet zonder goten	houten schuiframen met roeden in het woonhuis, metalen of betonnen stal-raampjes in het bedrijfsge-deelte, grote deel-deuren in de achtergevel	opgeklampte (dichte) luiken bij het woonhuisge-deelte	driebeukige plattegrond met weinig licht in het bedrijfs-gedeelte, gescheiden van het woongedeelte door een stenen brandmuur, hier vaak een opkamer op een kelder	decentraal in het woonhuis (heerd en kachels)	vrijstaand, het grootste gedeelte van de buitenschil bestaat uit dak, in het woongedeelte vaak een mooie kamer met een grote haardpartij en bedsteden
bungalow	systeenvloer met kruipruimte	gevels van baksteen, met spouw	plat dak, lessenaarsdak of flauw hellend zadeldak, meestal voorzien van bitu-mendakbedekking	grote ramen zonder roeden	meestal niet	vrij open plattegrond, meestal één bouwlaag	vaak één open haard en centrale verwarming	vrijstaand of geschakeld, veel buitenschil ten opzichte van het oppervlak, gevoelig voor opwarming in de zomer
grachtenpand	steenachtige vloer in de verkeersruimte, houten vloeren in de kamers, vaak ook een beletage met souterrain i.p.v. een begane grond-vloer	steens voorgevel zonder spouw in bak-en/of natuursteen, met mooie ornamenten en details, smalle muurdammen tussen de vensters	meestal een zadeldak gedekt met pannen	grote en hoge roedenramen, vaak schuiframen	meestal niet	smal en diep, met een gecompartmenteerde plattegrond, royale verkeersruimte en trappenhuis, tocht-pui bij voordeur, hoge ruimtes	decentraal, met meerdere stookplaatsen	vanwege belendende panden weinig energieverlies door de zijgevels, vaak waardevolle interieurs met marmer-en parketvloeren, geornamenteerde stucplafonds, wandbespanningen, lambriseringen en vensterbanken, hoge vensters en veel glasoppervlak t.b.v. een diepe lichtinval
rijtjeshuis interbel-lum	steenachtige vloer in de verkeersruimte en keuken, houten vloeren in de kamers	gevels van baksteen, met een kleine spouw, dikwijls met bloembakken, trasraam bij het maaiveld	zadeldak met pannen, flinke dakoverstekken, gedeelde goot met de buurpanden	erkers, glas-in-lood bovenlichten, roedenverdeling, openslaande deuren in de achtergevel	meestal niet	gecompartmenteerde plattegrond, tocht-pui bij de voordeur	decentraal, met hoekschouwen bij de kamer-en-suite	onderdeel van een rij dus weinig energieverlies door de zijgevels, balkons op erkers en aan de achterzijde, vaak al kamer-en-suite verwijderd en doorbraak gemaakt naar de keuken



villa



hallenhuysboerderij



bungalow



grachtenpand



rijtjeshuis interbellum

▲ **Afbeelding 1** De manier waarop historische woningen energie verliezen, verschilt per type. Een boerderij heeft veel dakoppervlak waardoor warmte verloren wordt, terwijl bij een villa het warmteverlies veel gelijkmatiger verdeeld is over de gebouwschil.

2.2 ANALYSE | HISTORISCHE WAARDENSTELLING

Het bepalen van de historisch waarden gaat vooraf aan de planvorming en geeft inzicht in wat belangrijk is om te behouden bij het verduurzamen. De meeste eigenaren van een historisch huis hebben hun woning heel bewust gekocht vanwege het bijzondere karakter. Bij het nemen van isolatiemaatregelen of het aanbrengen van installatiewerk dient dat karakter natuurlijk behouden te blijven. Bij monumenten zal het behoud van karakteristieke onderdelen normaal gesproken zelfs een eis zijn vanuit de overheid.

2.2.1 Bouwhistorisch onderzoek | kansen en kaders

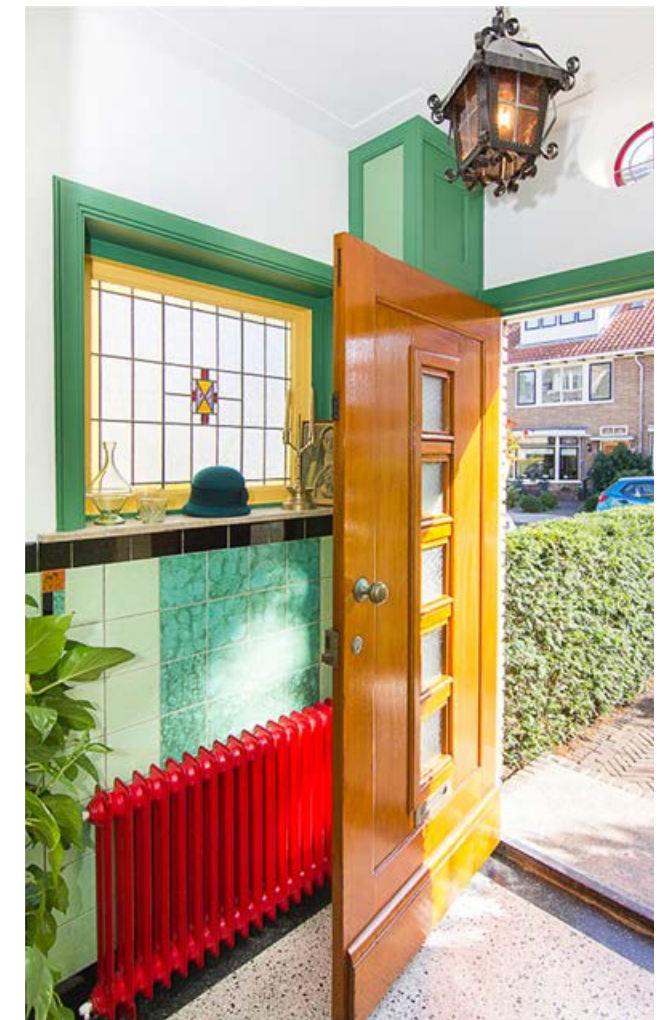
Om de historische waarden van de constructie en de binnenafwerking van een huis beter in beeld te krijgen, kan een bouwhistorisch onderzoek behulpzaam zijn.¹ Soms is direct te zien welke waarden op gespannen voet staan met verduurzamingsmaatregelen, zoals bij de foto's van een vestibule in een jaren '30 huis hieronder, maar meestal is het minder duidelijk. Voor een leek is soms lastig te bepalen of sjabloonschilderingen op een muur bijzonder zijn, wat de waarde is van een raam in de gevel, of een doorgezakt dak aan onderhoud toe is of 'gewoon' onder invloed van een eeuwenlange belasting vervormd is zonder dat dat direct een risico vormt, en of een houten lambrisering een doe-het-zelf product is of een onderdeel van een historisch interieurenssemble. In dat geval biedt een bouwhistorisch onderzoek houvast.

De resultaten van een bouwhistorisch onderzoek worden schriftelijk vastgelegd. Zo'n rapport is vaak leuk om te lezen en een goede manier om de eigen woning beter te leren kennen. Maar het onderzoek geeft ook vooral richting aan de verduurzaming doordat duidelijk wordt waar de mogelijkheden zitten om het gebouw aan te passen. Soms zijn historische bouwelementen ook (opnieuw) in te zetten om energieverlies tegen te gaan: luiken of vouwblinden bijvoorbeeld, of een historische tochtpui in de gang.

Het bouwhistorische rapport bevat normaal gesproken een analyse van het gebouw in zijn omgeving, een beschrijving van de gebruiksgeschiedenis en een weergave van hoe de woning zich ontwikkeld heeft en uit welke tijd onderdelen dateren. Niet alles is even waardevol. Wat er van belang is en in welke mate is vastgelegd in een waardestelling, die normaal gesproken ook is vertaald in tekeningen, zoals op de pagina hiernaast. De tekeningen bieden snel inzicht in de waarden die van belang zijn in relatie tot de verduurzaming.

2.2.2 Waardevol bij de vergunningsprocedure

Bij beschermde monumenten is een bouwhistorische waardestelling een waardevol middel om in de dialoog met de gemeente (als vergunningverlenende instantie) en haar wettelijke adviseurs snel tot de kern te komen als het gaat om de gewenste balans tussen ingrepen vanwege comfortverhoging en energiezuinigheid, en de mogelijkheden die het monument biedt.

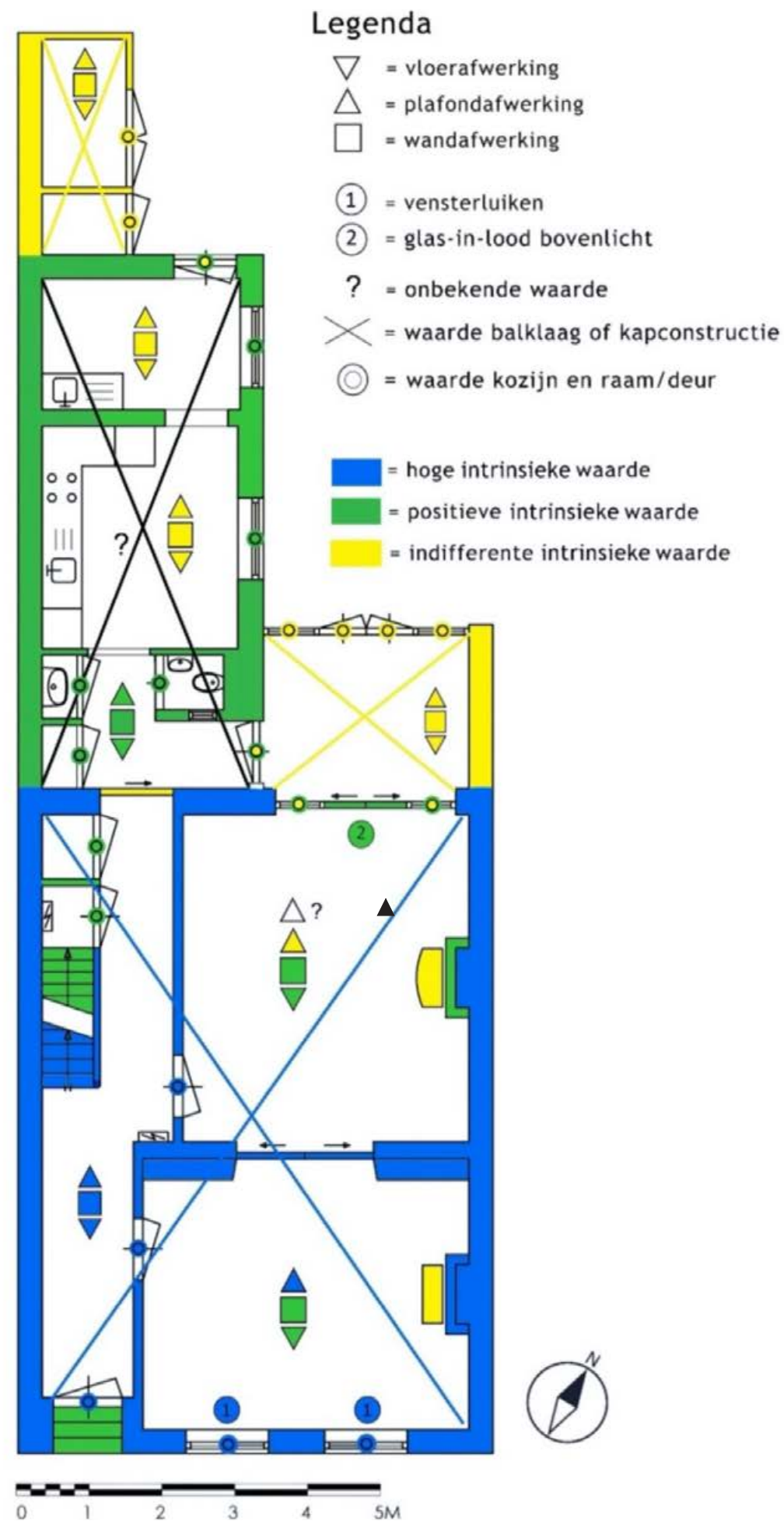


▲ **Afbeelding 2** Bij deze hoekwoning uit de jaren 1930 is gelijk duidelijk dat het plaatsen van voorzetwanden ten koste gaat van tegellambriseringen uit de bouwtijd en dat voor een geïsoleerde betonvloer eerst de fraaie granitovloer gesloopt zou moeten worden.

Vanwege de historische interieurelementen kan beter een andere keuze gemaakt worden. Door de tochtpui te sluiten en de radiator dicht te draaien, ontstaat er een zogenaamde aangrenzende, onverwarmde ruimte waar een tussenklimaat heerst. Hier kan in de winter de noodzakelijke ventilatielucht door de (vaak forse) kieren bij de voordeur binnenstromen en voorverwarmen, zonder dat dat grote gevolgen heeft voor het comfort en daarmee voor het energieverbruik.

Een eventueel alternatief is het isoleren van de spouwmuur, die gezien de bouwperiode van het huis verwacht mag worden. Mits deze daarvoor geschikt is, natuurlijk (zie detailblad 2.06).

1. <https://www.stichtingerm.nl/kennis-richtlijnen/url2007>



◀ **Afbeelding 3** Voorbeeld van een bouwhistorische waardestelling van een woonhuis; het zou het grachtenpand in afbeelding 1 kunnen zijn (maar dan in spiegelbeeld).

In deze plattegrond van de begane grond is aangegeven welke onderdelen van hoge waarde zijn (blauw), welke het karakter, de structuur of de betekenis van het huis ondersteunen (groen) en welke onderdelen weinig tot geen waarden vertegenwoordigen (geel).

Op grond van de waardestelling kan al een aantal conclusies worden getrokken die van belang zijn voor het verduurzamingsplan:

1. De gangzone is net als bij het voorbeeld in afbeelding 2 gaaf in zijn afwerking van vloer, plafond en wanden, wat isoleren aan de binnenzijde lastig maakt. Waarschijnlijk is het beter om hier een aangrenzende, onverwarmde ruimte van te maken. De deuren naar de gang kunnen het beste zelfsluitend worden uitgevoerd om de warmte in de verblijfsruimtes te houden. Een extra argument daarvoor is de schoorsteenwerking van het trappenhuis: warme lucht uit de woonvertrekken kan via de trap gemakkelijk opstijgen naar de bovengelegen verdiepingen. Daarom is het ook beter de gangzone niet te verwarmen.
2. De luiken bij de ramen in de voorgevel kunnen mogelijk worden ingezet om het warmteverlies in de winter (zeker 's avonds) te beperken.
3. De vloerafwerking in de woonvertrekken heeft een positieve waarde. Dat zou bijvoorbeeld kunnen duiden op vernieuwd parket, dat wel goed past bij het karakter van de ruimtes. Een vloerverwarming met een geringe opbouwhoogte ligt hier niet zondermeer voor de hand, maar kan wel verkend worden.
4. Bij het glas-in-lood bovenlicht boven de pui in de voormalige achtergevel zou normaal gesproken de meest voor de hand liggende maatregel een voorzetraam aan de binnenzijde zijn. In dit geval bevindt zich achter de pui echter een latere aanbouw, bijvoorbeeld een serre, waardoor het raam niet grenst aan het buitenklimaat. Een isolatiemaatregel lijkt hier daarom niet nodig. Logischer is om de geïsoleerde schil ter plaatse van de achtergevel van de aanbouw te leggen, die geen waarde vertegenwoordigt en daarom gemakkelijk kan worden aangepast.

In de paragrafen die betrekking hebben op de planvorming wordt verder ingegaan op deze principes.

2.3 ANALYSE | TECHNISCHE CONDITIE, ONDERHOUDSBEHOEFTE EN AL UITGEVOERDE MAATREGELEN

Een technische opname van de bouwkundige en installatietechnische eigenschappen van een huis, voorafgaand aan de planvorming, is op verschillende manieren van groot belang.

2.3.1 Bouwkundige gebreken

Een opname van de bouwtechnische conditie is belangrijk om schade te voorkomen. Als de buitenschil van een gebouw al in een matige of slechte technische staat verkeert, dan kunnen isolatiemaatregelen tot (extra) schade leiden indien er niet eerst herstel plaats vindt. Een voorbeeld is het dak. Wanneer er af en toe kleine lekkages zijn door gebroken of slecht sluitende dakpannen en het ontbreken van een waterkerende folie onder die pannen, dan verdwijnen die voor lange tijd uit het zicht door het isoleren aan de binnenzijde. Als de lekkages bij het isoleren niet goed opgelost zijn, kan het isolatiemateriaal nat worden waardoor de isolatiewaarde sterk afneemt. De natte dakconstructie zal door het inpakken aan de binnenzijde minder snel drogen, waardoor de kans op schade door houtrot toeneemt. En als er houtrot optreedt, dan zal dat waarschijnlijk laat worden ontdekt. Het proces van aantasting voltrekt zich buiten het zicht en komt pas aan het licht door de gevolgen, bijvoorbeeld doordat het dak steeds verder doorzakt. Een ander voorbeeld betreft de gevel. Metselwerk dat al vorstschade vertoont, zal door het isoleren kouder worden in de winter waardoor het langer nat blijft en eerder bevroert, met versnelde schade tot gevolg.

2.3.2 Warmtelekken

Om snel de grootste warmtelekken te identificeren zijn thermografische beelden (zie hieronder) een belangrijk hulpmiddel. Warmteverliezen door slijtage van schuiframen of bijvoorbeeld de hardstenen dorpel onder een voordeur zijn er direct op te zien. Ook buitenmuren die nat zijn als gevolg van een lekkende goot of optrekkend vocht, of ingezakte spouwmuurisolatie, springen gelijk in het oog.

2.3.3 Combineren met restauratie en onderhoud

Kostenoverwegingen zijn een goede reden om de technische staat goed in beeld te brengen. Het is namelijk efficiënter om werkzaamheden te combineren. Dat is goedkoper en voorkomt een onnodig beroep op grondstoffen en energie. Zo is het bijvoorbeeld beter om het plaatsen van isolatieglas te combineren met een toch al benodigde schilderbeurt, dan twee jaar na zo'n beurt te besluiten dat het glas moet worden vervangen met opnieuw schilderen tot gevolg. De constatering dat de dakpannen of panlatten toe zijn aan vervanging is een mooie aanleiding om het isoleren van het dak aan de buitenzijde (een zogenaamd 'warm dak', zie hiervoor o.a. detailblad 5.04) en/of een zonnecollector onder de pannen (zie blad 5.19) te onderzoeken. En de vervanging van een cv-ketel die eraan zit te komen, is een goede aanleiding om een warmtepomp te overwegen.

2.3.4 Presterende maatregelen

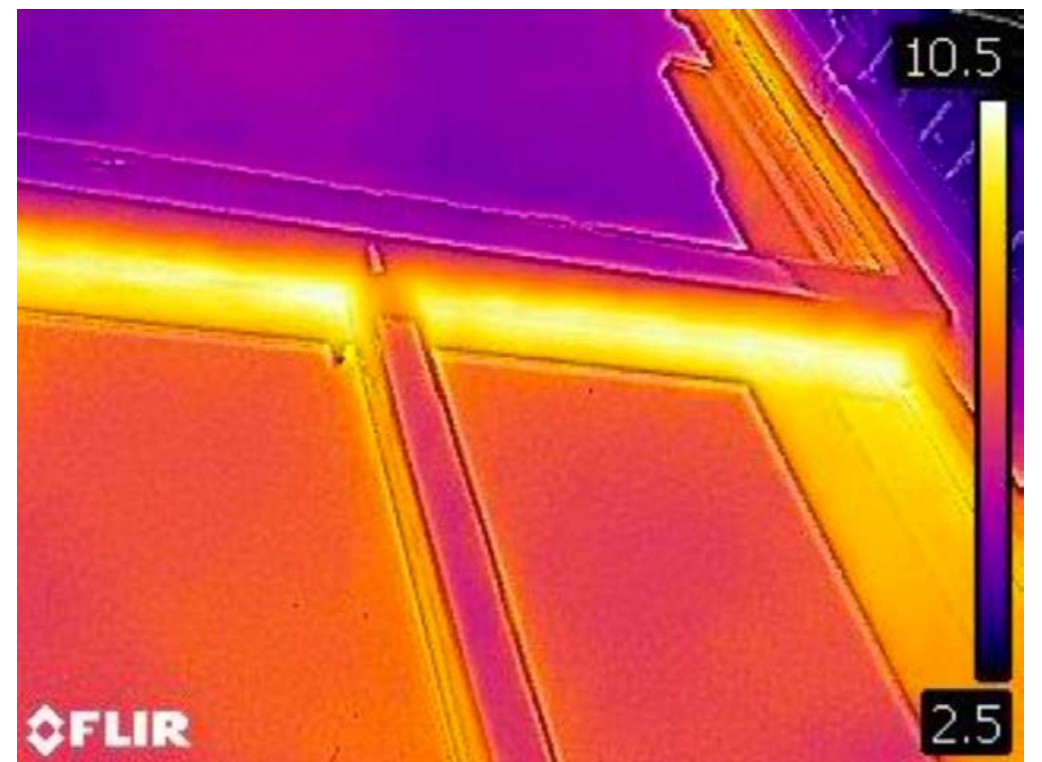
Voor een goede werking van de nieuwe verduurzamingsmaatregelen is de technische opname eveneens belangrijk. Verbindingen tussen het binnen- en buitenblad van een spouwmuur bijvoorbeeld, kunnen een reden zijn om te kiezen voor een geïsoleerde voorzetwand aan de binnenzijde in plaats van voor spouwmuurisolatie. Daarbij zouden koudebruggen en schimmelplekken op de muur kunnen optreden. En als de verlaag op gevelmetselwerk dampremmend blijkt te zijn, is het waarschijnlijk beter om aan de binnenzijde met een traditioneel dampremmend systeem te isoleren dan met een dampopen capillair actief systeem. Met die laatste methode kan er namelijk mogelijk vocht vanuit het binnenklimaat achter de verlaag opgesloten raken. Daar door kunnen kozijnankers gaan roesten, de gevel vorstschade gaan vertonen en de verlaag op den duur mogelijk loslaten van de gevel.

Al uitgevoerde verduurzamingsmaatregelen horen ook een onderdeel van de technische opname te zijn. Dat is niet altijd even eenvoudig. Bij dubbelglas is meestal gemakkelijk in de spouw van de glasconstructie te zien van welk jaar het glas is en wat de isolatiewaarde zou moeten zijn. Bij van binnenuit geïsoleerde gevels en daken is echter vaak destructief onderzoek nodig om te weten hoe de constructie is opgebouwd. Wat dat betreft is er op het gebied van het documenteren van maatregelen nog veel te verbeteren (zie hiervoor ook de paragrafen 4.2 en 5.1). Door isolatiemaatregelen uit het verleden in kaart te brengen, kan beter bepaald worden of ze functioneren, welke nieuwe maatregelen het meest zullen renderen en of ingrepen wel samengaan. Zo is de aanwezigheid van een dampdichte multifolie onder de dakpannen een reden om de kap aan de binnenzijde niet aanvullend te isoleren, om te voorkomen dat de dakconstructie wordt opgesloten tussen twee dampdichte lagen en eventueel vocht in de constructie niet meer kan ontsnappen.

2.3.5 Onafhankelijke deskundigheid

Uit onderzoek blijkt dat veel eigenaren het lastig vinden om te bepalen waar ze de juiste onafhankelijke expertise kunnen vinden. Voor een bouwkundige inspectie van een beschermd monument is de Monumentenwacht, een stichting die in iedere provincie actief is, een geschikte partij met veel kennis van zaken en zonder winstoogmerk of commercieel belang.²

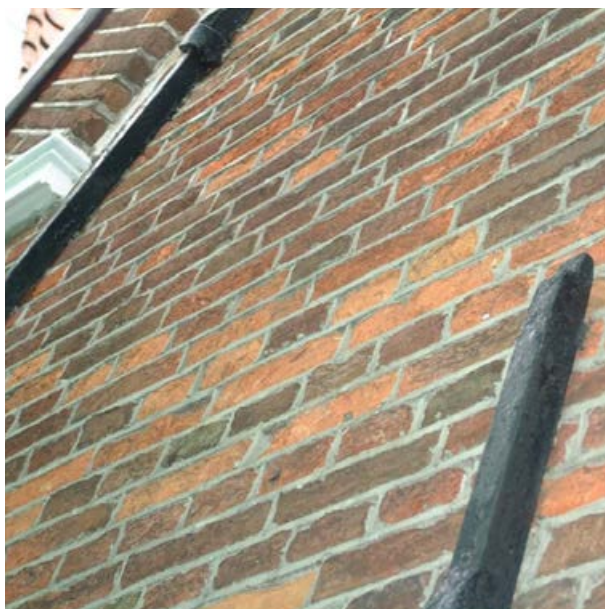
2. <https://monumentenwacht.nl>



▲ **Afbeelding 4** Warmtebeelden zijn een mooi instrument om de mogelijke verbeteringen van de thermische schil in kaart te brengen. Om tot goede resultaten te komen, moet het pand gedurende minimaal een etmaal flink verwarmd worden, moet het buiten droog en koud zijn, en mag de zon niet op de gevel staan.

Hier is te zien dat het warmteverlies via de beperkte kierdichting tussen het bovenlicht en onderraam van een T-schuifvenster zich op de foto toont als een lichtgele, dus warme baan.

Het interpreteren van warmtebeelden vraagt wel expertise. Het is bij het warmtebeeld hiernaast verleidelijk om op basis van de koele kleur van het glas in het bovenraam te veronderstellen dat hier al isolatieglas geplaatst is, maar eigenlijk is hier de reflectie van de (koude) hemel te zien!



Deze historische gevel is later al eens gevoegd met een harde cementvoeg, waardoor de baksteen de zwakste schakel in het geheel is geworden. Aan de oranje kleur is te zien dat op veel plaatsen de meest waterdichte buitenzijde of 'bakhuid' van de baksteen al is verdwenen door vorstschade. Als deze gevel zonder verdere maatregelen aan de binnenzijde geïsoleerd wordt, mag worden verwacht dat de schade snel toeneemt.



Een dampdichte, isolerende multifolie onder de dakpannen is een reden om aan de binnenzijde van het dak niet meer extra te isoleren, zelfs als de isolatiewaarde van de folie in de praktijk tegenvalt.

Gelukkig is de folie op de bovenstaande foto van het dak van een monumentale boerderij dampopen, waardoor aanvullend isoleren aan de binnenzijde niet zondermeer uitgesloten is.



Keramische dakpannen zoals deze kruispannen kunnen meestal zeker wel 75 jaar mee, maar op een gegeven moment zijn ze op, zoals hier is te zien.

Als het dak in zijn geheel opnieuw gedekt moet worden omdat een groot deel van de pannen aan het einde van zijn levensduur is, kan overwogen worden tegelijkertijd een isolatielaag op de dakconstructie aan te brengen.



Welke ingreep rendeert? Het vervangen van veertig jaar oud dubbelglas zoals aan de linkerkant (Thermopane uit 1986) of het vervangen van twintig jaar oud dubbelglas zoals aan de rechterkant (HR++ uit 2003)?

Misschien is het antwoord verrassend genoeg wel: 'het isoleren van de zoldervloer'. Meestal is het namelijk zo dat nu achterhaalde isolatiemaatregelen uit het verleden nog steeds beter presteren dan een ongeïsoleerde constructie. Glas is bovendien duur, waardoor het een tijd duurt om de financiële investering terug te verdienen als het bestaande isolatieglas nog redelijk functioneert en de extra energiebesparing dus relatief beperkt is. Ook voor het milieu is het vervangen van isolatieglas door nog beter isolatieglas niet altijd de beste oplossing, omdat de productie van glas een proces is dat veel energie vraagt en een beroep doet op schaarse grondstoffen.



Om (meestal speciaal dun) isolatieglas te kunnen plaatsen, zullen de stopverf en het oude glas eerst verwijderd moeten worden. Als het nieuwe glas erin zit en is vastgezet met een stopverf vervangende kit moet er altijd geschilderd worden.

Het ligt daarom voor de hand het plaatsen van isolatieglas te combineren met de periodieke schilderbeurt.



Afbeelding 5 Het goed kijken naar de technische staat van een huis en naar eerder uitgevoerde maatregelen is een voorwaarde voor een doelmatig verduurzamingsplan.

2.4 ANALYSE | GEBRUIK EN ENERGIEVERBRUIK

2.4.1 De invloed van gebruik op verbruik

Dat de manier waarop een woning gebruikt wordt sterk bepalend is voor het energieverbruik, is niet algemeen bekend. Het komt regelmatig voor dat bij identieke woningen het energieverbruik bij de één tweemaal zo hoog ligt als bij de ander. Uit onderzoek blijkt dat veel historische panden volgens gestandaardiseerde berekeningsmethodes aanzienlijk meer energie gebruiken dan in de praktijk werkelijk het geval is.³ Daaruit kan worden opgemaakt dat gebruikers hun gedrag en eisen al aanpassen aan het feit dat ze in een oud pand wonen.

Het omgekeerde is ook waar: berekende besparingen na een verduurzaming worden dikwijls niet gehaald doordat bewoners zich anders gaan gedragen. Ze douchen bijvoorbeeld langer, gebruiken meer elektriciteit of zetten de verwarming hoger. Dat noemen we het 'reboundeffect'. Ter illustratie: tussen 1990 en 2008 is de energie-efficiëntie van de Nederlandse woningvoorraad met 28% verbeterd en die van nieuwbouwwoningen met 50%, terwijl het aardgasverbruik door huishoudens tegelijkertijd slechts met 5% is gedaald.⁴ Uiteraard kan een deel van de beperkte besparing mogelijk aan andere factoren worden toegeschreven zoals een gebrekkige uitvoering, maar het blijft een opmerkelijk verschil dat waarschijnlijk ten dele aan gedrag te wijten is.

2.4.2 Bewustwording en onzekere terugverdientijden

De invloed die het bewonersgedrag heeft, geeft aan dat het voor de planvorming zinvol is om het huidige energieverbruik bij de analyse in kaart te brengen. Er is een aantal redenen waarom het nuttig is dat te doen. Ten eerste leidt het vergelijken van het energieverbruik met andere huishoudens tot een stukje bewustwording over het eigen gedrag. Dat kan belangrijk zijn, gezien de grote verschillen die in de praktijk worden geconstateerd. Ten tweede zijn gebruik- en verbruiksgegevens van belang om – gezien het bovenstaande met de nodige voorbehouden omkleed – iets te zeggen over besparingsindicaties en terugverdientijden na de verduurzaming. Veel eigenaren hebben daar behoefte aan. Bijvoorbeeld omdat ze willen vergelijken hoe het rendement van verschillende ingrepen zich tot elkaar verhoudt, of omdat ze zich afvragen of maatregelen zich terugbetalen in de tijd dat ze nog ergens wonen. In algemene zin geldt: hoe intensiever de woning gebruikt wordt en/of hoe hoger de energieprijzen zijn in het contract, hoe korter de terugverdientijd.

2.4.3 Quick-wins en knelpunten

Bij de analyse van het gebruik en verbruik is het goed te kijken naar zogenaamde 'quick-wins'. Of gloei- of halogeenlampen vervangen kunnen worden door ledlampen bijvoorbeeld. En of huishoudelijke apparatuur, zoals een oude wasmachine of koelkast, wel voldoende energiezuinig is. Ook het identificeren van problemen en onbehaaglijke vertrekken zou een onderdeel van de analyse moeten zijn. Knelpunten die de bewoner tijdens het gebruik ervaart, zoals een gebrek aan ventilatie bij de natte ruimtes in huis of tocht, kunnen respectievelijk leiden tot schade en een slecht presterende (want natte) isolatie, en tot bijstoken vanwege een tekort aan comfort. Beide hebben een hoger energiegebruik tot gevolg en bij schade moet er opnieuw een beroep worden gedaan op schaarse grondstoffen en energie om deze te herstellen; niet erg duurzaam!

2.4.4 Toekomstig gebruik volgt het gebouw

Uiteindelijk is het natuurlijk vooral het toekomstige gebruik dat telt, vanwege de invloed op het energiegebruik en het behoud van de historische waarden. Bij voorkeur volgt het gebruik het gebouw. Daarom is het goed bij de analyse te kijken of het huidige gebruik aansluit bij de kenmerken van het gebouw, zoals die zijn omschreven in tabel 1, en zo nodig adviezen in te winnen over aanpassing. Het sluiten van luiken, het gebruik van leilindes als zonwering in de zomer, het wonen in een op zuid georiënteerde kamer in de winter en een op noord gericht vertrek in zomer, zijn allemaal voorbeelden van gebruik dat bijdraagt aan een prettig binnenklimaat door het jaar heen, zonder dat daarvoor installaties nodig zijn die energie vragen. Een werkplek waar je stilzit daarentegen, vlak achter de voordeur van een boerderij of in een hoge ruimte waar door radiatoren opgewarmde lucht zich vooral onder het plafond verzamelt, is niet comfortabel en zorgt ervoor dat een bewoner de thermostaat hoger gaat zetten. Er zijn ook situaties denkbaar waarbij een slecht passend gebruik vooral problematisch is voor het gebouw. Een monumentaal interieur met fraaie betimmeringen dat wordt blootgesteld aan grote wisselingen in temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, kan flinke schade oplopen. Het is dan goed om in het verduurzamingsplan aandacht te besteden aan een ander gebruik met minder klimaatschommelingen en wellicht een minder hoge temperatuur in de wintersituatie. In paragraaf 3.3 wordt verder ingegaan op het denken vanuit het gebouw.

2.4.5 Gebruikswensen binnen het isolatie- en installatieconcept

De huidige bewoner is in het bestaan van een historisch huis normaal gesproken een passant. Wie de toekomstige gebruikers gaan zijn en hoe de toekomst eruit zal zien is onbekend. Daarom zouden bij de planvorming vooral de mogelijkheden die het gebouw biedt qua verduurzaming bepalend moeten zijn, en op de tweede plaats pas de wensen van de gebruiker. Van een goed geïsoleerde buitenschil met een lange levensduur hebben alle gebruikers – nu en in de toekomst – plezier.

Voorkomen moet worden dat bij een wijziging van de thuissituatie of verkoop van het pand opnieuw verbouwd gaat worden, omdat de isolatiemaatregelen en/of installatie niet meer passen bij het nieuwe gebruik. Dat neemt niet weg dat het huidige en/of beoogde gebruik een rol speelt. Een laagfrequent gebruik van een vertrek of gebouw bijvoorbeeld, maakt dat isolatiemaatregelen relatief weinig zullen bijdragen aan de energiebesparing. Mogelijk is het dan beter om bij die momenten dat er sprake is van gebruik, in te zetten op een aangepaste verwarmingsinstallatie die binnen korte tijd zorgt voor een comfortabel klimaat, zoals infraroodpanelen. Zeker als het de verwachting is dat het beperkte gebruik niet specifiek verbonden is aan de huidige gebruiker, maar ook in de toekomst zal voortduren. Een voorbeeld daarvan is een vakantiewoning die vooral in de zomermaanden gebruikt wordt. Als er een elektrische auto in gebruik is, is dat een goede aanleiding om in de planvorming extra aandacht te besteden aan energieopwekking. Bijvoorbeeld met PV-panelen op de woning, bijgebouwen of een veldopstelling op het perceel. Bij een boerenerf of buitenplaats is een windmolentje mogelijk ook een optie.



▲ **Afbeelding 6** Een voorbeeld van verstandig gebruik. Bij deze twee monumentale boerderijen zijn in de winternacht de luiken gesloten. Dat het vriest is te zien aan het laagge rijp. Uit onderzoek blijkt dat het warmteverlies door een raam met enkelglas door het sluiten van luiken tot wel 60% kan afnemen (bron: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed).

3. J. Uitzinger, L. Dreijerink, D. Van 't Slot e.a., *Rapportage benchmarkonderzoek duurzaamheid monumentale woonhuizen*, Amsterdam, 2015.
4. F. Oosterhuis, J. Bouma en A. Hanemaaijer, *Het reboundeffect bij resource efficiency*, Amsterdam, 2013, pag. 14.

2.5 ANALYSE | NATUURWAARDEN

2.5.1 Historische huizen als leefmilieu voor dieren en planten

Er zijn veel dieren die met ons samenleven in onze huizen en tuinen. Daar zijn we ons niet altijd even bewust van. Veel van deze verblijfplaatsen zijn wettelijk beschermd. Historische gebouwen vormen daarbij voor een aantal planten en diersoorten een belangrijk en soms onmisbaar leefmilieu. Beschermd broedvogels zoals huismussen, gierzwaluwen, maar ook vleermuizen zijn voor hun ‘wonen’ afhankelijk van historische bebouwing; zij vinden nestgelegenheid onder daken, in kieren en spleten, op zolder en in spouwmuren. Nieuwbouw is door veranderde bouwwijzen en bouwmaterialen vaak niet geschikt als verblijfplaats voor bedreigde dier- en plantensoorten.

2.5.2 Natuurwetgeving

Bij ingrepen moet rekening worden gehouden met alle in het wild levende dieren en planten en hun directe leefomgeving. Beschermd dieren mogen niet zomaar verjaagd worden en het (onbewust) doden van dieren door ingrepen zoals na-isoleren moet voorkomen worden. Dit kan onder meer door te werken buiten kwetsbare perioden, zoals de periode van voortplanting en het broedseizoen, en door ervoor te zorgen dat er geen dieren aanwezig zijn op het moment van ingrijpen. Er moet ook voor gezorgd worden dat soorten na de werkzaamheden gebruik kunnen blijven maken van de woning als vaste rust- en of verblijfplaats, zoals ze dat daarvoor deden. De website www.checklistgroenbouwen.nl geeft praktische tips voor het maken van verblijfsplaatsen voor gebouwbewonende soorten.

Wil je verduurzamingsmaatregelen gaan uitvoeren, dan moet je je houden aan natuurwetgeving.

Veel gemeenten zetten in op actieve bescherming van gebouwbewonende soorten, zodat verduurzaming en de verantwoordelijkheid voor het welzijn van dieren samengaan. Zij laten gebiedsdekkend onderzoek doen om erachter te komen waar deze bedreigde gebouwbewonende soorten voorkomen. In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van beschermde soorten die vaak op of in gebouwen voorkomen.

Zoals uit afbeelding 8 blijkt, worden bij historische woonhuizen vaak de volgende diersoorten aangetroffen: de huismus, de huiszwaluw, de gierzwaluw, de steenmarter en vleermuizen. Een belangrijk advies aan huiseigenaren is daarom om bij het plannen van ingrepen tijdig advies in te winnen bij een gespecialiseerde ecooloog en contact te zoeken met de gemeente of de gemeentelijke ecooloog. Zo vinden door de werkzaamheden geen overtredingen plaats met betrekking tot natuurwetgeving en beschermde soorten, en kunnen tijdig maatregelen getroffen worden om onnodige vertragingen te voorkomen.

▼ Tabel 2 Overzicht van beschermde soorten die op of in gebouwen kunnen worden aangetroffen.

soortgroep	soort	plaats in gebouw
vogels	huismus	onder dakpannen of in openingen in gevel of dakrand
	gierzwaluw	onder dakpannen of in openingen in gevel of dakrand
	kerkuil	in schuren of stallen
	steenuil	in schuren of stallen
	ooievaar	op dak of schoorsteen
	overige broedvogels	in daklaag, muren, gevelbegroeiing en platte daken
zoogdieren	vleermuizen	in kieren, spleten, op zolders en in spouwmuren
	steenmarter	zolder
amfibieën	kikkers en salamanders	in kelder of kruipruimte
	rugstreeppad	in het zand tussen bebouwing en bestrating
planten	muurvarens	muur
	overige muurplanten	muur



▲ Afbeelding 7 De beschermde huismus is één van de meest geliefde en meest talrijke vogels van ons land. Omdat ze altijd met z'n allen zijn, lijkt het alsof er nog steeds veel huismussen zijn. Toch zijn hun aantallen, door minder groen in tuinen en renovatie en veranderende bouwwijzen, in de laatste decennia van de vorige eeuw meer dan gehalveerd!

► **Afbeelding 8** In deze tekening is een indicatie gegeven van de plaats waar beschermde diersoorten vaak worden aangetroffen.

1. Nokvorst

Een eventuele opening onder de nokvorst kan de ingang zijn naar een nestplaats van de gierwaluw. Ook vleermuizen kunnen gebruik maken van zo'n opening.

2. Boeiboorden, windveren, sierspanten en gevelbetimmeringen

De holle ruimtes achter boeiboorden, windveren en andere betimmeringen in de nok van een topgevel zijn ideale verblijfplaatsen voor vleermuizen.

3. Spouw

Als het huis een spouwmuur heeft, kruipen vleermuizen via open stootvoegen of andere spleten graag in de spouw. Ook de huismus, gierwaluw en andere vogelsoorten kunnen hier nestelen.

4. Goot

Een huiswaluw maakt zijn nest graag onder de dakgoot. Als er sprake is van een overstekende, betimmerde dakgoot zoals in de tekening, kan de ruimte tussen de betimmering en de muur ook worden gebruikt door vleermuizen die in de holle ruimte onder de goot of in een spouwmuur verblijven.

5. Raamkozijn en luiken

In de kieren tussen het kozijn en de muur of achter (rol)luiken kunnen vleermuizen zitten.

6. Dakpannen

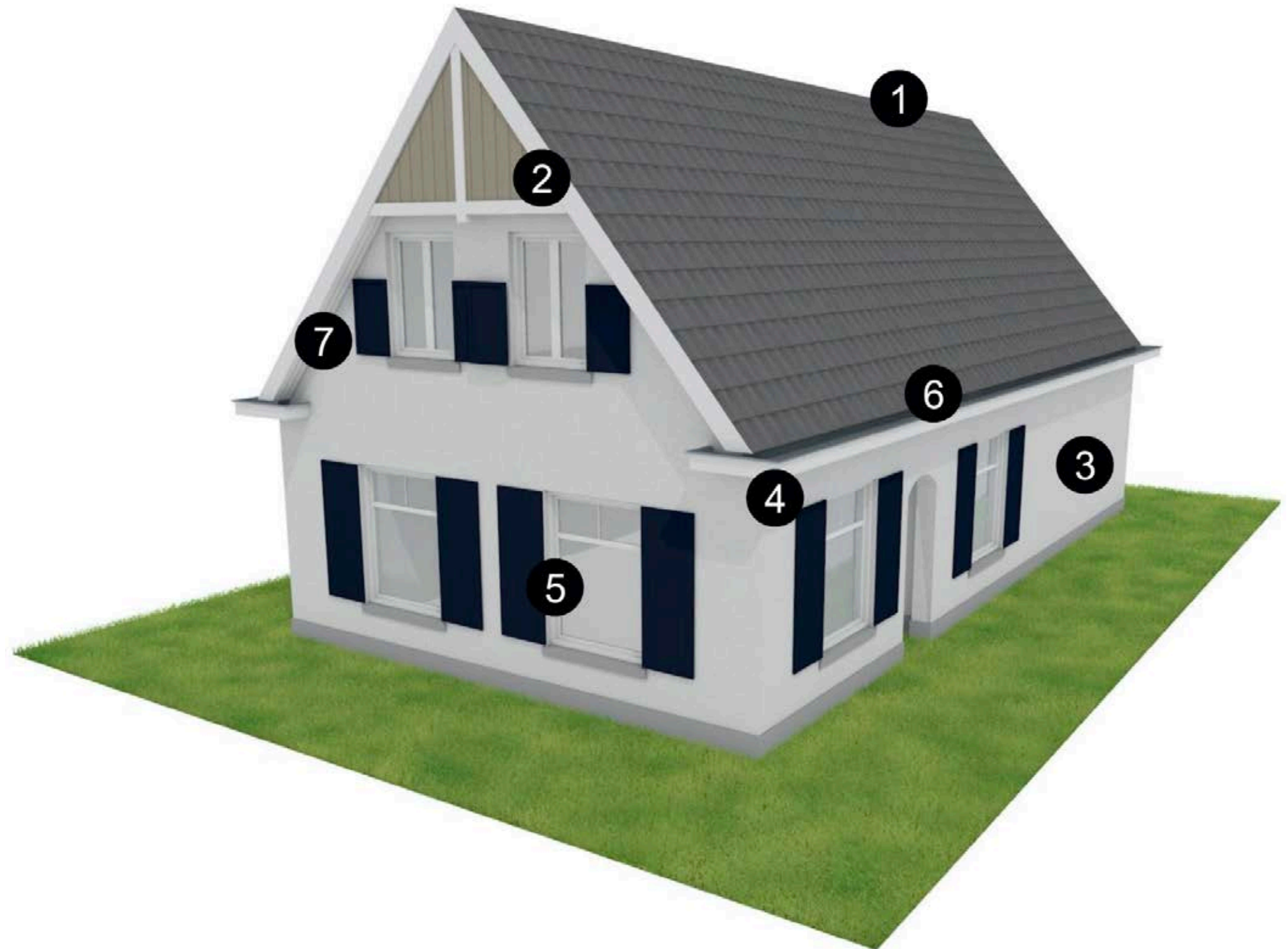
Onder dakpannen kunnen nesten zitten van de huismus (vooral onder de onderste rijen), spreeuw of gierwaluw. Ook vleermuizen kunnen hier verblijven.

7. Dakoverstek

De ruimte tussen het dakoverstek en de muur wordt door vleermuizen gebruikt als toegang tot holle ruimtes achter of boven de betimmeringen en tot een eventuele spouw in de gevel. De huiswaluw maakt zijn nest graag onder dakoverstekken.

8. Zolder (niet getekend)

Zolders zijn een aantrekkelijke vestigingsplaats voor de steenmarter, die goed kan klimmen. Om van buitenaf op zolder te kunnen komen, heeft een marter maar een kleine opening van zo'n 4cm nodig.



3 PLANVORMING

Na het voorwerk in de analysefase is het tijd voor het maken van een verduurzamingsstrategie. Het is als leek best ingewikkeld om alle informatie in de juiste context te plaatsen en goede afwegingen te maken. Een specialist, zoals een restauratiearchitect of een duurzame monumentenadviseur, kan hiermee helpen. Dat geldt overigens ook voor de stappen die eerder zijn beschreven bij de analysefase.

In de volgende paragrafen worden de verschillende keuzes beschreven waar je als eigenaar voor komt te staan, welke overwegingen daarbij een rol spelen, hoe het gebouw sturend kan zijn voor de aanpak, en waarom het belangrijk is aan het begin van de verduurzaming al een beeld van de eindsituatie te hebben. Zelfs als je met kleine maatregelen begint.

3.1 PLANVORMING | EEN TOTAALPLAN

3.1.1 'Think big, start small'

Vaak wordt de wens om te verduurzamen in eerste instantie ingegeven door het ervaren van een gebrek aan comfort. De oplossing wordt in dat geval veelal gezocht in isolatieglas en kierdichting. Degene die de eigenaar adviseert is meestal de uitvoerende partij. Ook is het verlagen van de energierekening een veelgehoorde reden om 'iets' aan verduurzaming te doen. Dikwijls worden zonnepanelen voorgesteld. Die verdienen zichzelf relatief snel terug en de overlast is klein, want er hoeft niet verbouwd te worden.

Zowel het aanbrengen van isolatieglas als het installeren van zonnepanelen zijn op zichzelf goede maatregelen, maar er is bijna altijd meer mogelijk en vaak functioneren deze maatregelen ook beter als ze onderdeel zijn van een groter totaalplan. Zo'n plan hoeft niet in één keer uitgevoerd te worden. Je kunt ook klein beginnen en de verduurzamingsstappen afstemmen op het beschikbare budget. Er zijn maar weinig woningeigenaren die het zich financieel kunnen ve oorloven om in één keer hun hele huis te verduurzamen. En soms zit je als eigenaar ook gewoonweg niet te wachten op een grootschalige verbouwing.

Met de stapsgewijze uitvoering van een integraal totaalplan voor de isolatie- en installatiewerkzaamheden kan worden aangesloten bij de onderhoudsbehoefte van het gebouw en kunnen onverwachte, maar vooral ongewenste situaties worden voorkomen.

3.1.2 Onvermoede consequenties

Zoals opgemerkt zijn het plaatsen van isolatieglas en het aanbrengen van kierdichting vaak de eerste maatregelen die bewoners nemen. Meestal is er geen sprake van een totaalplan of een bewuste combinatie van maatregelen. Kierdichting kan in dat geval leiden tot een veranderde vochthuishouding in huis doordat in de winter de natuurlijke aanvoer van droge buitenlucht verminderd wordt. Tegelijkertijd is er, als er isolatieglas geplaatst is, ook niet meer het signaal van condens op het enkele glas dat zegt dat het tijd is om een raampje open te zetten. Door het gebrek aan ventilatie kan er condensatie op andere plaatsen ontstaan, bijvoorbeeld op een ongeïsoleerde gevel achter een kast. Deze kast fungeert dan als een soort isolatie waardoor de temperatuur erachter daalt, terwijl vochtige binnenlucht achterlangs de kast stroomt en hier zorgt voor een relatieve luchtvochtigheid waarbij schimmels kunnen gaan groeien.

Om schimmel en houtrot te voorkomen, is het beter ervoor te zorgen dat de isolatiewaarde van de verschillende delen van de buitenschil met elkaar in balans is. Ook moet er een goede oplossing zijn voor de ventilatie. Ventilatie is essentieel voor een gezond binnenklimaat en om vocht uit een gebouw af te voeren.

Isoleren is ventileren.

Door vooraf na te denken over het effect van maatregelen kom je mogelijk tot andere afwegingen. Zo is het wellicht beter om, als de financiën het plaatsen van isolatieglas en geïsolee de voorzetwanden in het gehele huis niet toelaten, steeds per vertrek een combinatie van maatregelen te nemen.

3.1.3 Samenhangende maatregelen en prestaties

Bij verduurzaming is het geheel vaak meer dan de som der delen, want maatregelen werken samen. Maar als bepaalde onderdelen van een pakket achterwege worden gelaten, kan het rendement van de maatregelen die wel worden genomen juist ook tegenvallen. Een voorbeeld is de nu best beschikbare isolerende glassoort: vacuümglas. Dit ca. 8mm dikke glas past nagenoeg zonder aanpassingen in bijna alle historische ramen, en levert dezelfde isolatiewaarde als 3 tot 4cm dik triple glas. De keerzijde van vacuümglas is dat het erg duur is, hoewel het wel steeds bereikbaarder wordt voor de particuliere markt. Als je voor dit prijzige glas kiest, dan wil je natuurlijk de beste isolatiewaarde. Maar als vacuümglas in een historisch raam geplaatst wordt dat enorm kiert, dan bepaalt

de luchtstroming door de kieren uiteindelijk het warmteverlies door het raam. Het is dus verstandig om de plaatsing van dit glas te combineren met een goede kierdichting. Het nagaan welke maatregelen in samenhang met elkaar genomen moeten worden, zou onderdeel moeten zijn van het totaalplan.

Een ander voorbeeld van een gebrek aan samenhang is het isoleren van vertrekken (in het bijzonder natte ruimtes zoals de keuken of de badkamer) zonder daarbij aandacht te hebben voor vochtregulatie door ventilatie. Hierdoor zijn niet alleen schade en ongezonde situaties te verwachten – zie de voorgaande paragraaf – maar kan ook de prestatie van de verduurzamingsmaatregel erg tegenvallen. Een constructie met nat isolatiemateriaal isoleert slecht, en het opwarmen van vochtige lucht kost veel meer energie dan van droge lucht.

3.1.4 Belemmering van verdere verduurzaming

Slecht doordachte maatregelen kunnen latere verduurzamingsstappen in de weg zitten. Uit een onderzoek onder 77 monumenten in de gemeenten Aalten, Oost Gelre en Winterswijk bleek dat bijna 90% van de monumenten met behoud van monumentale waarden en realistische terugverdientijden zo verduurzaamd kon worden, dat ze energielabel A of B zouden krijgen. Bij de overige monumenten waren dikwijls juist eerder uitgevoerde maatregelen met een beperkte isolatiewaarde de reden dat verder verduurzamen financieel niet meer endeerde. Dat schept een verantwoordelijkheid: het is niet goed om te veel te doen met een verlies aan historische waarden of schade tot gevolg, maar het is ook zeker niet aan te raden voor suboptimale oplossingen te kiezen die een duurzaam gebruik in de toekomst belemmeren.

Ondoordachte duurzaamheidsmaatregelen kunnen ook technisch gezien een belemmering zijn voor verdere verduurzaming. Als een dak bijvoorbeeld aan de buitenzijde eerder al eens voorzien is van een dunne, dampdichte isolatielaag, dan is het verhogen van de isolatiewaarde door een aanvullende isolatielaag aan de binnenzijde vaak geen optie meer. Daarvoor zou aan de binnenzijde nog een dampremmende folie nodig zijn, waardoor de dakconstructie wordt opgesloten tussen twee dampdichte lagen en niet meer kan 'ademen'. Eventueel vocht dat door kleine lekken tussen deze lagen zou komen, kan niet meer ontsnappen, mogelijk met houtrot tot gevolg.

3.1.5 Koppelen van verduurzamingsstappen aan de onderhoudscyclus

Bij een totaalplan hoort een globale planning. Bij het maken daarvan zou gekeken moeten worden naar de verwachte onderhoudsbehoefte (zie ook § 2.3.3).

Als er bijvoorbeeld iedere 6 jaar geschilderd wordt, dan is de eerstvolgende schilderbeurt het moment om isolatieglas in de ramen te plaatsen. En een raam dat aan het einde van zijn levensduur is, krijgt bij vervanging natuurlijk ook gelijk een goede kierdichting en isolatieglas. De levensduur van een bitumen dakbedekking of bijvoorbeeld keramische dakpannen is ook een aandachtspunt. Wanneer groot onderhoud aan het dak aan de orde is, dan zou overwogen moeten worden om het dak tegelijkertijd aan de buitenzijde te isoleren. Bouwfysisch is dat de meest optimale situatie, maar aansluitingsproblemen en een vaak beperkte isolatiewaarde kunnen redenen zijn om toch voor isolatie aan de binnenzijde te kiezen. Dit wordt verder uitgelegd in detailblad 5.02.

3.1.6 Trias Ecologica

Bij het opstellen van een totaalplan kan de Trias Ecologica een leidraad zijn. Deze bekende driestappenstrategie is de verbreding met materiaal- en watergebruik van de Trias Energetica, die tijdens de tweede oliecrisis in 1979 werd gepresenteerd om het energiezuinig ontwerpen van gebouwen te stimuleren. De strategie gaat uit van stappen die in opeenvolgende volgorde moeten worden genomen:

1. Beperk de vraag (of voorkom die) naar energie, grondstoffen en water.
2. Gebruik duurzame bronnen voor materialen, water en energie.
3. Vul de resterende vraag zo efficiënt en schoon mogelijk in vanuit niet-duurzame (doo gaans fossiele) bronnen.

De strategie past goed bij oude gebouwen, waarvan het behoud natuurlijk al invulling geeft aan de beperking van de vraag naar grondstoffen en energie. Op energetisch vlak presteren deze gebouwen echter minder goed. Daarom zou de eerste stap van een verduurzamingsplan voor een oud huis altijd het beperken van het energieverbruik moeten zijn. In de praktijk betekent dat eerst kijken of het gebruik kan worden aangepast, maar vooral: isoleren. Als dat goed gebeurt – hierop wordt in de volgende paragrafen dieper ingegaan – dan is dat een maatregel die altijd loont. Ongeacht of er bij de warmtetransitie gekozen wordt voor een collectieve oplossing zoals bijvoorbeeld een warmtenet, voor waterstof of groen gas, voor individuele oplossingen zoals een warmtepomp etc.

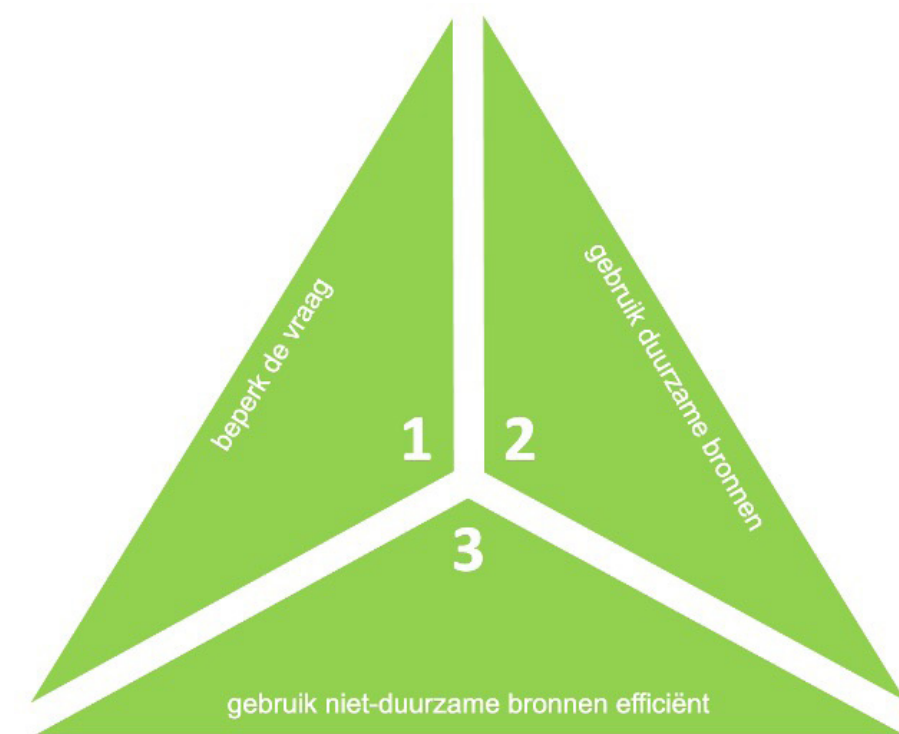
Maar ook op andere manieren kunnen de genoemde stappen sturend zijn. In de keuze bijvoorbeeld, om oude dakpannen uit te sorteren en de goede exemplaren terug te leggen op het dak; een goed gebruik in de monumentenzorg. Of in het doen van minimale ingrepen, alleen dat wat nodig is.

Een wellicht minder voor de hand liggende manier waarop de stappen kunnen doorwerken in het plan heeft betrekking op de techniek. Een gebouw dat zelf al in staat is om een prettig binnenklimaat te bieden, is natuurlijk het meest ideaal. De meest energiezuinige installatie is immers geen installatie. Een prettig binnenklimaat ontstaat door

de eigenschappen van een gebouw goed te benutten (zie ook §3.3). Bijvoorbeeld door de bestaande louverluiken te gebruiken als zonwering, en tegelijkertijd de schuiframen achter de luiken omhoog te schuiven waardoor de wind door het huis waait en koeling door een airco in de zomer niet nodig is.

Energieverbruik door koeling in de zomer wordt vanwege het opwarmende klimaat steeds meer een aandachtspunt. Vaak kan de behoefte aan koeling geheel of gedeeltelijk worden voorkomen met een goed ontwerp van de verduurzamingsmaatregelen. Zo zorgt de toepassing van een (dampopen, zonnestraling) reflecte ende folie en een zwaarder 'biobased' isolatiemateriaal zoals omschreven in detailblad 5.11, dat de ruimte onder de kap minder snel opwarmt. Feitelijk is dat een invulling van stap 1. En het gebruik van een hernieuwbaar natuurlijk isolatiemateriaal, waarvan de voorraad niet zoals bij petrochemische isolatiematerialen eindig is, en waarin bovendien ook nog eens CO2 opgeslagen is, valt onder stap 2. Aan deze stap kan verder bijvoorbeeld invulling gegeven worden door zonnepanelen of zonnecollectoren te plaatsen (zie detailblad 5.17-5.19).

Isolatiematerialen die gemaakt zijn van aardolie of waarvoor veel energie nodig is om ze te maken, vallen onder stap 3. Er worden niet-duurzame bronnen gebruikt, maar het feit dat deze materialen in het gebruik veel meer energie besparen dan het kostte om ze maken, maakt het gebruik wel efficiënt. Meestal isole en deze materialen ook wat beter (zie §3.4), maar daar staat dan weer tegenover dat ze dan minder goed warmte bufferen waardoor het binnenshuis sneller opwarmt (zie detailblad 5.11).



▲ Afbeelding 9 Trias Ecologica

3.2 PLANVORMING | QUICK-WINS

Besparen begint met 'quick-wins'. Dat zijn kleine maatregelen die weinig tot niets kosten en waarmee snel resultaat geboekt wordt. Deze aanpassingen vormen de eerste stap in een totaalplan; zo'n 10% van de energiekosten is ermee te besparen. Ze hebben ook een psychologisch effect: simpele maatregelen die direct resultaat laten zien, motiveren om door te gaan. Ze kunnen de start vormen van een gedreven verduurzaming, waarbij steeds een stapje verder wordt gezet.

Hieronder wordt een aantal quick-wins benoemd.

3.2.1 Meten stroomverbruik, apparaten vervangen of uitschakelen

Door de elektriciteitsmeter in de meterkast regelmatig af te lezen, krijg je een beeld van het dagelijkse stroomverbruik. Maar om te weten of een individueel apparaat, zoals een oude vriezer of vijverpomp veel stroom verbruikt is er meer nodig. Meten is weten! Met een elektriciteitsmeter of slimme stekker kan het verbruik van apparaten gemonitord worden. Dikwijls bieden deze meters meer functionaliteit. Denk daarbij aan het aflezen van het verbruik in een app, het kunnen uitschakelen van een apparaat via de stekker of juist het aanzetten van de wasmachine op het moment dat de zonnepanelen veel energie leveren.

Een energieverbruiksmanager is aan te sluiten op een slimme meter. Hiermee is via wifi het verbruik ealtime af te lezen. Zo wordt duidelijk wat het rustverbruik is van apparaten die altijd aanstaan (de koelkast, mechanische ventilatie en router bijvoorbeeld) en is gelijk te zien wat het verbruik is van een apparaat dat wordt aangezet.

Nadat de monitoring inzichtelijk heeft gemaakt wat het verbruik is, kan besloten worden om onzuinige apparaten te vervangen, of om een televisie op stand-by toch maar uit te schakelen. Voor het vervangen van oude lampen door ledlampen hoeft natuurlijk niet gemeten te worden: een ledlamp verbruikt maar liefst 85% minder stroom dan een halogeenlamp en 90% minder dan een gloeilamp! Een ledlamp gaat bovendien veel langer mee.

3.2.2 Radiatoren: thermostaatknoppen, folie, omtimmering en ventilatoren

De meeste radiatoren hangen onder een raam en bestaan uit twee platen waardoor warm water stroomt. De platen geven warmtestraling af. Ertussen zit een zigzaggend gedeelte dat de convector heet en dat de binnenlucht verwarmt. De warme lucht stijgt op – deze is lichter dan koude lucht – en gaat de koudeval bij het raam tegen. Een radiator werkt het meest efficiënt als hij zijn wa mte zo goed mogelijk aan de omgeving kan afgeven. Dat kan onder andere door aan de onderzijde een ventilator te plaatsen, waardoor lucht langs de radiator wordt geduwd en de warmte-uitwisseling verbetert. Hierdoor is een vertrek sneller op temperatuur en kan mogelijk de temperatuur van de cv-ketel verlaagd worden (zie §3.2.4).

Met thermostaatknoppen is een paar procent op de verwarmingskosten te besparen. Het plaatsen van deze knoppen op de radiatoren helpt om de temperatuur in een ruimte goed in te stellen, zodat het hier niet te warm wordt. Bij een gewone radiatorknop is dat niet mogelijk: als deze opengedraaid is, blijft de radiator verwarmen. Als de kamer niet in gebruik is, dan is het beter om de thermostaatknop dicht te draaien. Belangrijk: in de woonkamer waar de thermostaat van de cv-ketel hangt, mogen geen thermostaatknoppen op de radiatoren worden geplaatst. Ze kunnen het functioneren van de cv belemmeren en zelfs leiden tot een hoger energieverbruik. Het beste is hier de (gewone) radiatorknoppen helemaal open te draaien, of helemaal geen knoppen toe te passen.

Door een reflecte ende folie achter de radiator te plaatsen, wordt opwarming van de buitenmuur en daarmee energieverlies tegengegaan doordat warmtestraling van de radiator door de folie wordt teruggekaatst. Door deze goedkope maatregel kan jaarlijks tot 10m3 gas per m2 folie bespaard worden. Er is folie die je tegen de muur plakt en folie die met magneetjes of tape nagenoeg onzichtbaar tegen de achterzijde van de radiator kan worden bevestigd. Een omtimmering van de radiator zou indien mogelijk moeten worden verwijderd: de warmte blijft hierachter hangen waardoor de verwarmingsinstallatie harder moet werken.

3.2.3 Leidingisolatie

Lange, ongeïsoleerde verwarmingsleidingen verliezen veel warmte als ze door onverwarmde en ongeïsoleerde ruimtes lopen zoals een vliering, kelder of kruipruimte. Voor een paar euro zijn deze leidingen eenvoudig door de bewoner zelf te isoleren. Dat verdient zichzelf in enkele maanden terug. Met een flexibele buisisolatie van 2cm dik kunststofschuim en de juiste binnendiameter zodat hij goed aansluit op de leiding, is op jaarbasis ca. 3 m3 gas per meter verwarmingsleiding te besparen. Verwarmingsleidingen in verwarmde ruimtes hoeven niet geïsoleerd te worden.

Drinkwaterleidingen mogen niet geïsoleerd worden; zelfs niet de gedeeltes die door onverwarmde ruimtes lopen. De warmwaterleiding moet hier namelijk snel afkoelen zodat de legionellabacterie geen kans krijgt. Deze bacterie gedijt het beste bij temperaturen tussen de 25°C en 55°C. Om die reden moet de temperatuur van het warme tapwater in het verwarmingstoestel op minimaal 60°C zijn ingesteld (zie §3.2.4).

3.2.4 Centrale verwarming: waterzijdig inregelen en temperatuur verlagen

Een grotere stroom van cv-water door een radiator leidt niet per se tot een grotere warmteoverdracht. Op een gegeven moment wordt er een punt bereikt waarbij die overdracht nauwelijks meer toeneemt, maar er wel verwarmingswater aan andere radiatoren wordt onttrokken (zie afbeelding 10). Door de verwarmingsinstallatie waterzijdig in te regelen, wordt de maximale doorstroming per radiator zo ingeregeld dat iedere radiator optimaal kan functioneren. Hierdoor wordt de warmte gelijkmatiger verdeeld, neemt het comfort toe en wordt energie bespaard. Meestal wordt het waterzijdig inregelen uitgevoerd door een specialist, maar soms doen bewoners het ook zelf. Het is op zich vrij eenvoudig om vast te stellen wanneer er te veel warm water door een radiator stroomt. Als het temperatuurverschil tussen de aanvoer aan de bovenzijde en afvoer aan de onderzijde continu vrij klein is, dan krijgt de radiator meer warmte aangeboden dan hij kan overdragen.

Nadat de verwarmingsinstallatie waterzijdig ingeregeld is, de leidingen geïsoleerd zijn en de radiatoren door ventilatoren en folie optimaal functioneren, kan onderzocht worden of de temperatuur van de cv-ketel te verlagen is. De temperatuur van het verwarmingswater ligt meestal tussen de 60°C en 80°C. Door deze te verlagen naar 50°C of 60°C hoeft de ketel minder hard te werken en verbruikt hij minder energie. Als het ook bij een watertemperatuur van onder de 50°C nog comfortabel blijft in huis bij vorst, dan lijkt bovendien de stap naar een warmtepomp haalbaar op het moment dat de cv-ketel aan vervanging toe is (zie §2.5).

3.2.5 Pompschakelaar vloerverwarming

De temperatuur van het water in de vloerverwarming is altijd aanzienlijk lager dan in de rest van het centrale verwarmingssysteem. Meestal ligt deze tussen de 30°C en 40°C. De vloerverwarming heeft zijn eigen pomp, die zorgt voor de circulatie van het water door de leidingen in de vloer.

Oude circulatiepompen zijn een grote energieverbruiker in huis, omdat ze altijd aan staan, ook als dat niet nodig is. Door de installateur een pompschakelaar aan te laten brengen, kan veel energie bespaard worden. Zo'n schakelaar zorgt ervoor dat de pomp alleen ingeschakeld wordt als er verwarmd moet worden. Een alternatief is het vervangen van de circulatiepomp door een nieuwe, die zijn toerental aanpast aan de behoefte en ook in ruststand gaat als er geen warmtevraag is.

3.2.6 Tochtmaatregelen

Ramen en deuren zijn belangrijke warmtelekken in de gevel. Enerzijds doordat glas slecht isoleert. Anderzijds doordat warme binnenlucht hier door kieren en gaten naar buiten ontsnapt en koude buitenlucht binnendringt. Door het gebruik van de bestaande luiken en/of gordijnen kan veel warmteverlies en tocht worden voorkomen. Uit onderzoek blijkt dat dikke (bijvoorbeeld gevoerde velours-) gordijnen voor een afname van ongeveer 40% van het warmteverlies door een venster kunnen zorgen. Ook plissé-gordijnen isoleren goed, zeker als ze aan de binnenzijde een speciale warmtereflecte ende coating hebben. De isolatiewaarde in combinatie met enkelglas is dan vergelijkbaar met die van ouderwets dubbelglas. Voorkomen zou moeten worden dat de gordijnen voor de radiatoren hangen. Daardoor verwarmt de radiator vooral de luchtlaag tussen het gordijn en het raam en niet de kamer. Een oplossing is de gordijnen in te korten. Het 's avonds sluiten van bestaande raamluiken is een echte quick-win. Meestal hangen luiken tegenwoordig ongebruikt aan de gevel – als een soort decoratie – maar als ze worden gesloten kan het warmteverlies tot wel 60% dalen! Daarbij gaat het overigens om luiken zonder louveres/ jaloezieën. Ook het sluiten van louvereluiken loont, maar veel minder.

Een wellicht onvermoed, maar aanzienlijk warmte- en luchtlek is de brievenbus in de voordeur. Detailblad 4.17 reikt daarvoor oplossingen aan. Het aanbrengen van verdere kierdichtingen is ook belangrijk, maar tegelijkertijd zou ook iets gedaan moeten worden aan de ventilatie (zie ook §3.1.2).

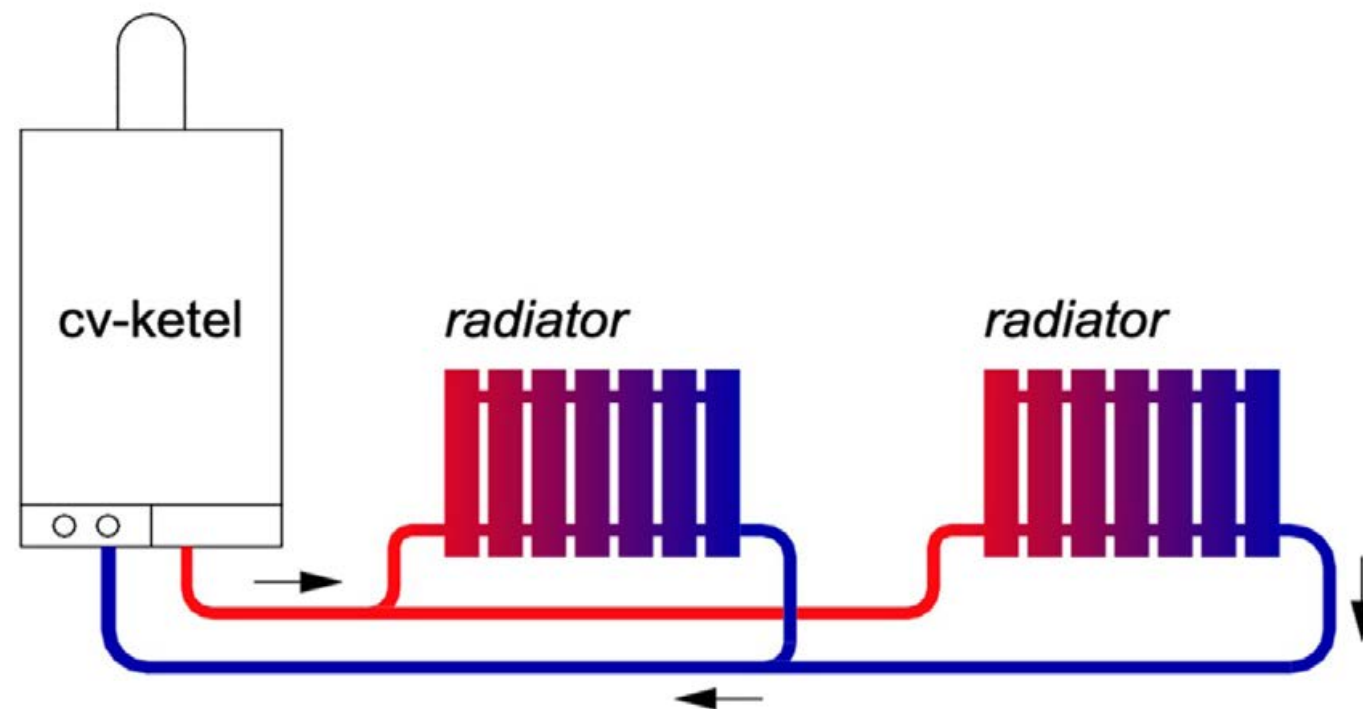
Schoorstenen worden nog weleens over het hoofd gezien bij tochtmaatregelen. Binnen een rookkanaal stijgt de warme lucht vanuit het binnenklimaat op, waardoor meer lucht wordt aangezogen. Dat verschijnsel noemen we trek of de schoorsteenwerking en is er de oorzaak van dat schoorstenen een belangrijk warmtelek zijn. Het warmteverlies via de schoorsteen kan worden voorkomen door een klep, het afsluiten van het rookkanaal of door een schoorsteenballon met de juiste maat (zie afbeelding 11). Wanneer het rookkanaal weer gebruikt moet worden is zo'n ballon vrij eenvoudig te verwijderen, en eventueel kan de ballon ook 's zomers verwijderd worden om opwarming van het binnenklimaat tegen te gaan.

3.2.7 Zuinig omgaan met water (en energie)

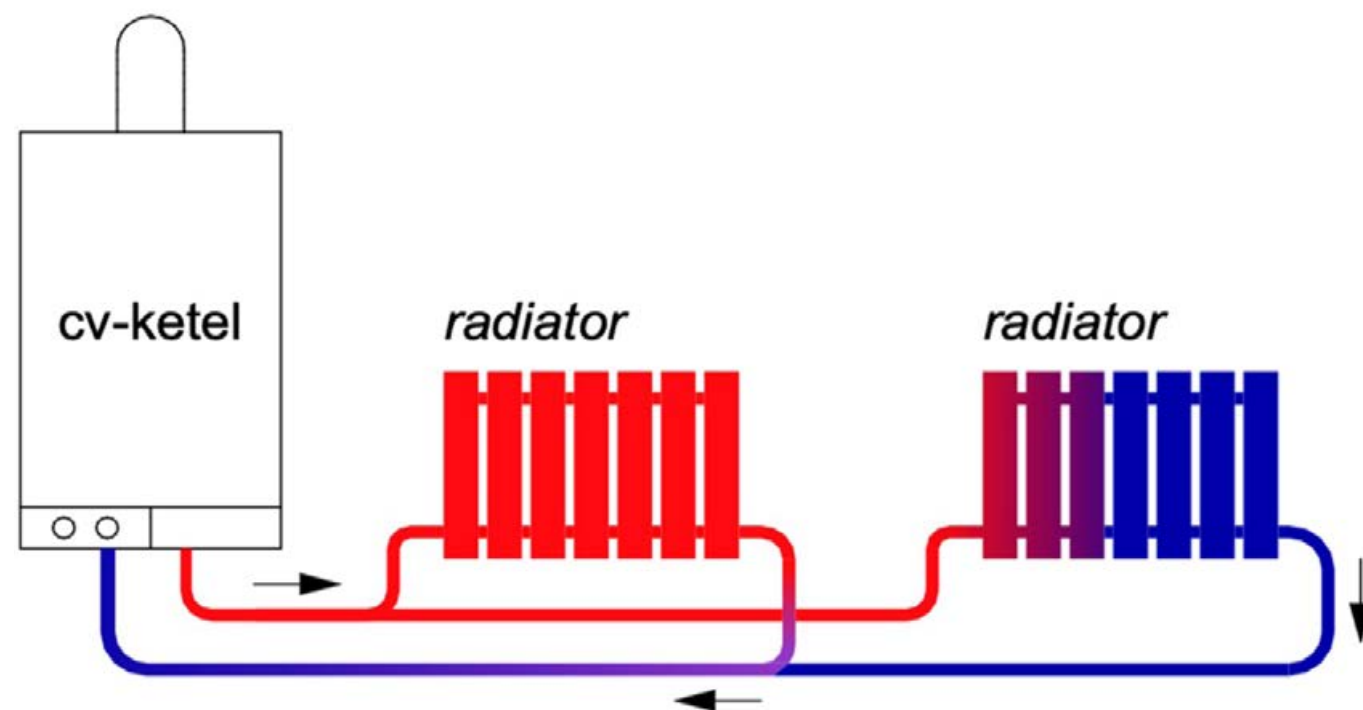
Het is belangrijk zuinig om te gaan met water. Dat scheelt naast water ook energie. Een voorbeeld is een waterbesparende douchekop, die ten opzichte van een luxe (regen)douche al snel de helft van het water bespaart, en van het gas dat wordt gebruikt om te verwarmen. Ook een doorstroombegrenzer op een oude kraan, die de doorstroomsnelheid van het water omlaag brengt, is een voorbeeld. Vaak merk je niet eens dat je hierdoor minder water verbruikt, hoewel het vullen van een emmer of een flinke pan wel langer duurt. Als er veel water nodig is en de afstand tot de cv-ketel is groot, dan is een extra verwarmingstoestel vlakbij de kraan aan te raden. Een voorbeeld is een close-in-boiler in de keuken. Die voorkomt dat eerst al het koude water in de leidingen doorgestroomd moet zijn voordat het warme water de keukenkraan heeft bereikt. Mocht een close-in-boiler geen optie zijn: het water dat door de lengte van de leidingen nog niet warm is, kan natuurlijk ook worden opgevangen om dit later te gebruiken om te koken, te drinken of de planten water te geven.

Door regenwater voor later op te slaan in een regenton of opslagvat, wordt het gebruik van leidingwater en de energie die nodig is om dit te produceren verminderd. Als het (schone) regenwater nog wordt afgevoerd op het vuilwaterriool, dan is het advies de hemelwaterafvoer af te koppelen en het regenwater te laten infiltreren in de grond. Daardoor wordt het grondwater aangevuld; verdroging wordt een steeds groter probleem. En er is veel energie nodig om regenwater te zuiveren dat onnodig vervuild is door de vermenging met het vuile water in het riool.

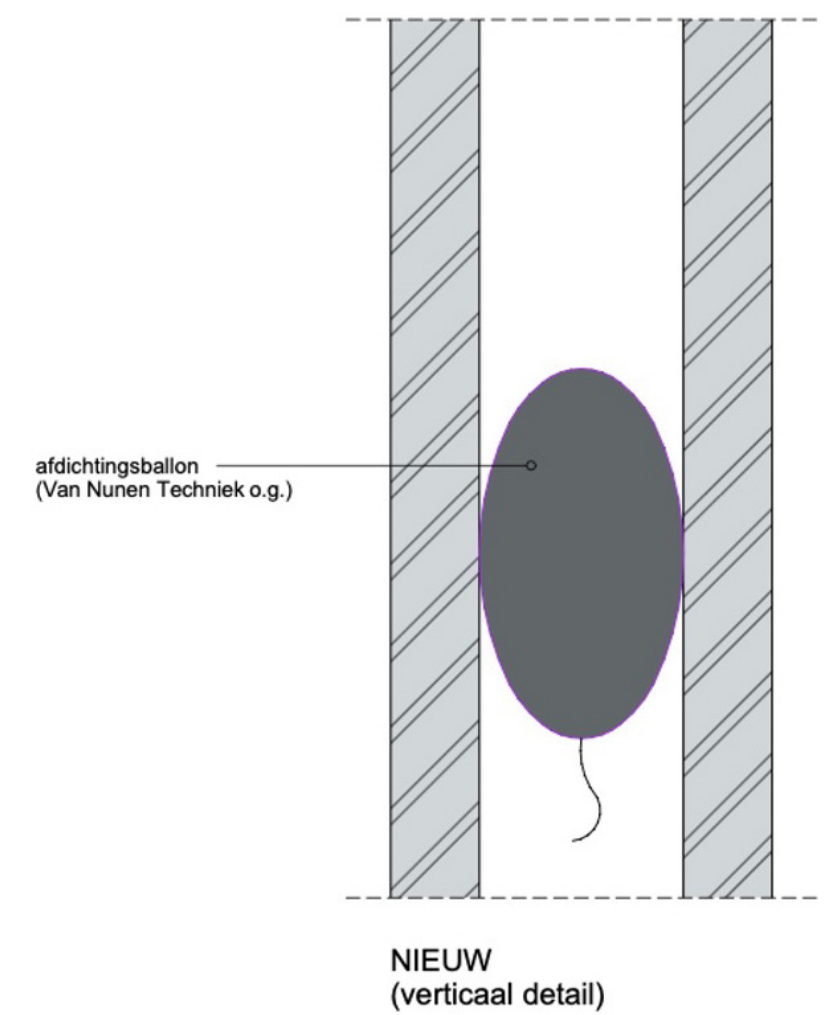
◀ **Afbeelding 10** Door het waterzijdig inregelen van de verwarmingsinstallatie is de warmte gelijkmatig verdeeld over de radiatoren.



GOED INGEREGELD VERWARMINGSSYSTEEM



SLECHT INGEREGELD VERWARMINGSSYSTEEM



Afbeelding 11 Met een schoorsteenballon is een rookkanaal eenvoudig af te dichten. De ballon wordt opgeblazen in het kanaal en kan ook weer verwijderd worden. ▲

3.3 PLANVORMING | DENKEN VANUIT HET GEBOUW EN HET HISTORISCHE GEBRUIK

In de paragrafen met betrekking tot de analysefase is al kort aangestipt dat het gebruik en de wijze van verduurzamen de eigenschappen van het gebouw zouden moeten volgen. Ter illustratie zijn in tabel 1 van een vijftal woningtypen veel voorkomende kenmerken benoemd die betrekking hebben op de bouwtechniek, de schikking van ruimtes, de kapvorm, de omgeving en de te verwachten historische waarden. Door deze kenmerken als startpunt te nemen voor de planvorming, kan qua comfort en rendement een optimaal resultaat worden bereikt en schade worden voorkomen.

In deze paragraaf wordt verder ingegaan op hoe gebouwen vroeger gebruikt werden, hoe dat zich heeft vertaald in bouwkundige kenmerken en op welke manier dat nu van invloed kan zijn op de verduurzaming.

3.3.1 Compartimentering of zonering

Historische huizen krijgen nog weleens het verwijt 'hokkerig' te zijn. Zelfs in ruim bemeten huizen van 250 tot 350m² waren de grootste kamers met een oppervlakte van 20 à 30m² meestal relatief klein. Dikwijls zijn de scheidingen tussen de vertrekken bij eerdere verbouwingen daarom al eens verwijderd, of is het voorstel dat te doen. Voor- en achterkamers, gescheiden door schuifdeuren, worden bijvoorbeeld samengevoegd tot één woonkamer. Of de keuken wordt met de woonkamer verbonden door een doorbraak in de wand (zie afbeelding 12). Zo ontstaat een aaneengesloten ruimte. Het gevolg van deze ontwikkeling is dat deze grote ruimtes geheel op een aangename temperatuur moeten worden gehouden. Dat sluit aan bij onze hedendaagse verwachtingen. Sinds de komst van de centrale verwarming zijn we gewend dat het overal in huis behaaglijk is.

Vroeger werden huizen anders bewoond. De compartimentering van de plattegrond – de opdeling in ruimtes – bood de mogelijkheid om alleen de kamers te verwarmen waar men verbleef. Aangezien de kamers relatief klein waren, kwamen ze snel op temperatuur. Vaak zat in de gang een tochtput, die warmteverlies bij het openen van de voordeur tegenging. Eventuele serres werden gebruikt om in de lente en herfst in het zonnetje te zitten. Het was hier dan snel aangenaam. Maar in de winter werden ze afgesloten, meestal met schuifdeuren (zie afbeelding 13). Tegenwoordig staan serres vaak in verbinding met de woonkamer en worden ze met radiatoren of een convectorput verwarmd. Dit is ongelukkig. Zelfs met isolatieglas zijn serres door het vele glas, de dunne houtconstructie en de vele naden en kieren feitelijk thermisch lek.

Door gebruik te maken van de oorspronkelijke compartimentering of deze te herstellen, kan veel energie worden bespaard. Het volume binnen het huis dat verwarmd moet worden, neemt daarmee sterk af. Een goed voorbeeld is de nog niet genoemde bergzolder. Als de zolder geen verblijfsruimte is en hier bijvoorbeeld alleen de kerstspullen staan, dan is het verstandig hier de vloer te isoleren (zie detailblad 3.08). Dat is aanzienlijk goedkoper dan het dak isoleren, zorgt ervoor dat de zolder buiten het te verwarmen volume valt, en gaat bovendien ook nog eens opwarming van de slaapkamers in de zomerperiode tegen.

Bergzolders, tochtportalen, vestibules, gangen, bijkeukens, serres en overkapte binnenplaatsjes kunnen gebruikt worden als 'aangrenzende onverwarmde ruimte', ook wel bufferruimte genoemd. In deze ruimte ligt de temperatuur tussen de binnen- en buitentemperatuur. Hierdoor is het warmteverlies vanuit de verwarmde vertrekken kleiner. In de zomer kan met bufferruimtes ook juist opwarming van het binnenklimaat worden tegengegaan. Als bufferruimtes worden gebruikt voor de aanvoer van frisse buitenlucht, dan kan de buitenlucht hier voorverwarmen (bijv. in een serre in de zon). Voorkomen zou moeten worden dat binnenlucht juist via de bufferruimtes wordt afgevoerd. Anders worden deze ruimtes een verzamelplaats voor condens. Zie paragraaf 3.6 voor een verdere toelichting op de mogelijke rol van aangrenzende onverwarmde ruimtes in de wijze van ventileren.

Een bijzondere vorm van een bufferruimte is een zogenaamde doos-in-doos-constructie. Deze oplossing wordt nog weleens voorgesteld om een nieuwe functie in een ruimte onder te brengen zonder daaraan grote wijzigingen aan te brengen. Bijvoorbeeld om een badkamer te creëren in een kamer met een monumentaal interieur. Deze is dan vormgegeven als losstaand volume dat afstand houdt van wanden en het plafond. Door het nieuwe volume te verwarmen en voor de ruimte daaromheen een tussenklimaat te kiezen, ontstaat ook een bufferruimte. Deze oplossing is niet nieuw: de dienstbodenkamers die in een historische kap vaak worden aangetroffen, zijn feitelijk ook doos-in-doos-constructies (zie afbeelding 14).

In een bufferruimte kunnen grote verschillen in temperatuur optreden. Als er sprake is van een monumentaal interieur met kwetsbaar houtwerk, textiel, papier, leer etc., dan zou van het gebruik als bufferruimte afgezien moeten worden (zie ook §3.3.3).

3.3.2 Massa en warmteaccumulatie

De meeste historische woonhuizen in Nederland hebben bakstenen gevels, houten vloeren en een houten dakconstructie, gedekt met dakpannen. In de gang en keuken ligt vaak een steenachtige vloer. De 'steens' buitengevels hebben geen spouw en een dikte die overeenkomt met de lengte van een baksteen, zo'n 21 cm. Spouwmuren komen vanaf 1920 vrij algemeen voor ter voorkoming van vochtdoorslag. Ze zijn dan nog geïsoleerd, want pas vanaf de oliecrisis van 1973 en '79 kwam er meer aandacht voor de isolatie van woningen. Jongere woningen zijn vaak vanaf de bouw al geïsoleerd, hebben spouwmuren en meestal steenachtige vloeren. Ze zijn vaker voorzien van een plat dak en hebben een minder gecompartmenteerde plattegrond. Binnen de gekozen vijf woningtypen, om de ontwerpprincipes voor het verduurzamen van een oud huis te illustreren, is de bungalow het beste voorbeeld van deze ontwikkeling.

Een 'klassiek' historisch huis heeft dus geen spouw die geïsoleerd kan worden. Het aan de buitenzijde isoleren is doorgaans geen optie; daarmee zou het aanzicht en karakter van het huis immers enorm veranderen. De enig overgebleven mogelijkheid is het isoleren van de gevels aan de binnenzijde met een voorzetwand. Door de isolatielaag worden de gevel en de massa die daarin zit van binnenuit niet meer opgewarmd. Dat maakt een groot verschil. Ten opzichte van een gemiddeld nieuwbouwhuis zit in een aan de binnenzijde geïsoleerde, historische woning veel minder massa. De vloeren zijn van hout in plaats van beton. De gevels zijn door de voorzetwand thermisch gezien afgekoppeld. Het geïsoleerde historische huis heeft daardoor veel minder warmteaccumulerend vermogen.

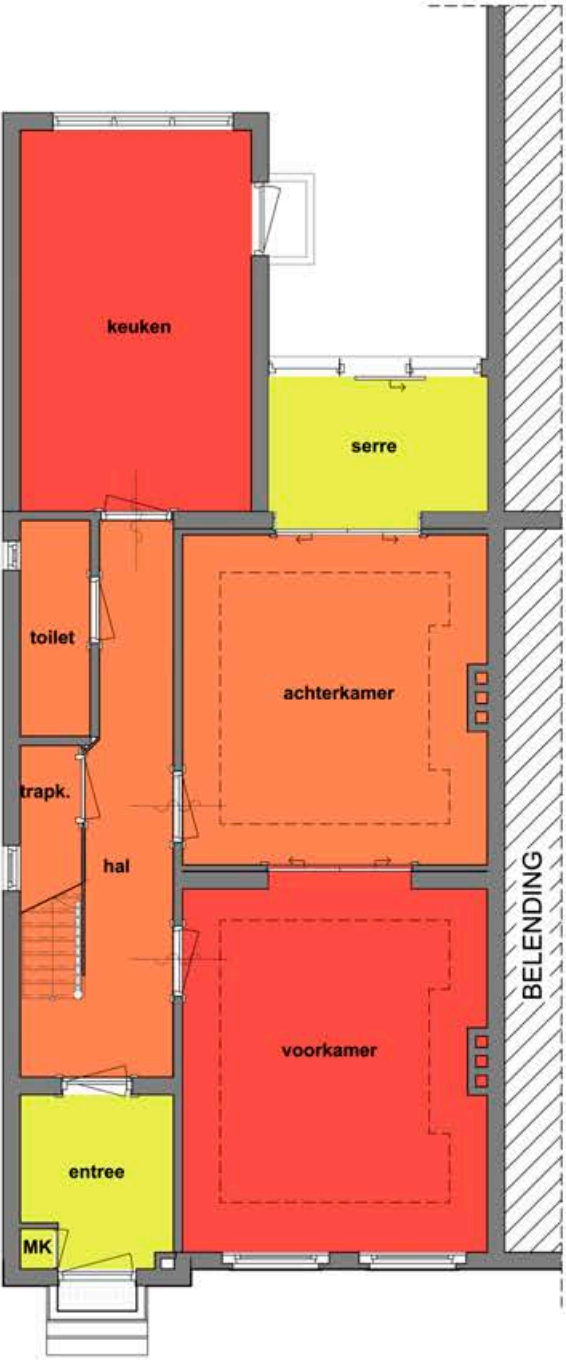
Onder warmteaccumulatie (accumulatie betekent opeenhoping) verstaat men het verschijnsel dat het energie en tijd kost om massa op te warmen en dat die daarna ook lang warm blijft. De warmte hoopt zich als het ware op in de massa. Lichte gebouwen warmen snel op, maar koelen ook weer snel weer af. Dat gebeurt bijvoorbeeld in een serre, die overdag zeer warm en 's nachts weer koud kan zijn. In een oude kerk met zware stenen muren en gewelven blijft het de hele zomer juist aangenaam koel. Door de massa van het gebouw is het binnenklimaat heel constant. Warmteaccumulatie wordt niet altijd begrepen. Zo komt het regelmatig voor dat bewoners de ramen van een kelder in de zomer openzetten om deze te ventileren, en de ramen in de winter dicht doen vanwege de kou. Het gevolg daarvan is dat de kelder niet opdroogt in de zomer, maar juist een plek wordt waar vocht uit de warme buitenlucht op de koude keldermuren condenseert. In de winter, als de kelder warmer is dan zijn omgeving en de buitenlucht weinig vocht bevat, kan door het sluiten van de ramen juist geen vocht worden afgevoerd. Het sluiten van de ramen in de zomer zorgt er ook voor dat de kelder langer koel blijft. Vroeger was dat van groot belang, omdat donkere en koele kelders gebruikt werden om levensmiddelen langer te bewaren.

De aanwezige massa is dus van groot belang voor het duurzaamheidsplan. Als er weinig warmteaccumulatie is, is het gemakkelijker om aan te sluiten op de historische wijze van gebruik: het verwarmen van het vertrek waar je bent. De ruimte is dan immers vrij snel op temperatuur. Dit leidt wel tot grotere verschillen in temperatuur en relatieve vochtigheid. Dat is soms onwenselijk, bijvoorbeeld vanwege een waardevol interieur (zie §3.3.3).

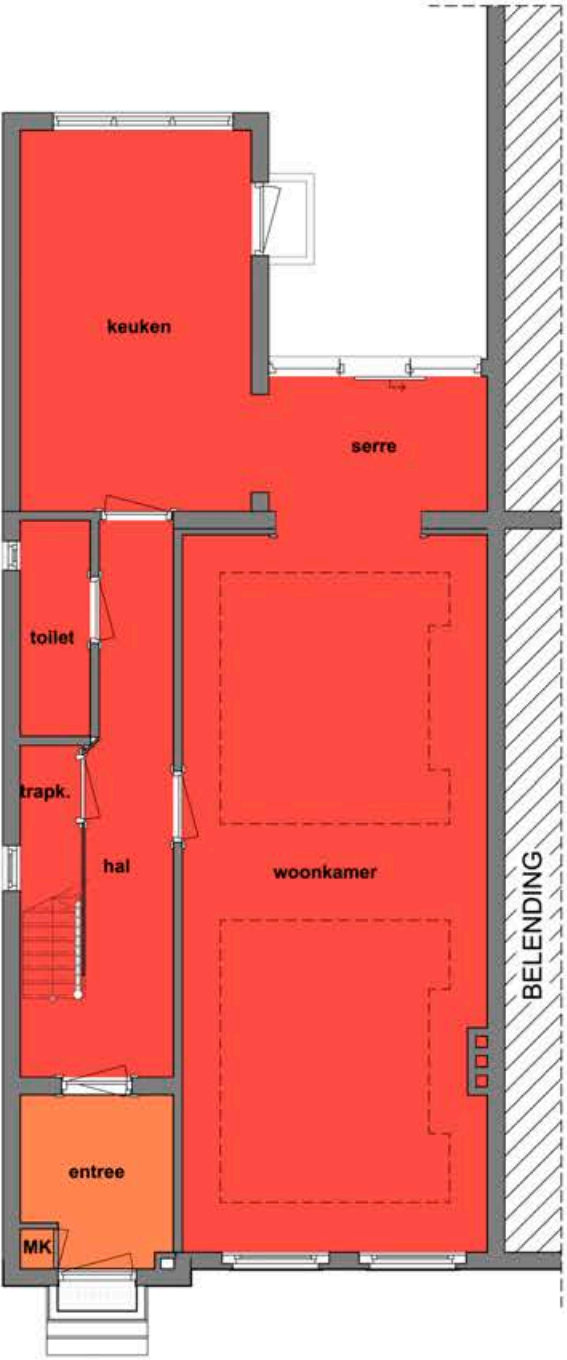
Als er veel massa aanwezig is, bijvoorbeeld in de vorm van een betonvloer, dan zal er meer continu verwarmd moeten worden. Dat leidt tot een constanter binnenklimaat met minder temperatuurverschillen. Een voordeel van deze situatie is, dat vanwege het warmteaccumulerend vermogen (duurzame) energie kan worden vastgelegd in de vloer op het moment dat er aanbod is. Doorgaans gebeurt dat met een vloerverwarming. De vloer fungeert daarmee als een soort 'warmtebatterij'.

In §3.5 wordt verder ingegaan op verwarmingsprincipes.

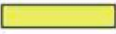
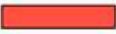
► **Afbeelding 12** In de loop der tijd is de compartimentering van historische plattegronden vaak deels verdwenen. Het gevolg is dat alle ruimtes warm gestookt moeten worden, ook als daar op dat moment niemand is. Door terug te vallen op de oorspronkelijke compartimentering kan een behoorlijke energiebesparing bereikt worden. Verkeersruimtes en serres kunnen gebruikt worden als aangrenzende, onverwarmde ruimte, ook wel bufferruimte genoemd. Hier ligt de temperatuur tussen de binnen- en buitentemperatuur. Om dit systeem goed te laten werken, is het wel nodig om de deuren naar de bufferruimtes – anders dan oorspronkelijk – zelfsluitend uit te voeren. Hiervoor zijn in de handel meerdere oplossingen beschikbaar, zoals deurveren, zelfsluitende scharnieren, inbouw deurdrangers of deurdrangers met schaararm.



OORSPRONKELIJKE SITUATIE



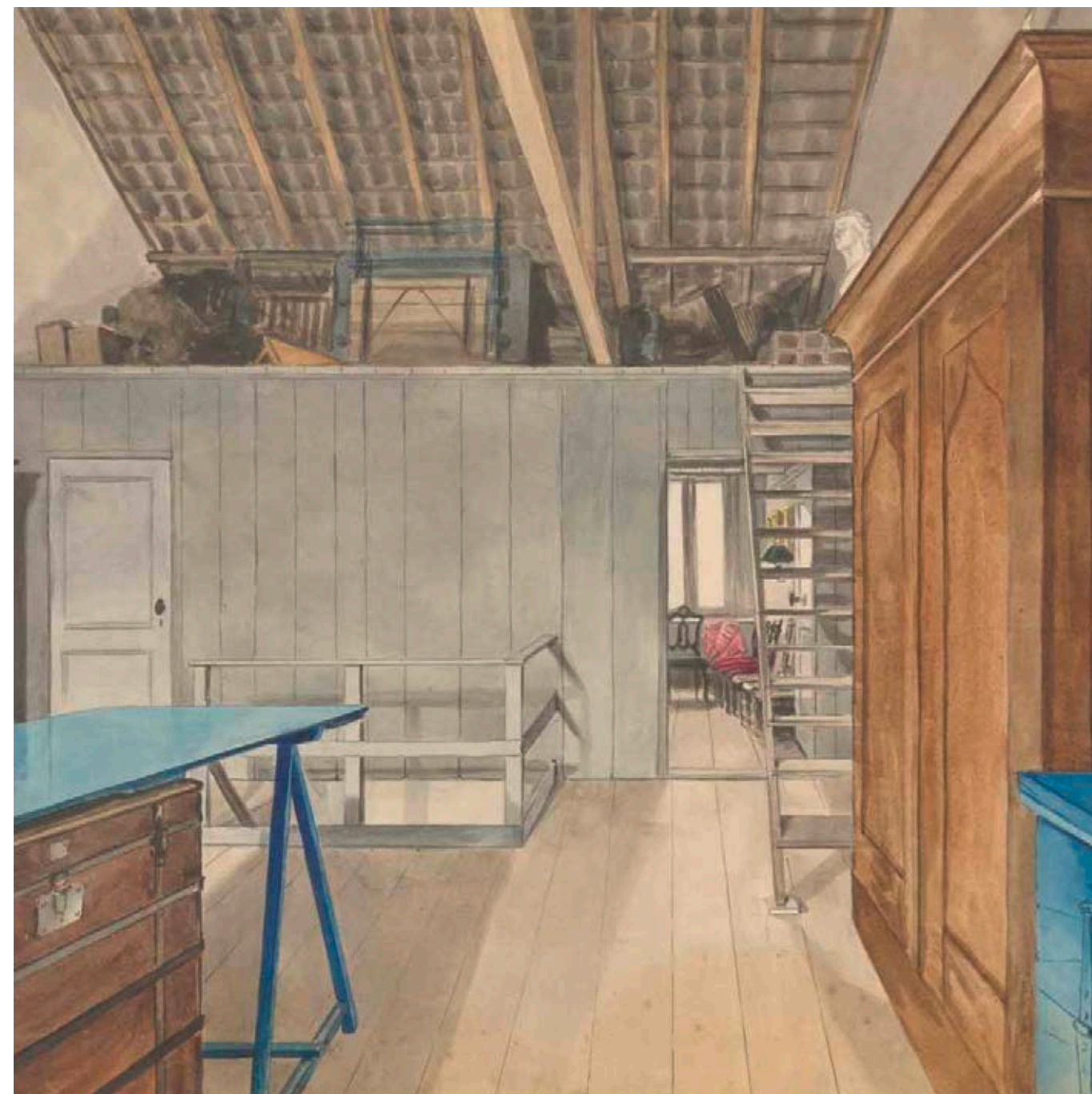
VEEL VOORKOMENDE HUIDIGE SITUATIE
(door centrale verwarming)

Renvooi	
	Aangrenzende onverwarmde ruimte
	Indirect verwarmde ruimte
	Verwarmde ruimte
	Zelfsluitende deuren





▲ **Afbeelding 13** Historische serres kunnen in de winter beter worden afgesloten, zoals hier bij een pand in Dieren. Door het afsluiten ontstaat in de serre een tussenklimaat, waardoor vanuit de verwarmde woonkamer minder energie ontsnapt.



▲ **Afbeelding 14** Dienstbodenkamers onder een historische kap zijn te zien als een vroege vorm van een doos-in-doos-constructie. Dat deze kamertjes aan het einde van de 19e eeuw waren afgezonderd in de kapverdieping was bepaald geen luxe. Erboven zijn de sporen en de onderzijde van de dakpannen te zien, waaruit blijkt dat de kap onbesloten was. De wind had vrij spel. Dat kwam ten goede aan het drogen van de was, die ook vaak op zolder hing.

Uitsnede van: Jan Hermanus Melcher Tilmes, *Interieur P.C. Hooftstraat 145, 1875-1895*. Coll. Amsterdam Museum.

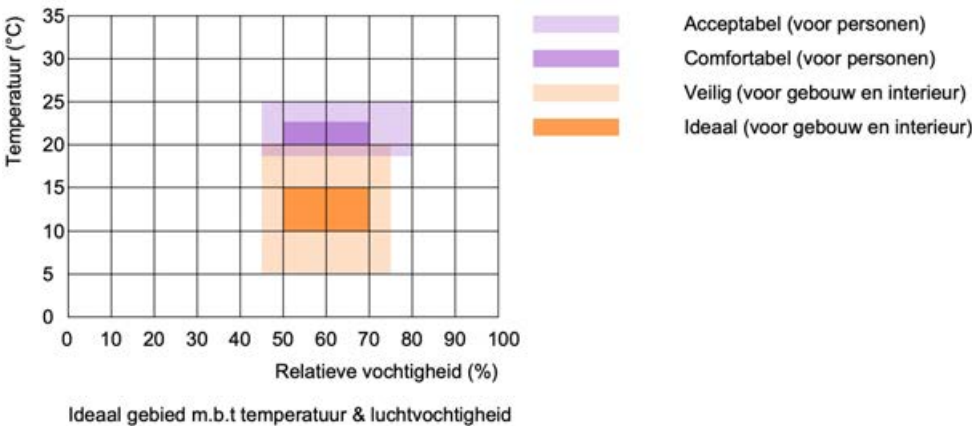
3.3.3 Behoud en besparing door aangepaste comforteisen

Aan het comfort in een oud huis worden vandaag de dag andere eisen gesteld dan bij de bouw. In de winter is 20°C tegenwoordig een normale binnentemperatuur. Vroeger lag die temperatuur een stuk lager. Bovendien werd niet het gehele huis verwarmd en was er meer natuurlijke ventilatie door gaten en kieren. Tocht en kou werd tegengegaan met de eerdergenoemde compartimentering en allerlei vormen van textiel, zoals dikke gordijnen, vloerkleden, wandtapijten, hemelbedden en warme kleren (zie afbeelding 15). Ook waren er bedstedes en zaten er veelvuldig luiken aan de binnen- of buitenzijde. Juist door dat binnenklimaat, dat voor ons tegenwoordig wat Spartaans aan doet, zijn veel oude gebouwen en waardevolle interieurs goed bewaard gebleven.

Voor de analysefase is eerder een historische waardenstelling geadviseerd. Bij een waardevol interieur is het extra belangrijk om na te gaan of de klimaatbehoeften van het gebouw, de interieurafwerkingen en eventuele waardevolle meubels niet zwaarder zouden moeten wegen dan het comfort van de gebruikers. De nu gebruikelijke, hogere binnentemperatuur leidt in de winter namelijk tot het risico op condensatie bij de buitenschil en tot een lagere relatieve luchtvochtigheid (RV) binnenshuis dan bij lagere temperaturen.

Met de relatieve luchtvochtigheid wordt de hoeveelheid vocht uitgedrukt als percentage van de hoeveelheid die de lucht maximaal kan bevatten. Een relatieve luchtvochtigheid van 100% betekent dus dat de lucht verzadigd is met waterdamp, wat leidt tot condensatie. Doordat warme lucht meer waterdamp kan bevatten dan koude lucht, daalt de relatieve luchtvochtigheid van buitenlucht die binnenshuis opgewarmd wordt als de hoeveelheid vocht in de lucht gelijk blijft. Als gevolg daarvan wordt er vocht aan de omgeving onttrokken, waardoor materialen uitdrogen, krimpen en misschien zelfs scheuren. Als er grote schommelingen in de temperatuur en relatieve vochtigheid zijn – bijvoorbeeld als bijeenkomsten met grote groepen mensen worden afgewisseld met periodes waarop ruimtes niet in gebruik en onverwarmd zijn – neemt het risico op schade toe. Bij een waardevol interieur zijn de relatieve vochtigheid en eventuele schommelingen daarom een belangrijk aandachtspunt.

Uit onderzoek blijkt dat voor mensen de temperatuur de belangrijkste factor is bij de comfortbeleving. Voor gebouwen is juist de relatieve luchtvochtigheid het meest van belang. Een te lage relatieve luchtvochtigheid leidt tot uitdroging, een te hoge tot schimmel en houtrot. Uit tabel 3 wordt duidelijk dat de behoeftes van de bewoners en een gebouw met een waardevol interieur maar minimaal overlappen.



▲ **Tabel 3** De wensen van gebruikers en de behoefte van een waardevol interieur lopen nogal uiteen. Alleen bij een temperatuur van 18°C en een luchtvochtigheid van tussen de 45 en 75% wordt aan beide belangen enigszins voldaan. Naar: ISSO-Praktijkboek Duurzaam Erfgoed, Rotterdam, 2023.

In tabel 3 is uitgegaan van een 'gewone' verwarming, waarbij met bijvoorbeeld radiatoren vooral de lucht opgewarmd wordt. Als er plaatselijk bijverwarmd wordt op het moment dat de ruimte in gebruik is, bijvoorbeeld met infraroodpanelen (zie §3.5.2), dan kan de basistemperatuur verder omlaag.

Tabel 4 laat zien bij welke maatregelen de meerderheid van de gebruikers nog tevreden is met een verlaging van de binnentemperatuur, en wat zo'n verlaging betekent voor het gasverbruik. Ook is vermeld wat aansluiten op het historisch gebruik – een dikke trui in de winter en het verwarmen van de ruimte waar je bent – qua besparing oplevert. Duidelijk is dat aangepaste comforteisen niet alleen tot het behoud van waardevolle gebouwonderdelen leiden, maar ook tot een flinke besparing op het energieverbruik. Dat ligt in lijn met de eerdere bevinding (zie §2.4) dat het gebruik sterk bepalend is voor het energieverbruik.

► **Afbeelding 15** Huizen werden vroeger anders bewoond. De kamers werden individueel verwarmd en waren niet al te groot, zodat ze binnen een redelijke termijn op temperatuur kwamen. Schuifdeuren tussen de kamers, dikke gordijnen en vloerkleden zorgden voor enige comfort, voor het tegengaan van tocht en kou. Uitsnede van: Jan Hermanus Melcher Tilmes, Interieur P.C. Hooftstraat 145, 1875-1895. Coll. Amsterdam Museum.

Aangepaste comforteisen	
80% van de mensen is tevreden vanaf:	Lager gasverbruik
19,5°C (met centrale verwarming)	kamerthermostaat één graad lager: -7,5%
18°C (met stralingswarmte)	kamerthermostaat 's nachts op 15 graden: -10%
12°C (met stoelverwarming)	dikke trui in de winter: -15%
	alleen verwarmen van de vertrekken die in gebruik zijn: -30%
naar: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	

▲ **Tabel 4** Door comforteisen aan het gebouw aan te passen, blijven waardevolle historische onderdelen behouden, maar is ook een flinke besparing op het gasverbruik te realiseren.



3.4 PLANVORMING | KEUZE VAN HET ISOLATIEMATERIAAL

3.4.1 Bewust kiezen

Het maken van een keuze voor een isolatiemateriaal gebeurt soms onbewust. Omdat het in de aanbieding is bij de bouwmarkt bijvoorbeeld. Of eerdere succesvolle toepassingen binnen andere projecten worden gekopieerd. Als een aannemer al weet hoe een bepaald isolatiemateriaal verwerkt moet worden, is het aantrekkelijk daar opnieuw voor te kiezen. Dat is in principe niet erg, mits dit niet tot verkeerde toepassingen leidt met ongewenste gevolgen, zoals houtrot, schimmel of vorstschade aan het metselwerk. Daarom is het goed om op een rij te zetten welke aspecten belangrijk zijn bij de keuze voor het type isolatie en precies te formuleren waarom welke keuzes gemaakt worden. Misschien blijkt dan dat die succesvolle toepassing bij dat andere project toch niet helemaal past bij de ambities voor het eigen project.

Bij het kiezen van het type isolatie kunnen vier eenvoudige stappen worden doorlopen (zie afbeelding 16):



▲ Afbeelding 16 Het maken van een keuze in vier stappen

Stap 1 Zet de belangrijkste ambities op een rij. Bedenk daarbij dat deze onderling afhankelijk zijn. Kosten zijn voor een opdrachtgever altijd belangrijk. Vanuit het oogpunt van monumentenzorg is een zo dun mogelijk pakket vaak wenselijk. Voor het behoud van de aarde moet de milieu-impact zo laag mogelijk zijn. Helaas is het zo dat de beste isolerende materialen relatief duur zijn en dat duurzame, hernieuwbare materialen vaak weer minder goed isoleren waardoor grotere diktes van de isolatielaag nodig zijn om een gelijke isolatiewaarde te halen als bij een 'traditionele' isolatie.

Stap 2 Maak een goede analyse van het te isoleren gebouw (zie daarvoor de paragrafen 2.1 t/m 2.3). Bekijk de verschillende gebouwonderdelen en hun positie in het gebouw, en de condities waaraan de bouwdelen aan de buitenzijde (oriëntatie: regen op de zuidwestzijde) en binnenzijde (gebruik: woonvocht door wassen en koken) worden blootgesteld. Een technische inspectie van de gevel, het interieur en/of de houten gebouwonderdelen geeft een eerste indicatie.

Stap 3 Kies op basis van de gebouw(deel)analyse een isolatiesysteem. Gebruik daarvoor Tabel 5.

Stap 4 Kies het isolatiemateriaal dat binnen de mogelijkheden van het isolatiesysteem de meeste ambities dient.

3.4.2 Isolatiesystemen

Een indeling in isolatiesystemen of -methoden is niet heel gebruikelijk, maar het kan helpen bij het begrijpen van de verschillen tussen de systemen en onder welke omstandigheden welk systeem toegepast kan worden. In principe zijn er drie isolatiemethoden te onderscheiden:

- A. Traditionele, dampremmende isolatiemethoden zijn isolatiemethoden waarbij waterdamptransport door de buitenschil van het gebouw zowel in de winter als in de zomer sterk wordt beperkt. De dampdichting wordt verkregen doordat het isolatiemateriaal min of meer dampdicht is (schuimglas is een voorbeeld) of door het gebruik van een dampremmende folie. Materialen en folies verschillen in de mate waarin ze de waterdampstroom tegengaan. Er zijn materialen die min of meer dampdicht zijn, hoewel imperfecties in de uitvoering ervoor zorgen dat de term 'dampremmend' vaak beter op zijn plaats is, en materialen die in meerdere of mindere mate de dampstroom verhinderen.
- B. Hybride isolatiemethoden zijn methoden waarbij het waterdamprtransport in de winter van binnen naar buiten zoveel mogelijk wordt beperkt, terwijl in de zomer juist de droging naar binnen toe wordt bevorderd. Het isolatiemateriaal is dampopen, en wordt gecombineerd met een vochtvariabele, dampremmende laag, ook wel een slimme damprem of klimaatfolie genoemd.
- C. Dampopen, capillair actieve isolatiemethoden zijn isolatiemethoden waarbij het waterdamptransport zowel in de winter als in de zomer niet wordt beperkt. Het isolatiemateriaal is in staat condenswater op te slaan, dit her te verdelen over de isolatielaag, en door de capillaire werking, afhankelijk van het seizoen, naar binnen of buiten af te voeren waar het vocht kan verdampen.

Het is belangrijk om te beseffen dat voor een deel van de producten waarvan geclaimd wordt dat ze capillair actief zijn, geldt dat dit niet is aangetoond. Het is een beetje technisch maar: een capillair actief materiaal zou

een hoge waterabsorptiecoëfficiënt van $A = 0,5\text{--}1,0 \text{ kg/m}^2\text{s}^{1/4}$ en een laag waterdampdiffusieweerstandsgetal van $\mu = 5\text{--}15$ moeten hebben. Het volledig dampopen isoleren met een materiaal dat niet aantoonbaar in staat is om water op te slaan – een voorbeeld is een voorzetwand bij een gevel met minerale wol en zonder damprem – wordt afgeraden omdat daardoor condens in de constructie kan ontstaan, met schimmel en houtrot tot gevolg.

In het detailgedeelte van dit boek (Deel B) wordt vooral het onderscheid gemaakt tussen traditioneel dampremmend en dampopen capillair actief isoleren (zie hiervoor bijvoorbeeld detailblad 2.01). In de opbouw van de constructie is er immers weinig verschil tussen methode A en B: in beide gevallen wordt er doorgaans aan de warme zijde een dampremmende laag toegepast, waarvan alleen de dampremmendheid verschilt. Een voorbeeld van methode B is getoond op detailblad 5.11.

3.4.3 Regenbelasting en gebruik

Bij het kiezen van een isolatiesysteem, geplaatst aan de binnenzijde van een gevel, zijn twee aspecten van belang:

1. De regenbelasting op de gevel. Deze is het grootste bij de zuidwestelijk georiënteerde gevels, waarbij regen niet gehinderd wordt door omringende bebouwing of vegetatie.
2. De vochtbelasting van binnenuit, als gevolg van het gebruik van de binnenruimte. Deze is in woningen het grootst in natte ruimtes, zoals bijvoorbeeld de badkamer, de keuken, een eventueel zwembad of een sauna.

Wanneer de vochtbelasting van buitenaf en binnenuit bekend zijn, kan met behulp van de onderstaande tabel een keuze gemaakt worden voor het isolatiesysteem.

Op detailblad 3.01 wordt uitgelegd wat het verschil is voor de balkkoppen als ertussen wel of niet geïsoleerd wordt.

		Interne vochtbelasting	
		Droog: de vertrekken in een woning waar geen vochtproductie plaatsvindt, zoals een woon- of studeerkamer ⁵	Nat: de vertrekken in een woning waar wel vochtproductie plaatsvindt, zoals keukens en badkamers ⁶
Externe vochtbelasting	Droog	• Zet in op maximale isolatie. • Elke isolatiemethode is geschikt, kies voor een isolatiemateriaal met een lage warmtegeleidingscoëfficiënt • Soms is een dampopen capillair actief-systeem (C) bevorderlijk voor de droging.	• Kies een dampremmend isolatiesysteem (A), bij voorkeur met een hoge mate van dampremmendheid (dampdicht).
	Nat	• Kies een vochtregulerend binnenisolatiesysteem, met een dampopen en vochtbestendig isolatiemateriaal (B). Een dergelijk systeem kan de droging bevorderen omdat de binnenruimte droog is. • Of kies bij een iets nattere gevel een dampopen capillair actief-systeem (C). Dat bevordert de droging mits de binnenafwerking ook dampopen is (en blijft), en oude afsluitende afwerklagen op de gevel voor het aanbrengen van het systeem zijn verwijderd. • Plaats geen dampdicht isolatiesysteem (A), dat geeft een grote kans op houtrot. • Zet bij heel natte gevels in op maximale droging en plaats geen isolatie rondom de balkkoppen, zeker wanneer de ambitie om de historische waarden in stand te houden belangrijker is dan de ambitie om energie te besparen. <i>Let op: een hoge vochtbelasting van buitenaf kan een reden zijn om de constructie en isolatie van de voorzetwand van de gevel te scheiden door middel van een met buitenlucht geventileerde luchtsponw (zie detailblad 2.07).</i>	• Zet in op maximale droging; beperk het risico. • Plaats geen isolatie rondom de balkkoppen. <i>Let op: een hoge vochtbelasting van binnen- en buitenaf kan een reden zijn om de constructie en isolatie van de voorzetwand van de gevel te scheiden door middel van een met buitenlucht geventileerde luchtsponw (zie detailblad 2.07).</i>

▲ **Tabel 5** Indeling van isolatiemethoden bij het aan de binnenzijde isoleren van een gevel, op basis van de in- en externe vochtbelasting ter plaatse van de houten balkkoppen (naar: DOBBELS 2017). Het wetenschappelijk onderzoek naar houten balkopleggingen en isolatie aan de binnenzijde is gaande, en de kennis is nog steeds in ontwikkeling.

5. Binnenklimaat 1 en 2 volgens Tammes E. en B.H. Vos (1980) Warmte- en vochttransport in bouwconstructies. Binnenklimaatklasse 1 zijn typisch garages en schuren. Binnenklimaatklasse 2 zijn typisch kamers met een lichte bezetting en geen vochtproductie, zoals woonkamers en studeerkamers.
6. Binnenklimaat 3 en 4 volgens Tammes E. en B.H. Vos (1980) Warmte- en vochttransport in bouwconstructies. Binnenklimaatklasse 3 zijn typisch keukens en badkamers waar regelmatig vochtproductie plaats vindt. Ook vertrekken met een beperkte luchtbevochtiging vallen hier onder. Binnenklimaatklasse 4 zijn typisch ruimtes waar meer continue de vochtproductie hoog is, zoals zwembaden en sauna's die sporadisch bij woonhuizen voorkomen.

Isolatiemateriaal

Calciumsilicaat

1. Beschrijving
Calciumsilicaat is een thermische isolatie van kalk en siliciumdioxide. Het wordt vervaardigd uit kalk en siliciumdioxide. Het wordt vervaardigd uit kalk en siliciumdioxide. Het wordt vervaardigd uit kalk en siliciumdioxide.

2. Materiaaltipe
Natuurlijk

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Gemiddeld

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Cellulose

1. Beschrijving
Cellulose is een natuurlijk isolatiemateriaal vervaardigd uit gereinigde papier. Het wordt vervaardigd uit gereinigde papier. Het wordt vervaardigd uit gereinigde papier.

2. Materiaaltipe
Natuurlijk

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

EPS

1. Beschrijving
EPS (Extruderde Polystyreen) is een kunstmatig isolatiemateriaal vervaardigd uit polystyreen. Het wordt vervaardigd uit polystyreen. Het wordt vervaardigd uit polystyreen.

2. Materiaaltipe
Kunstmatig

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Houtwol

1. Beschrijving
Houtwol is een natuurlijk isolatiemateriaal vervaardigd uit hout. Het wordt vervaardigd uit hout. Het wordt vervaardigd uit hout.

2. Materiaaltipe
Natuurlijk

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Kokos

1. Beschrijving
Kokos is een natuurlijk isolatiemateriaal vervaardigd uit kokos. Het wordt vervaardigd uit kokos. Het wordt vervaardigd uit kokos.

2. Materiaaltipe
Natuurlijk

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Resolschuim

1. Beschrijving
Resolschuim is een kunstmatig isolatiemateriaal vervaardigd uit polyurethaan. Het wordt vervaardigd uit polyurethaan. Het wordt vervaardigd uit polyurethaan.

2. Materiaaltipe
Kunstmatig

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Biofoam

1. Beschrijving
Biofoam is een kunstmatig isolatiemateriaal vervaardigd uit biologisch afbreekbare materialen. Het wordt vervaardigd uit biologisch afbreekbare materialen. Het wordt vervaardigd uit biologisch afbreekbare materialen.

2. Materiaaltipe
Natuurlijk

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Vlas

1. Beschrijving
Vlas is een natuurlijk isolatiemateriaal vervaardigd uit vlas. Het wordt vervaardigd uit vlas. Het wordt vervaardigd uit vlas.

2. Materiaaltipe
Natuurlijk

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

Glaswol

1. Beschrijving
Glaswol is een kunstmatig isolatiemateriaal vervaardigd uit glas. Het wordt vervaardigd uit glas. Het wordt vervaardigd uit glas.

2. Materiaaltipe
Kunstmatig

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Isolatiemateriaal

XPS

1. Beschrijving
XPS (Extruderde Polystyreen) is een kunstmatig isolatiemateriaal vervaardigd uit polystyreen. Het wordt vervaardigd uit polystyreen. Het wordt vervaardigd uit polystyreen.

2. Materiaaltipe
Kunstmatig

3. Isolatieklasse
Gemiddeld

4. Dampweerstand
Hoop

5. Warmtegeleidscoëfficiënt
Deur hang

6. Waterabsorptie
Hoop

7. Vochtbestendigheid
Hoop

8. Vuurbestendigheid
Hoop

9. Brandveiligheidsklasse
Hoop

10. Mechanische spanning
Hoop

Afbeelding 17 Op de website van de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg zijn overzichtelijke prestatiebladen van isolatiematerialen en folies opgenomen. Zie: <https://www.stichtingerm.nl/professionals-monumentenzorg/prestatiebladen-isolatiematerialen-en-folies>

3.4.4 Isolatiematerialen

Op de website van Stichting ERM zijn de technische eigenschappen van de meest gebruikelijke isolatiematerialen en folies overzichtelijk weergegeven (zie afbeelding 17). Ook is de milieuclassificatie (zie §3.1.6 – rias Ecologica) opgenomen.

3.4.5 Aandachtspunten

Een belangrijk aandachtspunt is de dampdichtheid van de buitengevel. Een bouwphysische vuistregel is dat de opbouw van een constructie van binnen naar buiten toe steeds dampopener moet worden. Wanneer de buitengevel dampdicht(er) is, bijvoorbeeld doordat deze is opgebouwd uit verblendstenen of geglazuurde stenen, of omdat deze in het verleden is gehydrofobeerd of geschilderd, wordt daar dus niet aan voldaan. In die gevallen kan na-isolatie risicovol zijn.

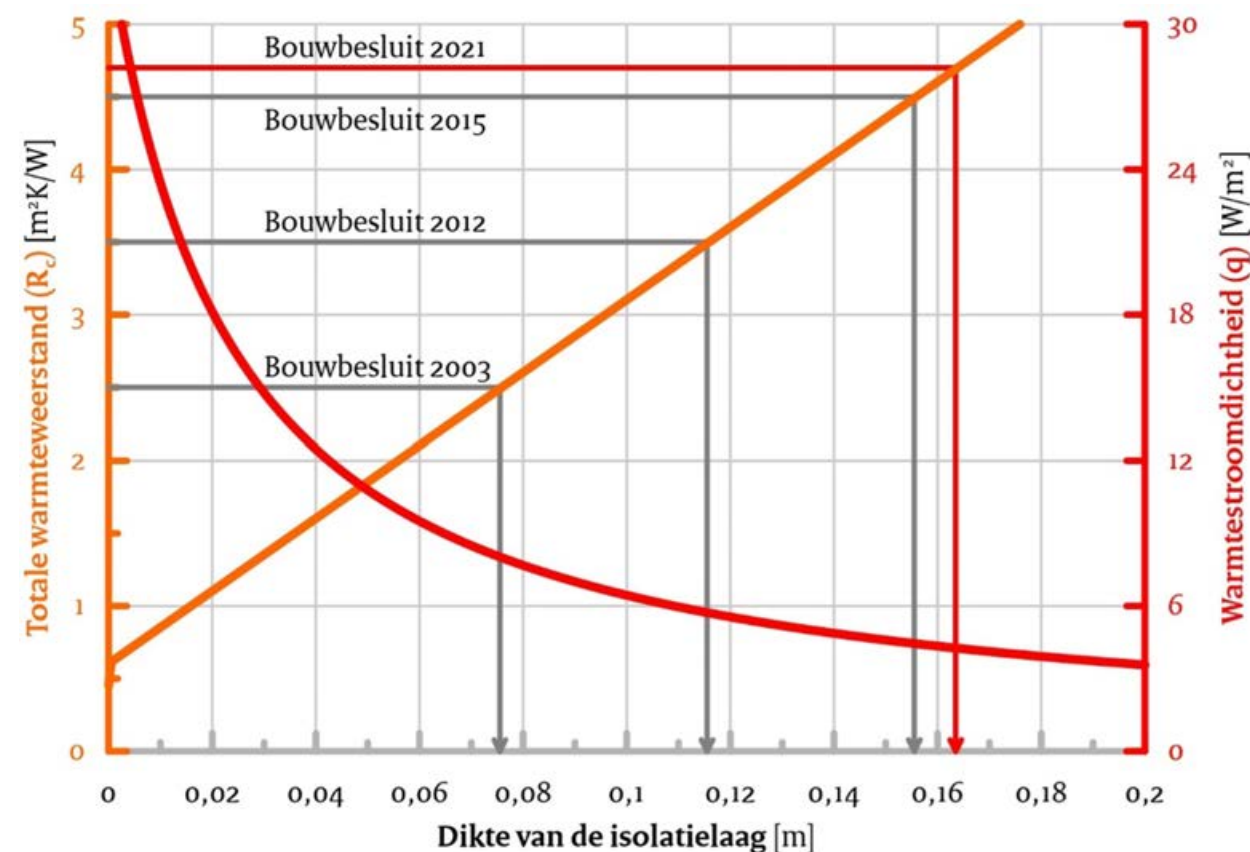
De reden daarvoor is als volgt. De droogsnelheid van de gevel aan de buitenzijde is door de dampdichte afwerking al sterk verminderd en neemt door de afkoeling als gevolg van het isoleren verder af. Een dampdicht binnenisolatiesysteem zorgt er bovendien voor dat droging aan de binnenzijde ook niet meer kan plaatsvinden. Daardoor kan vocht in de gevel opgesloten worden. Maar ook bij dampopen capillair actieve systemen, waarbij de droging naar binnen toe wel blijft bestaan, zal het metselwerk kouder worden en daarmee de droogsnelheid aan de buitenzijde verminderen. Bovendien is er de mogelijkheid om meer vocht van binnenaf aan te voeren. Daardoor kan ook bij een dampopen capillair actief systeem schade ontstaan. Voorzichtigheid is geboden bij een dampdichte(re) buitengevel, en extern advies van een bouwphysisch adviseur is aan te bevelen.

3.4.6 Dikte van de isolatie

De dikte van een isolatielaag die aan de binnenzijde van een huis kan worden toegevoegd is niet onbegrensd. Beperkingen volgen uit het gebruik van het huis, de bouwphysica of aansluitingen op andere bouwonderdelen (zie voor voorbeelden detailblad 3.03). Dat de beschikbare ruimte niet altijd voldoende is om de gewenste isolatiewaarde te realiseren, is geen groot probleem. Ter geruststelling: de eerste centimeters isolatie geven duidelijk de grootste reductie van het warmteverlies. Daarna neemt het rendement steeds sneller af. Bij een heel dik isolatiepakket zou het zelfs weleens zo kunnen zijn, dat de energie die gebruikt wordt bij het maken van de extra centimeters isolatie, groter is dan de besparing op energie tijdens het gebruik.

Afbeelding 18 laat zien welke isolatiewaarde nu vereist is in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) bij gevels van nieuwbouwwoningen. En welke eisen in eerdere versies van het Bouwbesluit golden, de voorganger van het Bbl. Ook toont de afbeelding welke dikte van de isolatie er nodig geweest was om de vereiste waarden te halen, als de isolatie in een voorzetwand aan de binnenzijde van een 30cm dikke baksteenmuur zou worden aangebracht. In 2003 ging het om ongeveer 7,5cm isolatie; sinds 2021 is al ruim 16cm nodig. Uit de afbeelding blijkt verder dat de isolatiewaarde lineair toeneemt met de dikte: een tweemaal zo dikke isolatielaag leidt tot een tweemaal zo hoge isolatiewaarde (oranje lijn). De rode lijn toont de energiestroom door een vierkante meter gevel. Te zien is dat die lijn bijna uitvlakt naarmate de dikte van de isolatie (en de isolatiewaarde) toeneemt. Extra centimeters isolatie zijn steeds minder effectief. Een concreet voorbeeld: het aanbrengen van 2 centimeter houtvezelisolatie op een ongeïsoleerde muur levert al 35% minder energieverlies op, terwijl de sprong van 10 naar 12 centimeter houtvezelisolatie een extra besparing oplevert van 1% (65% in plaats van 64%).

Dat extra centimeters isolatie steeds minder effectief zijn, wil niet zeggen dat een eigenaar niet zou moeten streven naar een zo goed mogelijk geïsoleerde woning, als er geen redenen zijn om dat niet te doen. Eerder is immers gebleken dat suboptimale verduurzamingen uit het verleden een belemmering kunnen zijn om verder te verduurzamen (zie §3.1.4).



▲ **Afbeelding 18** Eisen uit het Bouwbesluit m.b.t. de isolatiewaarde van gevels van nieuwbouwwoningen, het gevolg voor de dikte van de isolatielaag en de daarmee gepaard gaande energiestroom.
Bron: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.⁷

7. Deze grafische weergave is gebaseerd op een berekening met de volgende gegevens: metselwerk: d= 30cm, $\lambda= 0,8$ W/mK, minerale wol $0 \leq d \leq 20$ cm, $\lambda = 0,04$ W/mK. De warmtestroomdichtheid is bepaald bij een temperatuurverschil van 20°C.

3.5 PLANVORMING | KEUZE VAN DE VERWARMINGSINSTALLATIE

3.5.1 Warmtetransitie

De meeste woningen hebben nog een cv-ketel en worden dus verwarmd met aardgas. Landelijk is afgesproken om uiterlijk in 2050 alle woningen in Nederland van het aardgas af te hebben. Daarmee gaan we verdere opwarming van de aarde tegen, krijgen we een gezondere leefomgeving en zijn we minder afhankelijk van andere landen.

Gemeenten zijn in het Klimaatakkoord uit 2019 aangewezen als de regisseurs van de warmtetransitie voor de gebouwde omgeving. Naast een visie stellen zij in overleg met bewoners en gebouweigenaren per buurt een uitvoeringsplan op: het zogenaamde wijkuitvoeringsplan. Hierin staat onder andere wanneer een wijk wordt afgesloten van het gas en welke duurzame warmteoplossing er wordt gekozen, zoals het gebruik van aardwarmte bijvoorbeeld (geothermie) of restwarmte van industrie. Vaak gaat het om collectieve oplossingen, waarbij de alternatieve oplossing wordt aangeboden via een warmte- of (groen) gasnet, maar individuele oplossingen zijn ook mogelijk. Meestal gaat het dan om een warmtepomp. Hiervan bestaan meerdere soorten.

Bij de meeste warmteoplossingen wordt er verschil gemaakt tussen hoge temperatuur (HT: >70°C), middentemperatuur (MT: 50-70°C) en lage temperatuur (LT: 30-50°C). Kort samengevat is hoge temperatuur nodig voor slecht geïsoleerde woningen met label E t/m G, middentemperatuur voor matig geïsoleerde woningen met label B t/m D en lage temperatuur of zelfs zeer lage temperatuur (ZLT: <30 °C) voor de best geïsoleerde woningen.

Het is niet nodig om op de gemeente of het wijkuitvoeringsplan te wachten met het aanpassen van een woning of verwarmingsinstallatie. In paragraaf 3.1.6 is al gezegd dat het goed isoleren van de buitenschil altijd loont, ongeacht de verwarmingsoplossing. Daarbij kan ook gekeken worden naar andere vormen van warmteafgifte, omdat een duurzame installatie meestal op een lagere temperatuur zal verwarmen dan de ouderwetse cv-ketel waardoor het afgifte-oppervlak vaak te klein is om genoeg warmte af te geven.

3.5.2 Warmteafgifte

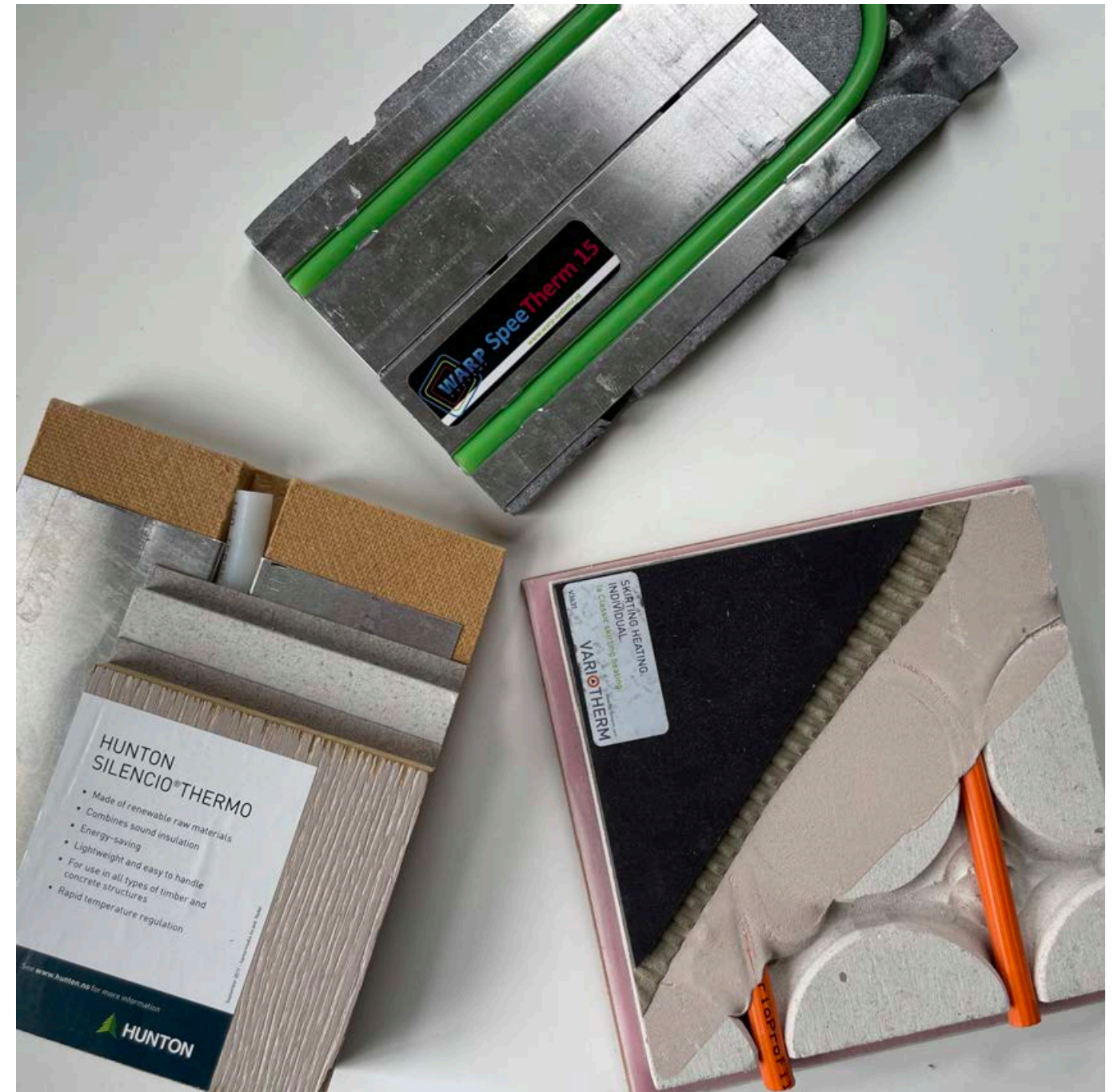
De warmte van de centrale verwarming wordt in het grootste deel van de Nederlandse huizen nog steeds afgegeven door radiatoren (of convectoren). Deze verwarmen vooral de lucht en hangen meestal onder het raam. De warme lucht stijgt op en duwt de lucht omhoog die door afkoeling aan het raam naar beneden wil vallen, de zogenaamde koudeval. De luchtstroming die radiatoren creëren, geeft ook een ongelijke temperatuurverdeling. De warmste plekken in de kamer in de kamer zijn bij de radiator en onder het plafond. Bij de vaak hoge plafonds in historische gebouwen duurt het dus even voordat het ook op het leefniveau behaaglijk is. Dan is het onder het plafond nog een stuk warmer.

Aangezien traditionele radiatoren een aanvoertemperatuur van 65 tot 85°C nodig hebben om het huis aangenaam te verwarmen, is relatief veel energie nodig om het water in het systeem te verwarmen. Bij het maken van een verduurzamingsplan zal daarom altijd gekeken worden hoever de temperatuur van de verwarming kan worden verlaagd met behoud van comfort. Daardoor hoeft de cv-ketel minder hard te werken en komt een rendabele toepassing van een warmtepomp (zie §3.5.3) ook eerder in zicht. Zo'n warmtepomp functioneert namelijk het meest efficiënt wanneer het verschil tussen de temperatuur van de bodem, waaraan de pomp energie onttrekt (de bodem, buitenlucht of ventilatielucht) en de temperatuur in het verwarmingssysteem zo klein mogelijk is.

Om voldoende warmte te kunnen afgeven, is bij een lagere watertemperatuur dus wel meer oppervlakte nodig. Vloerverwarming is daarom een ideale combinatie met een lage(re) temperatuur. Vloerverwarming verwarmt gelijkmatiger dan bij radiatoren en verwarmt de ruimte meer op het laagste punt. Deze verwarming geeft vooral stralingswarmte dus minder luchtbewegingen. Vloerverwarming is in een historische woning in meer situaties mogelijk dan gedacht. Vaak is de verwachting dat voor dit type verwarming een betonvloer nodig is, maar er zijn ook droogbouwvloerverwarmingssystemen met een beperkte opbouwhoogte die op een houten vloer kunnen worden toegepast (zie hiervoor detailblad 1.03 en afbeelding 19). Het voordeel van zo'n droogbouwvloerverwarming is dat hij relatief snel opwarmt, het nadeel is dat warmte er minder goed in kan worden vastgelegd dan bij een betonvloer (zie §3.3.2). De snelheid waarmee een droogbouwvloerverwarming opwarmt en de mate waarin er energie in kan worden opgeslagen, hangt af van het type plaat waarin de verwarmingsleidingen liggen (dat kan bijvoorbeeld EPS, stroplaat of gipsvezelplaat zijn) en de afwerking daarop (tegels bijvoorbeeld of PVC).

Als vloerverwarming niet mogelijk is vanwege een fraaie parketvloer en het ontbreken van ruimte voor een vloerverhoging, dan is wandverwarming mogelijk een alternatief. Wandverwarming is qua technische uitvoering zeer vergelijkbaar met vloerverwarming en is een mooie combinatie met een geïsoleerde voorzetwand (zie detailblad 2.02). Bij hoge ruimtes is het niet nodig de wandverwarming tot bovenaan door te zetten; de warmte die de wand uitstraalt bereikt de gebruikers daar niet. Over het algemeen is wandverwarming tot een hoogte van 2,5m nuttig. Bij het ontwerpen van de installatie zou rekening gehouden moeten worden met de plaats van eventuele kasten of een keukenblok, die de warmteafgifte door de wand belemmeren. Bij vloerverwarming is dit overigens eveneens een aandachtspunt.

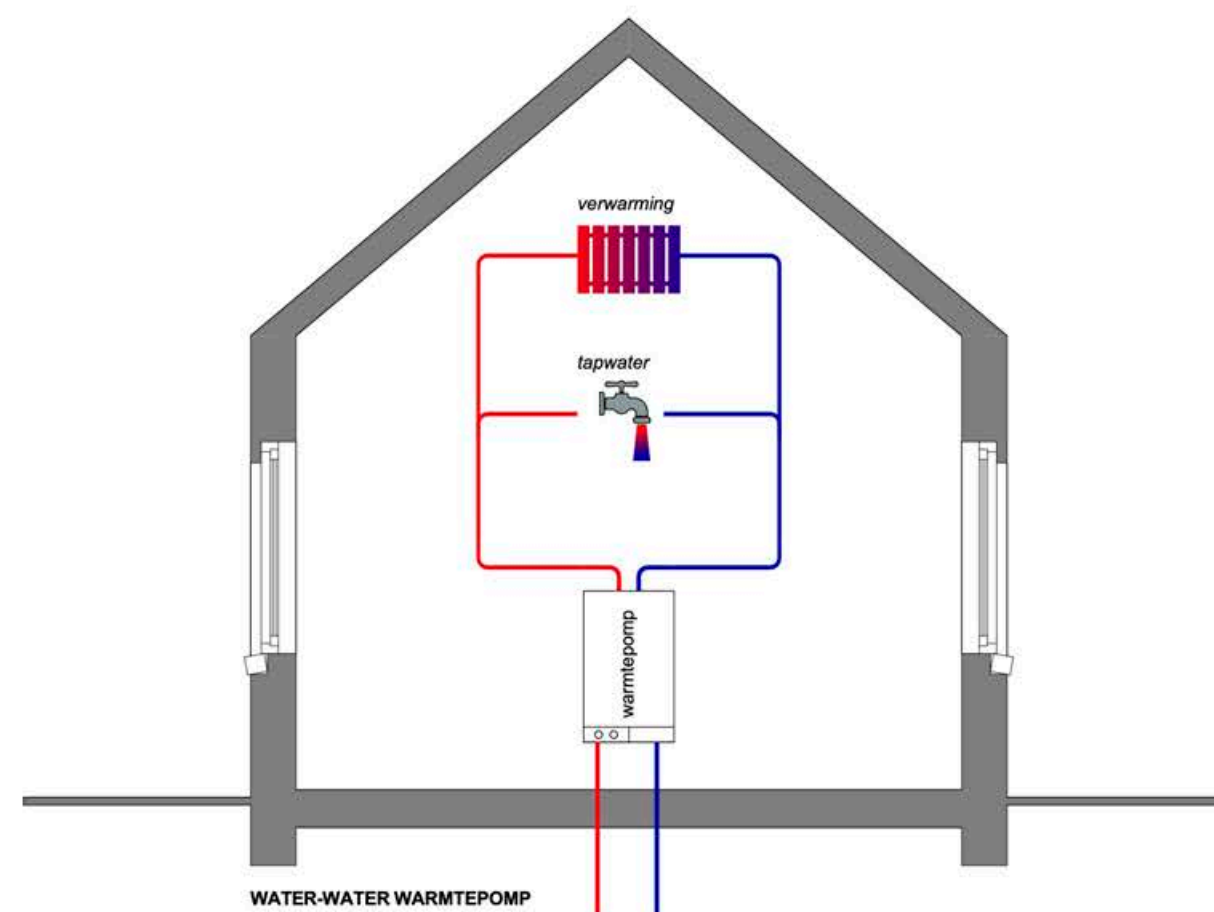
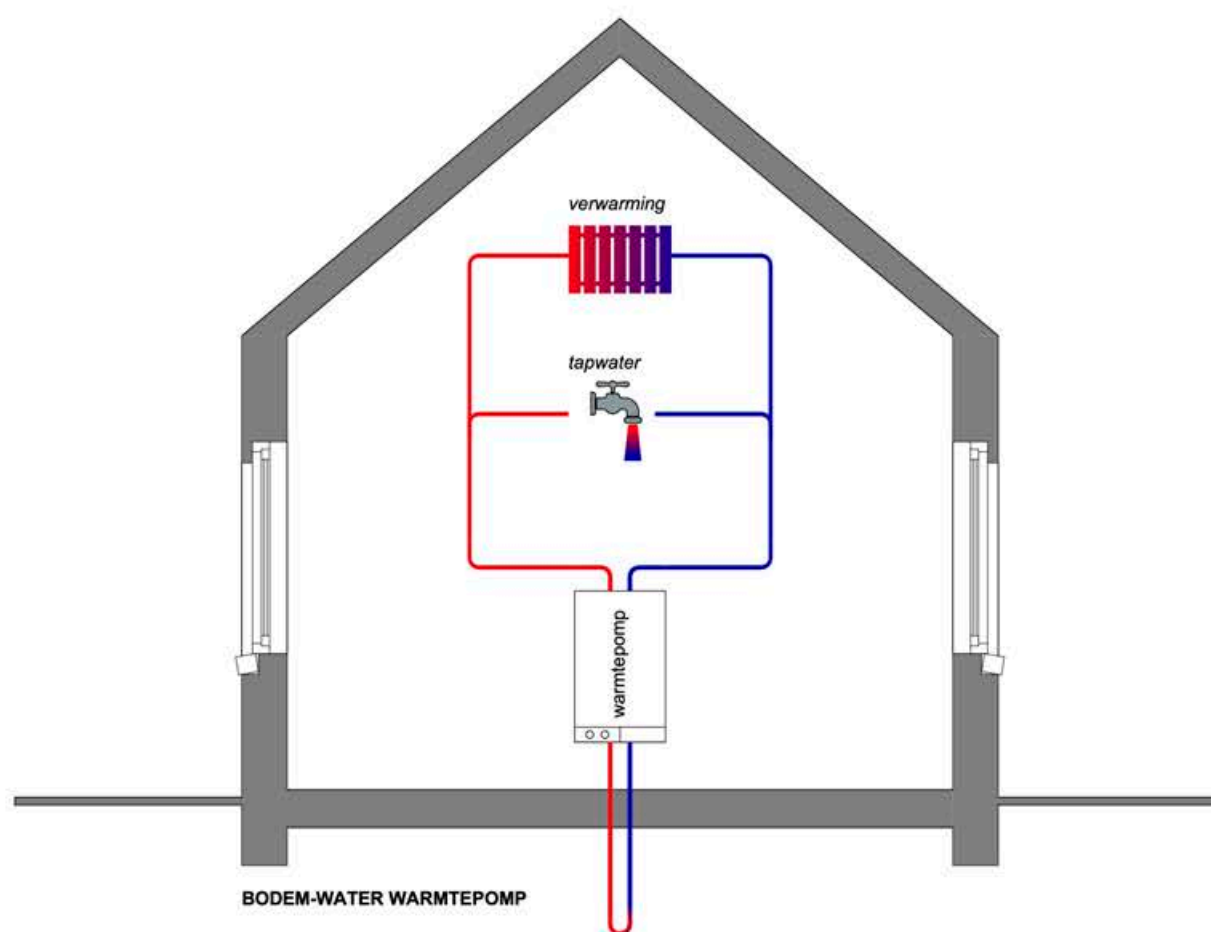
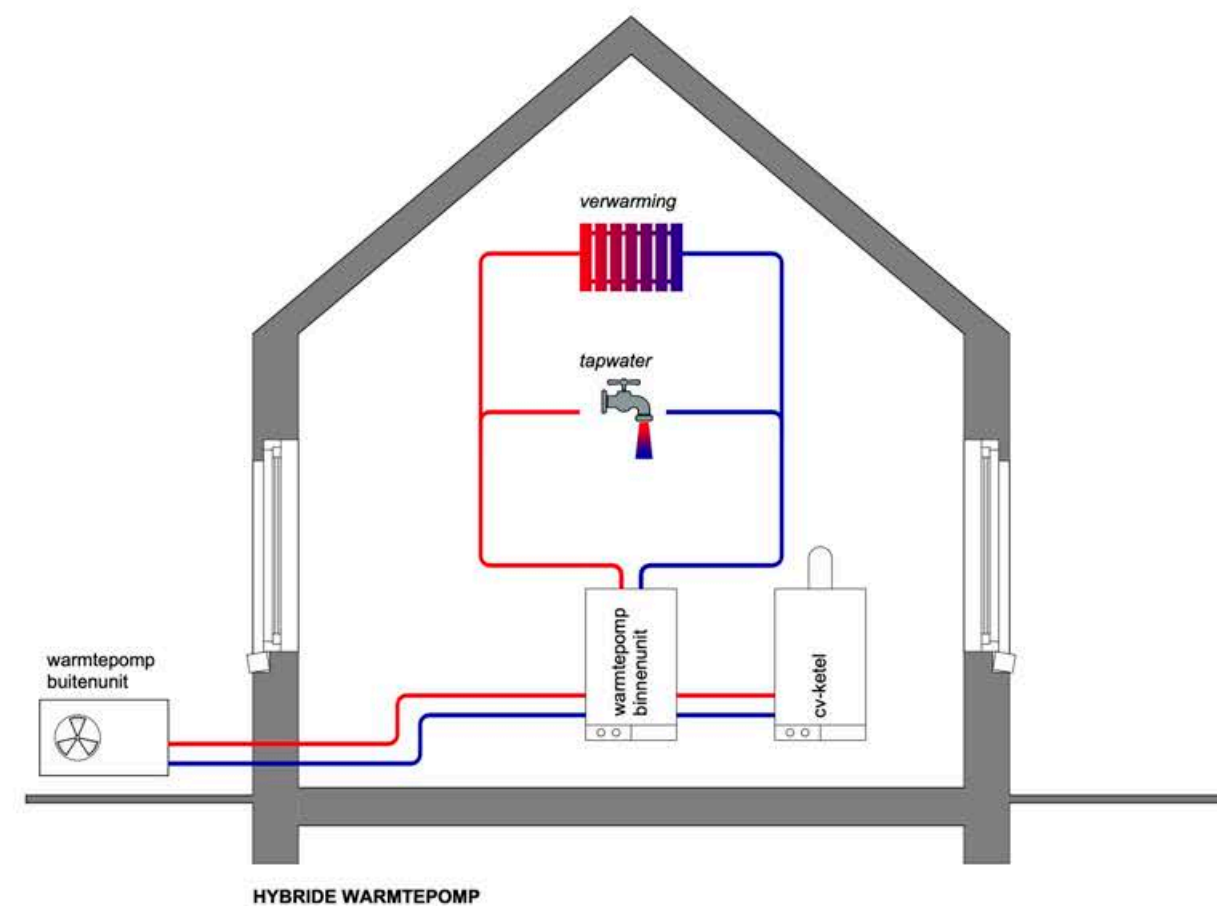
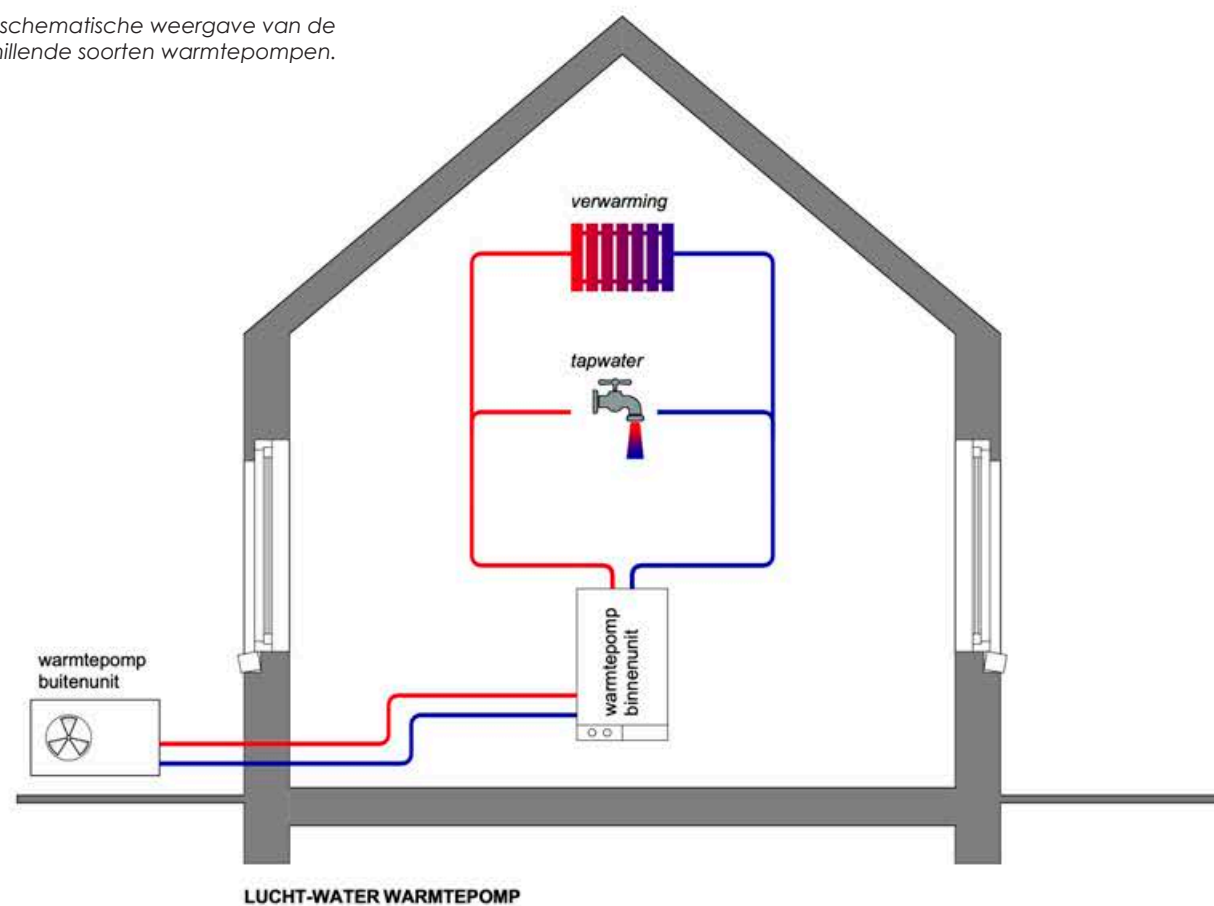
Er zijn ook speciale radiatoren of convectoren die geschikt zijn voor een lage temperatuurverwarming. Daardoor komt de ruimte over het algemeen wat sneller op temperatuur dan bij vloer- of wandverwarming. Een hele snelle reactietijd heeft infraroodverwarming. De stralingswarmte verwarmt niet de lucht, maar hij wordt direct door objecten in de ruimte en de huid geabsorbeerd, waardoor de omgeving direct comfortabel aanvoelt. Dit type verwarming is onder andere beschikbaar als vloer-, wand- en plafondverwarming. En in de vorm van armaturen of panelen die kunnen worden afgestemd op een historisch interieur door ze uit te voeren als verlichtingsarmatuur, spiegel of met een opdruk als wanddecoratie. Infraroodverwarming werkt op stroom en is niet erg zuinig. Een warmtepomp is veel efficiënter (zie §3.5.3). Het is dan ook niet aan te bevelen infraroodverwarming als hoofdverwarming te gebruiken. Als bijverwarming hebben infraroodpanelen of -armaturen hun waarde, zeker als daardoor de basistemperatuur in huis verder verlaagd kan worden (zie §3.3.3).



▲ **Afbeelding 19** Meestal is in een extra dikte van het vloerpakket van 2,5 tot 4cm al een (droogbouw)vloerverwarming haalbaar, op de bestaande houten vloer. De beschikbare droogbouwverwarmingssystemen bestaan uit platen, meestal al met sleuven of noppen waarin de verwarmingsbuizen direct aan te brengen zijn. Gebruikelijke materialen voor de platen zijn gipsvezelplaat, stro- of houtvezelplaat of EPS. Vaak liggen de buizen in aluminium platen die aan de bovenzijde de warmteafgifte verbeteren doordat ze een groter verwarmingsoppervlak vormen. De buisdiameter is afhankelijk van de gebruikte plaat 10 tot 16mm.

We zien hier links onder een vloerverwarming in een houtvezelplaat, rechtsonder een vloerverwarming in een gipsvezelplaat en bovenaan een vloerverwarming in een EPS-plaat. De aluminiumplaten boven en links zorgen voor een betere verspreiding van de warmte. Bij de gipsvezelplaat wordt de massa van de plaat opgewarmd. Daarmee lijkt dit type meer op de meer gangbare vloerverwarming in een betonvloer, hoewel een gipsplaat natuurlijk maar een fractie van het gewicht heeft van zo'n vloer.

► **Afbeelding 20** Een schematische weergave van de werking van verschillende soorten warmtepompen.



3.5.3 Warmtepompen

Het principe van een warmtepomp is eenvoudig: deze installatie onttrekt warmte aan de lucht, de bodem of het grondwater en gebruikt deze voor de verwarming van de woning en/of het tapwater. De werking van de pomp kan vergeleken worden met een koelkast: hij onttrekt warmte uit de lucht van de kast en geeft deze aan de achterkant af aan de omgeving. Een warmtepomp verwarmde tot voor kort met een lage verwarmingstemperatuur (35-40°C). Tegenwoordig komen er echter steeds meer hoog temperatuur warmtepompen op de markt. Een goed geïnstalleerde warmtepomp kan een rendement tot 500% hebben. In vergelijking: een HR107 ketel geeft een rendement van ongeveer 95%. Warmtepompen werken geheel op elektriciteit of op een combinatie van gas en elektriciteit (hybride).

Lucht-warmtepompen halen de warmte uit de buitenlucht via (meestal) een buitenunit met warmtewisselaar en ventilator. De buitenunit is los te plaatsen op het erf of bijvoorbeeld op het dak. Een minpunt van de lucht-warmtepompen is vaak dat de buitenunit geluid maakt of in huis kan resoneren als deze geplaatst wordt op (bijvoorbeeld) het houten dak van uw dakkapel. Er zijn speciale isolatiekasten te koop die het geluid verminderen, maar reduceren tot nul is niet mogelijk en deze isolatiekasten zijn nog aanzienlijk groter dan de buitenunit zelf. De wettelijke eis is dat het geluidsniveau op de erf grens 's nachts niet meer mag zijn dan 40 dB(A) en 45 dB(A) overdag. Op monumenten is een buitenunit niet altijd mogelijk. Een erfopstelling is dan mogelijk een alternatief, waarbij wel moet worden gekeken naar de maximale leidingafstand. De ontwikkelingen staan niet stil; er zijn tegenwoordig ook systemen die helemaal binnen staan en lucht van buiten aanzuigen via een aan- en afvoerpijp.

Er bestaan twee typen lucht-warmtepompen. De 'lucht-water warmtepomp' geeft de onttrokken warmte af aan het (cv en sanitair) watersysteem. Deze pomp is relatief eenvoudig te plaatsen zonder graafwerken. De 'lucht-lucht warmtepomp' geeft de onttrokken warmte af aan de lucht in de woning. Binnenunits blazen die warme lucht dan door het huis. Bij warm weer kunt u de werking omdraaien en de lucht-lucht warmtepomp als airco gebruiken. Vanwege de wisselende temperatuur van de buitenlucht hebben de lucht-warmtepompen een wat lager rendement dan de (duurdere) groep bodemwarmtepompen.

Bodemwarmtepompen hebben geen buitenunit die geluid produceert. Ze halen de warmte uit de bodem. Bodemwarmtepompen zijn momenteel duurder in de aanschaf dan lucht-warmtepompen, maar hebben wel een hoger rendement en gaan vele malen langer mee. Binnen de groep bodemwarmtepompen zijn ook twee typen te onderscheiden. De 'grond-water warmtepomp' is een gesloten systeem (veelal gevuld met glycol) en geeft aan de aardbodem onttrokken warmte af aan het watersysteem. De bron bestaat uit een verticaal of horizontaal buizennetwerk. Bij een 'water-water warmtepomp' geeft het grondwater direct de onttrokken warmte af aan het watersysteem. Dat gebeurt met een dieptepomp. Voor beide systemen worden meestal (inmiddels steeds meer gebruikelijk) diepteboringen gedaan.

Hybride warmtepompen zijn warmtepompen die ondersteund worden met bijvoorbeeld een cv-ketel op aardgas. Dit slimme systeem kiest altijd de energiebron die op dat moment het voordeligst is. In 70% tot 80% van de tijd zal dat de warmtepomp zijn. Alleen als het echt koud is, zal de aardgasgestookte ketel bijstaan. Hierdoor hoeft nog geen warmtepomp met een hoog vermogen aangeschaft te worden, is vloer- of wandverwarming vaak niet noodzakelijk, maar is men wel gegarandeerd van warmte. Ondertussen wordt bespaard op aardgas zonder dat het huis direct ingrijpend moet worden aangepast, zoals bij de volledig elektrische warmtepomp. Een hybride pomp is om die reden ook geschikt als stapsgewijs naar een verbetering gestreefd wordt. Zo kan bijvoorbeeld in een relatief slecht geïsoleerde woning al prima worden gestart met een hybride warmtepomp: als op dat moment het dak nog niet geïsoleerd is, maar eerst vloerverwarming wordt gelegd. Elke keer dat vervolgens een extra isolatiemaatregel wordt toegepast gaat de warmtepomp het 'beter' doen, tot het moment dat de installatie van het gas af kan en wordt overgestapt op een volledig elektrische warmtepomp zonder aardgas. Bij het gebruik van een hybride warmtepomp wordt nog steeds aardgas gebruikt. Hierbij komt nog steeds CO₂ vrij, maar er wordt wel een aanzienlijk deel van de uitstoot verminderd doordat de warmtepomp een groot deel van de tijd voor verwarming zorgt.

Vaak wordt gevraagd of een woning geschikt is om te verwarmen met een warmtepomp. Uiteraard moet het huis daarvoor redelijk goed geïsoleerd zijn. Daarmee wordt voorkomen dat de warmtepomp te hard moet werken, met een hoge elektriciteitsrekening en een oncomfortabel binnenklimaat tot gevolg. Een berekening kan uitwijzen of een warmtepomp haalbaar is. Maar er kan ook geëxperimenteerd worden met de watertemperatuur van de centrale verwarming: als het binnenshuis bij vorst nog comfortabel is bij een temperatuur van onder de 50°C, dan komt een warmtepomp in zicht.

3.5.4 Continue (basis)temperatuur of zoneregeling

Op grond van de analyse van het gebouw en het historische gebruik kunnen in de meeste oude huizen drie hoofdstrategieën voor het verwarmen worden onderscheiden, namelijk het:

1. verwarmen van de ruimtes waar op dat moment verbleven wordt;
2. continu verwarmen van alle verblijfsruimtes;
3. continu op een lage temperatuur verwarmen van alle verblijfsruimtes, in combinatie met bijverwarmen.

Bij de eerste strategie wordt er per zone geregeld wat de gewenste temperatuur daar is. Zo'n zoneregeling sluit goed aan bij de historische compartimentering (§3.3.1) van bijvoorbeeld een villa of jaren '30 rijtjeshuis. Een voorwaarde voor een zoneregeling is dat de installatie in staat is om binnen acceptabele termijn voor een comfortabele temperatuur te zorgen. Dat betekent dat de massa van de constructie van een eventuele vloer- of wandverwarming laag moet zijn. In paragraaf 3.3.2 wordt dieper ingegaan op massa en warmteaccumulatie. Als de reactietijd van een relatief licht droogbouwsysteem voor de vloer- of wandverwarming nog steeds te lang is, kan ook (eventueel aanvullend) gekozen worden voor lage temperatuurradiatoren.

Bij de tweede strategie wordt er continu verwarmd, eventueel met kleine temperatuurverschillen van 3 à 4 graden, zoals tussen de dag- en nachtsituatie. Deze strategie past beter bij grote, onverdeelde ruimtes en constructies met veel massa. De deel van een hallenhuisboerderij, waarin tegenwoordig vaak gewoond wordt, is een goed voorbeeld vanwege zijn omvang en steenachtige vloer, vaak met vloerverwarming.

De derde strategie is eigenlijk een mengvorm tussen de eerste en de tweede. Zowel energiebesparing als behoud van het gebouw kunnen overwegingen zijn om voor deze strategie te kiezen. Bij een grachtenpand met een hoog monumentaal interieur kan het risico voor het interieur verkleind worden met een lage basistemperatuur in combinatie met plaatselijk bijverwarmen door infraroodpanelen (zie §3.3.3). In een hallenhuisboerderij kan een lage basistemperatuur in combinatie met bijverwarmen met infrarood een flinke energiebesparing opleveren. Ook in gecompartmenteerde plattegronden kan deze strategie zijn meerwaarde hebben: bijvoorbeeld om condens in ongebruikte vertrekken te voorkomen.

3.6 PLANVORMING | KEUZE VAN HET VENTILATIEPRINCIPE

3.6.1 De noodzaak van ventilatie

Bij het verbeteren van de kierdichting is aandacht nodig voor de ventilatie in een woning. Voor een gezond binnenklimaat en om vocht uit het gebouw af te voeren is ventilatie essentieel. Af en toe een raam openzetten volstaat doorgaans niet. Om de benodigde luchtverversing te bereiken moeten ramen vaak lang openstaan en het openzetten mag niet vergeten worden. Dat vraagt veel discipline van de bewoners. De bouwwetgeving gaat voor de noodzakelijke luchtverversing in bestaande bouw uit van een minimum capaciteit van 0,7 liter verse lucht per vierkante meter vloeroppervlak per seconde, met een minimum van 7 liter per seconde, ongeacht de grootte van de ruimte. In bepaalde ruimtes, zoals een vochtbelaste ruimte als een badkamer, of in een keuken met een gasfornuis, worden hogere eisen gesteld. Daarvoor is bijna altijd een vorm van mechanische ventilatie noodzakelijk.

3.6.2 Ventilatiesystemen

Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier systemen van ventileren, die de letters A t/m D hebben gekregen (zie afbeelding 21).

Bij systeem A is sprake van natuurlijke luchttoevoer en luchtafvoer. De frisse buitenlucht komt onder invloed van luchtdruk- en temperatuurverschillen binnen via ramen, deuren, kieren en eventueel aanwezige roosters. En verlaat de woning ook weer op deze wijze. Dit is hoe historische woningen van oudsher geventileerd werden. Nadelen van deze manier van ventileren zijn dat de ventilatie niet regelbaar is, dat er vrij veel energie verloren gaat en dat het comfort binnenshuis vaak matig is door tocht en kou. Om het binnenklimaat gezond te houden, moet er regelmatig een raam open worden gezet, maar dat is bij de lage temperaturen in de winter niet zo aantrekkelijk en gebeurt dus ook vaak niet.

Systeem B gaat uit van de mechanische aanvoer van buitenlucht. Er ontstaat als gevolg daarvan overdruk (een wat hogere luchtdruk) in het huis. Door de overdruk verlaat de vuile binnenlucht op natuurlijke wijze de woning via ramen, deuren, kieren en eventueel aanwezige roosters. Systeem B is wat ouderwets. Het kan nog wel werkend worden aangetroffen in oudere woningen, maar wordt inmiddels niet meer toegepast, omdat dit systeem een tochtgevoel veroorzaakt. Bovendien kan dit systeem leiden tot condens in aangrenzende, onverwarmde ruimtes, zoals een serre.

Er is sprake van systeem C als de frisse buitenlucht op natuurlijke wijze wordt aangevoerd en de vervuilde binnenlucht mechanisch wordt afgevoerd. Door de mechanische afzuiging in huis ontstaat onderdruk (een wat lagere luchtdruk) in huis. Als gevolg daarvan stroomt de frisse buitenlucht binnen via ramen, deuren, kieren en eventueel aanwezige roosters. De meeste Nederlandse woningen worden op deze manier geventileerd. Meestal wordt er in de woonkamer en natte ruimtes als keukens, badkamers en toiletten afgezogen, en vaak is de afzuiging met een schakelaar regelbaar. Er zijn ook vraaggestuurde systemen die reageren op de temperatuur of de hoeveelheid vocht of CO₂ in de lucht.

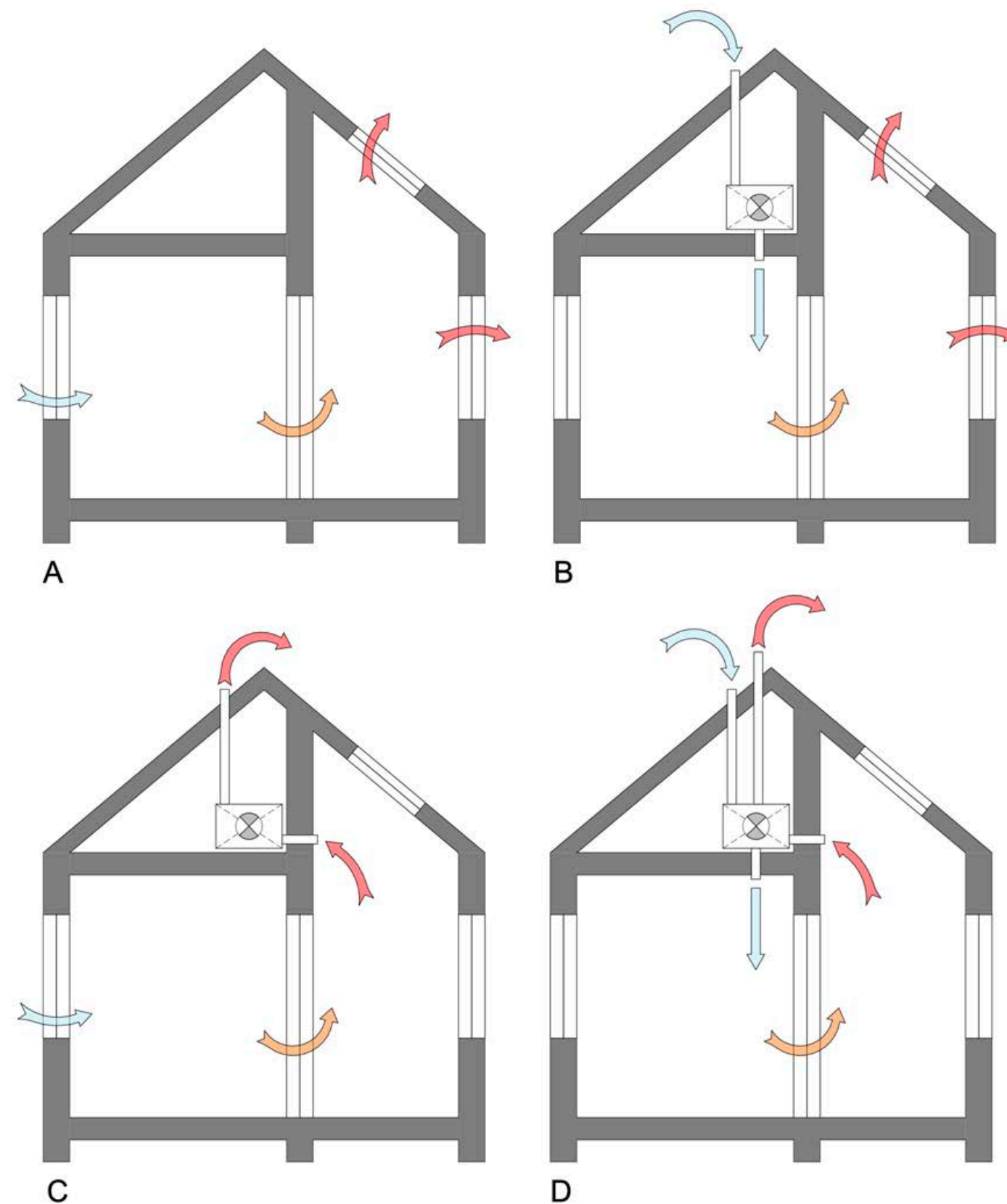
Systeem D gaat uit van volledig mechanische aan- en afvoer van lucht. De hoeveelheid afgevoerde en toegevoerde lucht in de woning is bij zo'n systeem gelijk en daarom wordt deze vorm van ventilatie vaak balansventilatie genoemd. Meestal wordt er in natte ruimtes afgezogen en in woon- en slaapkamers ingeblazen. Ook hier is vraagsturing mogelijk.

Bij het maken van een verduurzamingsplan waarvan ventilatie een onderdeel is, zijn C en D normaal gesproken de systemen waaruit gekozen zal worden. Bij systeem A gaat immers veel energie verloren en B wordt niet meer toegepast vanwege het gebrekkige comfort.

3.6.3 Warmteterugwinning (WTW)

Vanuit duurzaamheidsperspectief gaat de voorkeur uit naar systeem D, omdat de ventilatie-units bij dit systeem bijna altijd voorzien zijn van warmteterugwinning (WTW). Daarbij wordt de warmte van de afgevoerde binnenlucht teruggewonnen en afgegeven aan de verse, koude lucht die van buiten wordt aangevoerd. Hierdoor wordt er bespaard op het energieverbruik en verbetert het wooncomfort. Op warme zomerdagen kan door middel van een zogenaamde bypassklep de warmte-uitwisseling worden omzeild, waardoor 's nachts onverwarmde buitenlucht kan worden aangevoerd om te koelen.

Bij systeem C is warmteterugwinning minder gebruikelijk, maar het kan wel. Met een ventilatiewarmtepomp kan de warmte worden teruggewonnen uit de afgevoerde binnenlucht, om deze vervolgens terug te geven aan het verwarmingssysteem of te gebruiken voor het verwarmen van tapwater.



▲ **Afbeelding 21** Een schematische weergave van de ventilatiesystemen A t/m D. De blauwe pijlen staan voor de aanvoer van schone, koude buitenlucht, de rode voor de afvoer van vervuilde, warme binnenlucht.

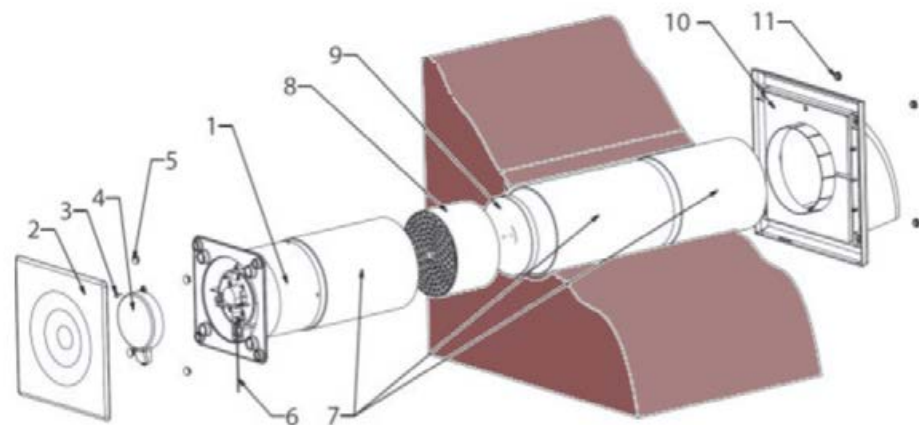
3.6.4 Decentraal of centraal

De systemen C en D zijn zowel met centrale als decentrale ventilatievoorzieningen uit te voeren.

Decentrale voorzieningen voorzien maar een deel van het gebouw van verse lucht en daarom zijn er meerdere nodig. Voorbeelden van decentrale ventilatievoorzieningen zijn (raam)ventilatoren bij systeem C en ventilatie-units met warmteterugwinning bij systeem D. Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat er voor de warmteterugwinning een toe- en afvoerkanaal moet zijn, maar decentrale ventilatie-units met WTW zijn ook verkrijgbaar met één kanaal, waardoor er maar één gat in de gevel nodig is. Deze units doen hun werk door afwisselend af te zuigen en in te blazen (zie afbeelding 22).

Nadelen van decentrale voorzieningen zijn meer geluidsoverlast, de in- en uitblaasroosters die storend aanwezig kunnen zijn in ramen en gevels, de noodzaak om vaak flinke gaten te boen en de kosten die meestal hoger liggen dan bij een centrale voorziening. Vanwege de gaten in de gevel en de storende roosters zijn decentrale ventilatievoorzieningen in monumentale panden meestal maar plaatselijk of niet te realiseren.

Bij een centrale voorziening is er één ventilatie-unit, meestal onder het dak. Er zijn geen storende gaten in de gevel nodig – alleen dakdoorvoeren – en de kans op geluidshinder is kleiner. Om met de installatie de hele woning te kunnen bedienen, moeten er luchtkanalen en ventielen worden aangebracht. Ventielen zijn vaak rond en van kunststof. Ze worden direct in de buizen van de ventilatie-installatie gemonteerd op de plaats waar die uitkomen in de vertrekken. Als er alleen wordt afgezogen, is een enkel kanalenstelsel met uitsluitend afvoerventielen nodig. Bij balansventilatie is normaal gesproken een dubbel kanalenstelsel noodzakelijk, met toevoer- en afvoerventielen. Deze mogen bovendien niet te dicht op elkaar zitten om 'kortsluiting' (het direct weer afzuigen van vers aangevoerde lucht) te voorkomen.



- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Aan-/afzuigventilator | 7. Telescopisch ventilatiekanaal |
| 2. Ventilatorkap | 8. Aluminium warmtewisselaar |
| 3. Kapbevestigingsschroef | 9. Luchtfilter |
| 4. Motorruimte | 10. Buitenluchtrooster |
| 5. Blinddop voor schroeven | 11. Blinddoppen voor schroeven |
| 6. Schakeling met afstandsbediening | |

▲ **Afbeelding 22** Decentrale ventilatie-unit met warmteterugwinning, waarvoor slechts één gat hoeft te worden geboord.

► **Afbeelding 23** Een mogelijke oplossing voor de inpassing van balansventilatie in een historisch pand, waarbij ventilatiekanalen in de rookkanalen worden gebruikt voor de luchtaanvoer en het trappenhuis voor de luchtafvoer. Om te voorkomen dat de vuile lucht uit keukens en toiletten het trappenhuis in wordt gezogen, is daar een goede luchtdichting nodig en een decentrale ventilatieoplossing.

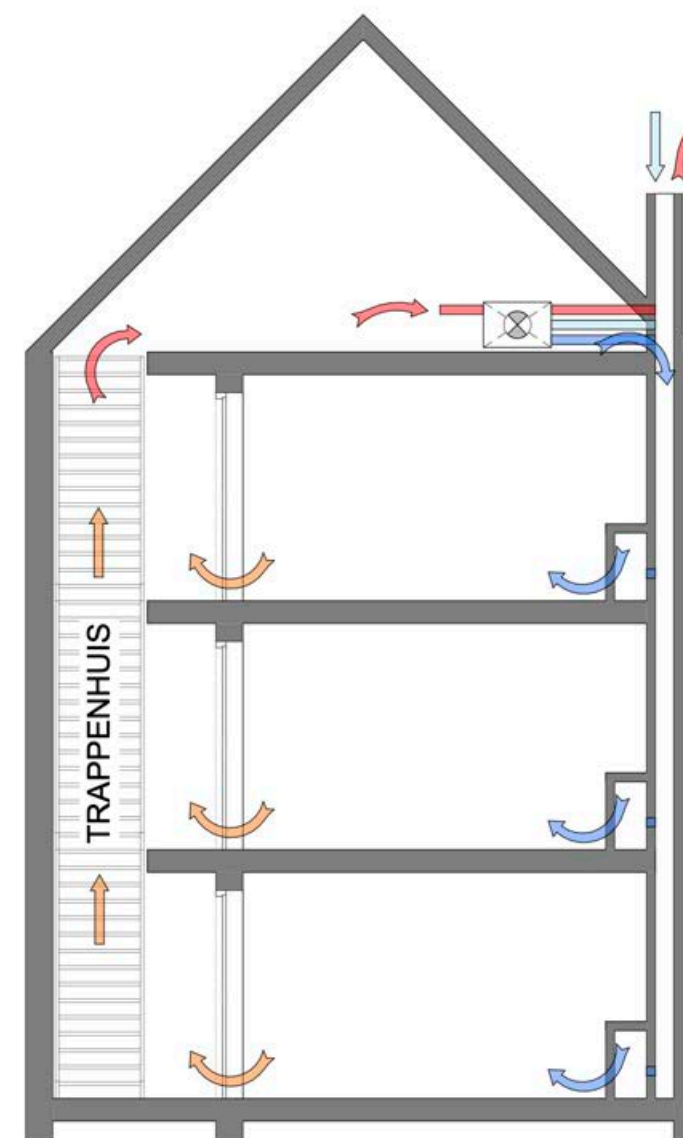
3.6.5 Mogelijke inpassingen

In een historische woning – zeker met een waardevol interieur – zijn luchtkanalen niet altijd in te passen. Alternatieven zijn dan de eerdergenoemde decentrale voorzieningen of een (energetische) verbetering van de natuurlijke ventilatie door kierdichting en roosters aan te brengen (systeem A). Detailblad 4.10 toont daarvoor nagenoeg onzichtbare, regelbare ventilatieoplossingen bij schuiframen, die ook voor een verbetering van ventilatiesysteem C kunnen worden gebruikt.

Door goed te kijken naar de mogelijkheden van het gebouw ontstaan kansen. Ongebruikte rookkanalen bieden wellicht ruimte om hier (flexibele) ventilatiekanalen in aan te brengen. En ook een andere verticale verbinding – het trappenhuis – kan mogelijk worden gebruikt voor luchttransport. De schoorsteenwerking van het trappenhuis wordt dan ingezet als kwaliteit. Zo is balansventilatie (D) wellicht toch inpasbaar, terwijl het eerst niet mogelijk leek (zie afbeelding 23).

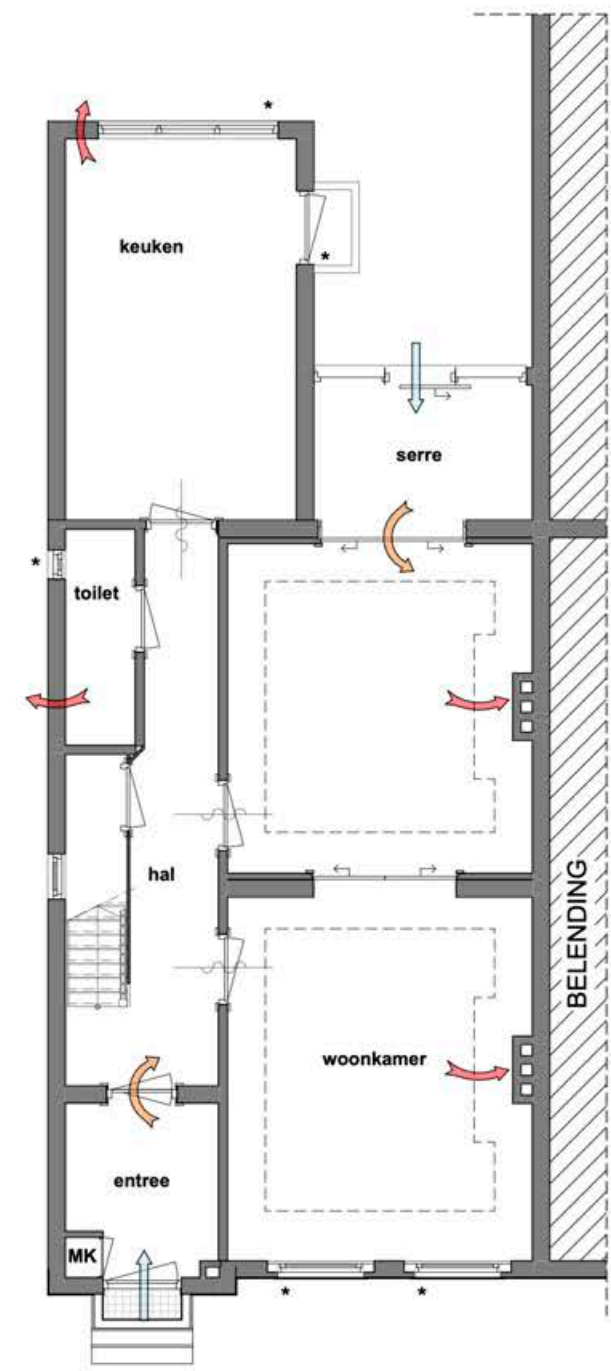
Een nadeel van balansventilatie is dat voor een goede werking van het systeem eigenlijk een goede luchtdichtheid van de buitenschil nodig is. Die is in oude huizen moeilijk te realiseren. In dat geval kan worden geprobeerd om systeem C te optimaliseren: door de eerder genoemde warmteterugwinning, maar vooral door gericht kierdichting en regelbare roosters aan te brengen en de toestroom via bufferruimtes zoals serres en vestibules te laten plaatsvinden (§3.3.1). Zo wordt voorkomen dat er een directe aanvoer van ventilatielucht is op plaatsen is waar verbleven wordt, met een verlies aan comfort en bijstoken tot gevolg (zie afbeelding 24).

Het is een uitdaging om in een oud huis een ventilatiesysteem te realiseren dat rekening houdt met het gebouw, energiezuinig is en zorgt voor een comfortabel en een gezond binnenklimaat. Daarom is het goed een specialist in te schakelen die verstand heeft van mechanische en natuurlijke ventilatie, en gevoel voor historische gebouwen.

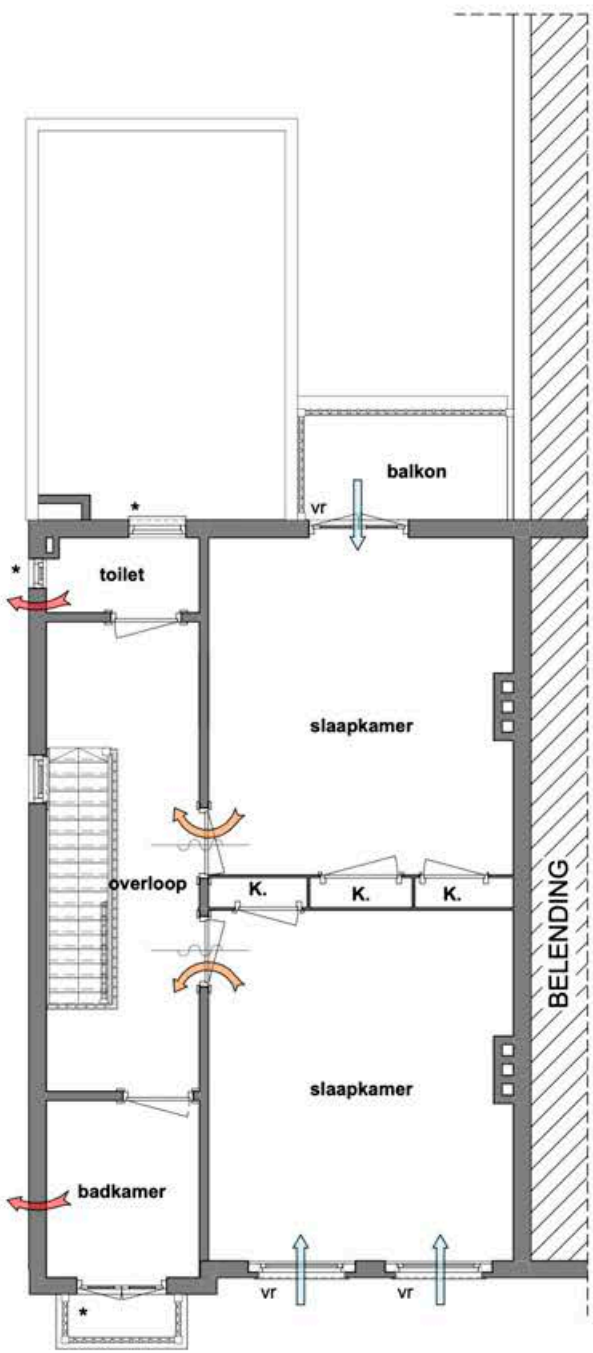


► **Afbeelding 24** Ventilatiesysteem C: centrale of decentrale mechanische afzuiging van de natte ruimtes en de woonkamer. Door gericht kierdichting aan te brengen, kan de toevoer van ventilatielucht via de gevel worden gestuurd. Zo wordt voorkomen dat de koude buitenlucht binnenstroomt op een plaats waar dat overlast geeft, bijvoorbeeld bij de schuiframen achter een bankstel waarop men tv zit te kijken. Het gevoel van tocht leidt dan tot het hoger zetten van de centrale verwarming.

Om de ventilatielucht rustig te laten voorverwarmen, moeten de tochtput en schuifdeuren tussen de serre en woonkamer worden gesloten. Hier wordt geen kierdichting toegepast, net als in de pui van de serre en de voordeur – een belangrijk luchttek in huis – waar de buitenlucht gemakkelijk kan binnenstromen. In de slaapkamers wordt frisse lucht aangevoerd via roosters die op een passende manier zijn opgenomen (zie detailblad 4.10); hier vinden de meeste mensen sowieso een lagere temperatuur prettiger.



BEGANE GROND



EERSTE VERDIEPING

Renvooi	
	Instream ventilatielucht
	Overstroom ventilatielucht
	Afvoer ventilatielucht
vr	Afsluitbaar ventilatierooster
*	Kierdichting





◀ **Afbeelding 25** Bij dit huis wordt de energie van de zon goed benut: onder de nok zijn PV-panelen te zien tussen de dakkapellen vacuümbuiscollectoren.

▼ **Afbeelding 26** Gekleurde zonnepanelen worden steeds beter verkrijgbaar. Bij dit voorbeeld in de Geitenkamp in Arnhem zijn links gewone zwarte panelen geplaatst en rechts rode.

Afbeelding 27 Het gebruik van verschillende panelen, waaronder panelen met blank metalen kaders en rasters, en het puzzelen rondom bestaande voorzieningen in het dak om de opbrengst te maximaliseren, hebben bij dit huis een heel onrustig beeld opgeleverd. ▼



3.7 PLANVORMING | ZONNE-ENERGIE BENUTTEN

3.7.1 Duurzame bron

In tegenstelling tot fossiele brandstoffen is de zon een schone energiebron die nooit uitgeput raakt. Bij het gebruik van zonne-energie komt geen CO₂ vrij. De energie in zonlicht kan direct in warmte (met een zonneboiler), in elektriciteit (met zonnepanelen) of in warmte en elektriciteit worden omgezet (met PVT-panelen). Daarmee wordt stap twee van de Trias Energetica, het gebruik van duurzame bronnen, ingevuld (zie §3.1.6).

3.7.2 Zonnepanelen

Zonnepanelen worden ook wel PV-panelen genoemd, naar de fotonvoltaïsche werking (in het Engels met 'ph' geschreven). Ze zetten zonlicht om in elektriciteit doordat ze lichtdeeltjes absorberen. Daarom zijn ze meestal zwart. De hoeveelheid stroom die door een zonnepaneel maximaal kan worden opgewekt – het vermogen – wordt uitgedrukt in wattpiek (Wp). In Nederland is de jaarlijkse opbrengst van een zonnepaneel in kilowattuur (kWh) gemiddeld 0,88 x het aantal Wp. Een nu vrij gangbaar paneel van 450Wp levert dus gemiddeld 396 kWh per jaar op. Uiteindelijk bepaalt het weer hoeveel elektriciteit er wordt opgewekt. Factoren die verder invloed hebben op de opbrengst zijn de oriëntatie (bijvoorbeeld op het zuiden), de hellingshoek en eventuele beschaduwning. Of een dak qua bezonning geschikt is voor zonnepanelen is gemakkelijk te zien op: www.zonatlas.nl.

Het plaatsen van zonnepanelen op het eigen huis of erf is een populaire verduurzamingsmaatregel. Ze liggen al op meer dan 2 miljoen Nederlandse huizen. Echt helemaal duurzaam in het eigen stroomgebruik voorzien met zonnepanelen is moeilijk, omdat het aanbod van zonnestroom en de vraag niet synchroon lopen. Daardoor moet er op momenten met weinig aanbod gebruik gemaakt worden van stroom die vaak nog fossiel wordt opgewekt en is er op andere momenten juist een overschot aan zonnestroom. (Thuis)opslag zou een oplossing kunnen zijn, maar staat nog in de kinderschoenen. Een gespreide oriëntatie van de zonnepanelen helpt enigszins (zie de toelichting bij detailblad 5.18).

Een andere uitdaging voor het geheel zelf opwekken van de benodigde stroom is de grootte van het verbruik. Voor een gasloos huishouden met een elektrische auto en een warmtepomp, zijn al snel enkele tientallen zonnepanelen nodig. Hier is vaak geen ruimte voor. De eerste stap van de Trias Ecologica – besparen! – blijft daarom het startpunt van een succesvolle verduurzaming.

3.7.3 Zonneboiler/-collector

Een zonneboiler benut de energie van de zon door met een collector warmte te onttrekken aan een zwart paneel, of een rij dubbelwandige glazen buizen die door de zonnestralen opgewarmd worden. In het eerste geval wordt van een vlakkeplaatcollector gesproken, in het tweede van een vacuümbuiscollector of van heatpipes (zie afbeelding 25). Een vlakkeplaatcollector is nauwelijks te onderscheiden van PV-panelen. Een vacuümbuiscollector heeft een heel ander uiterlijk en presteert beter dan een vlakkeplaatcollector als de zon laag staat in de herfst, de winter of de lente.

Met een zonneboiler kan tapwater opgewarmd worden, de warmte kan ook aan de centrale verwarming doorgegeven worden waardoor deze minder hard hoeft te werken, of de warmte kan worden overgedragen aan een buffervat, die fungeert als een soort 'warmteaccu'.

3.7.4 Beeldkwaliteit

Veel mensen kiezen vanwege financiële of duurzaamheidsoverwegingen voor zonnepanelen of een zonneboiler, maar vinden ze niet noodzakelijkerwijs mooi. Zeker niet op een oud huis. Er wordt wel gewerkt aan mooiere oplossingen – zo zijn er bijvoorbeeld ook terracottakleurige panelen voor op rode daken (zie afbeelding 26) en dakpannen met geïntegreerde zonnecellen te koop – maar deze wekken wel iets minder elektriciteit op. Een nadeel van zonnecellen in dakpannen is bovendien dat de levensduur van de pannen veel langer is dan die van de zonnecellen. Als een pannendak na 25 in plaats van 75 jaar moet worden vervangen omdat de zonnecellen aan vervanging toe zijn, dan is dat niet bepaald duurzaam. De ideale oplossing is er daarom één waarbij met standaard zonnepanelen op een (bijna) onzichtbare plek in het eigen stroomverbruik kan worden voorzien. De detailbladen 5.17 en 5.18 tonen daarvan voorbeelden. Als een zichtbare zonnecollector ongewenst is, geeft detailblad 5.19 een minder gangbare, maar wel onzichtbare oplossing.

In de detailbladen wordt maar een beperkt aantal, specifieke voorbeelden getoond. Als de situatie anders is, kan als uitgangspunt worden genomen dat de zonnepanelen of -collectoren zo min mogelijk invloed hebben op de beeldkwaliteit van het huis en zijn omgeving. In volgorde van voorkeur kan het plaatsen dan onderzocht worden:

1. op een bijgebouw zonder waarden of groen ingepast op het erf;
2. op een plat dak, met zonnepanelen onder een zeer flauwe hellingshoek (vanwege de hoogte)
3. op een dakvlak dat niet of nauwelijks zichtbaar is vanaf openbaar toegankelijk gebied;
4. in het zicht, in een rechthoekig vlak en geheel in de kleur van de dakbedekking;
5. in het zicht, in een rechthoekig vlak en geheel zwart.

In alle gevallen zijn zonnepanelen in één afmeting en kleur en zonder een metaalkleurig raster en kader aan te bevelen. Dat voorkomt een rommelig beeld, net als het 'puzzelen' rondom bestaande dakvensters, rookkanalen etc. om de opbrengst te maximaliseren (zie afbeelding 27). Bij rijtjeshuizen of een architectuurensemble is ook de uniformiteit van de panelen en/of collectoren van belang.

Uiteraard is de haalbaarheid van een installatie ook afhankelijk van een eventuele bescherming (van een monument of stads- of dorpsgezicht) en het lokale beleid. Er kan sprake zijn van aanvullende eisen. Bij monumenten bijvoorbeeld, zal normaal gesproken gevraagd worden de historische dakbedekking te laten liggen en rekening te houden met de extra belasting, zowel vanwege het gewicht als de wind.

3.8 PLANVORMING | AFRONDING

3.8.1 Integraal plan met fasering

Nadat alle gegevens over de woning met zijn bouwhistorische en natuurwaarden, energieverliezen, technische conditie, compartimentering, warmteaccumulatie en gebruik bij elkaar zijn gebracht, is het tijd voor het maken van een integraal plan. Hierin zouden de isolatiemaatregelen en kierdichting, het verwarmingsconcept, de wijze van ventileren en duurzaam energie opwekken in samenhang bekeken moeten worden. Door de uitvoering in een planning te faseren, kan de verduurzaming financieel behapbaar blijven en wo den afgestemd op noodzakelijke onderhoudsmomenten. Het is bij de fasering verstandig om oog te hebben voor de onderlinge afhankelijkheid van maatregelen, zodat pakketten van maatregelen qua werkwijze, prestatie en bouwfysica op een logische wijze met elkaar samenhangen.

3.8.2 Monument: overleg met de gemeente

Het verduurzamen van beschermde monumenten is meestal vergunningplichtig. Een integraal (concept)plan kan helpen om in een vooroverleg met de gemeente helder te krijgen waar de aandachtspunten zitten, en waar wellicht al mee gestart kan worden. Voor een vergunningaanvraag moet het plan vaak worden uitgewerkt in tekeningen e.d. Vooroverleg met de gemeente kan helpen te voorkomen dat een aanvraag later gewijzigd moet worden, met vertraging en extra kosten tot gevolg.

3.8.3 Voorbeeld: verduurzamingsstrategie vijf woningtypen

In paragraaf 2.1 zijn voor vijf veelvoorkomende woningtypen de (oorspronkelijke) kenmerken benoemd die van belang zijn voor de verduurzamingsopgave. Op basis van deze kenmerken en de hiervoor beschreven uitgangspunten is in tabel 6 als voorbeeld en ter inspiratie een verduurzamingsstrategie op hoofdlijnen uitgewerkt voor deze woningtypen.

	isolatie			
	begane grondvloer	gevels	dak	vensters
villa	isoleren van de vloer vaak niet mogelijk in de verkeersruimte vanwege waardevolle, steenachtige vloeren, in de keuken een dunne isolatielaag op de vloer verkennen om de kelder buiten de geïsoleerde schil te leggen, isolatie van de houten vloeren in de woonvertrekken afhankelijk van de bereikbaarheid van de kruipruimte en de historische waarde van de vloerafwerking (bijv. parket)	aan de binnenzijde, vooral in de vertrekken waar gewoond wordt, de dikte van de geïsoleerde voorzetwand kan – indien mogelijk – worden beperkt door de aanwezigheid van lambriseringen en kooflijsten van waardevolle plafonds, bij vouwblinden is juist vaak veel ruimte door de diepte van de luikkasten	aan de binnen- of buitenzijde van een pannen- of leidak; bij isolatie aan buitenzijde kunnen problemen ontstaan bij aansluitingen, daarom is bij isolatie aan de binnenzijde doorgaans een hogere isolatiewaarde te behalen bij zink of bitumen een voorkeur voor isolatie aan de buitenzijde, met als terugvaloptie aan de binnenzijde isoleren in combinatie met een met buitenlucht geventileerde luchtsponw	dun isolatieglas, geplaatst met stopverf vervangende kit in de bestaande glassponning, schuiframen dichtkitten of voorzien van kierdichting en aangepaste contragewichten of patentveren in de gewichtskokers in de kozijnstijlen, luiken in gebruik nemen om afkoeling in de winter en opwarming in de zomer tegen te gaan
hallenhuishoerderij	een betonvloer met vloerverwarming in het oorspronkelijke bedrijfsgeboude, isolatie van de houten vloer in de oorspronkelijke woonvertrekken afhankelijk van de bereikbaarheid van de kruipruimte, kelder buiten de geïsoleerde schil leggen door de vloer van de opkamer te isoleren	aan de binnenzijde, de dikte van de geïsoleerde voorzetwand kan in het woonhuis – indien mogelijk – worden beperkt door waardevolle interieurelementen, systeem afstemmen op vochtbelasting door afdruipend regenwater van een rieten kap en evt. zoutbelasting door de vroegere stalling van vee in het bedrijfsdeel	aan de binnen- of buitenzijde, met een voorkeur voor de eerste omdat daarmee meestal een hogere isolatiewaarde te behalen valt en het dak een groot deel van de buitenschil vormt, eventuele esthetisch waardevolle vervormingen van het dak en bij riet het brandrisico laten meewegen bij de keuze van de oplossing	dun isolatieglas plaatsen in de bestaande glassponning, kierdichting, luiken in gebruik nemen, stalraampjes voorzien van een achterzetraam in de voorzetwand, deeldeuren open zetten in verband met de lichttoetreding en daarachter (een stuk naar binnen) een geïsoleerd glazen portaal aanbrengen
bungalow	systeemvloer voorzien van isolatie aan de onderzijde, of vervangen door een nieuwe systeemvloer bij technische gebreken	isolatie van een geschikte spouw mits dat nog niet is gedaan, of aan de binnenzijde, waarbij met de laatste een hogere isolatiewaarde te behalen is	aan de buitenzijde, met een verjonging van de isolatie nabij de dakrand, indien niet zichtbaar valt een witte dakbedekking tegen opwarming te overwegen	vaak regulier HR++ glas plaatsbaar en kierdichting, eventueel zonwering tegen opwarming
grachtenpand	isoleren van de vloer meestal niet mogelijk in de verkeersruimte vanwege waardevolle, steenachtig vloeren, isolatie van de houten vloeren in de woonvertrekken afhankelijk van de bereikbaarheid van de kruipruimte en de historische waarde van de vloerafwerking (bijv. parket), bij een souterrain deze ruimte rondom isoleren mits hier gewoond wordt	indien onderdeel van een rij: alleen de voor- en achtergevel aan de binnenzijde van de vertrekken waar gewoond wordt, de plaatsing en dikte kunnen beperkt worden door aanwezige waarden, maar het isoleren van de smalle muurdammen tussen de grote vensters levert ook relatief minder op	aan de binnen- of buitenzijde van een pannendak; bij isolatie aan buitenzijde kunnen problemen ontstaan bij aansluitingen met topgevels en goten, daarom is bij isolatie aan de binnenzijde doorgaans een hogere isolatiewaarde te behalen	dun isolatieglas, geplaatst met stopverf vervangende kit in de bestaande glassponning, schuiframen dichtkitten of voorzien van kierdichting en aangepaste contragewichten of patentveren in de gewichtskokers in de kozijnstijlen, vouwblinden gebruiken om afkoeling in winter en opwarming in zomer tegen te gaan
rijtjeshuis interbel-lum	vervangen van de vloer in de verkeersruimte en keuken door een geïsoleerde beton-vloer afhankelijk van de waarde, isolatie van de houten vloeren in de woonvertrekken afhankelijk van de bereikbaarheid van de kruipruimte, eventueel van bovenaf of vervanging door ander vloertype (bijv. een zandcementdekvloer met vloerverwarming op schuimbeton)	isolatie van een geschikte spouw mits dat nog niet is gedaan, of aan de binnenzijde, waarbij met de laatste een hogere isolatiewaarde te behalen is, ventilatie van een houten begane grondvloer in stand houden	meestal aan de binnenzijde om sprongen in een doorlopende kap te voorkomen, of eventueel collectief aan de buitenzijde, door aansluitingsproblemen buiten is aan de binnenzijde doorgaans een hogere isolatiewaarde te behalen	dun isolatieglas, geplaatst met stopverf vervangende kit in de bestaande glassponning, glas-in-lood bovenlichten voorzien van achterzetramen (aan de binnenzijde) met een goede luchtdichting om condens te voorkomen

▲ **Tabel 6** Verduurzamingsstrategie op hoofdlijnen voor de vijf woningtypen in dit boek. In de laatste kolom wordt doorverwezen naar de relevante details in het tweede deel van het boek (deel B).

verwarming	ventilatie	duurzame opwekking	relevante details
verkeersruimte, vliering en serres gebruiken als aangrenzende onverwarmde ruimtes, deuren hier zelfsluitend uitvoeren, verwarmen van de vertrekken waar verbleven wordt d.m.v. een zoneregeling, afgifte door radiatoren, vloer- of wandverwarming afhankelijk van de waarden, door vrije ligging meestal goed een plaats voor de buitenunit van een luchtwarmtepomp vindbaar	centraal via bestaande schoorsteenkanalen en trappenhuis met voorkeur voor balansventilatie (afhankelijk van luchtdichtheid casco), of evt. decentraal met warmteterugwinning (afhankelijk van de waarde van de gevels), of uitsluitend afzuigen, minimaal in de natte ruimtes, in combinatie met aanvoer via aangrenzende onverwarmde ruimtes of roosters, zie §3.6	door representatief karakter en vaak complexe kapvormen zijn zonnepanelen maatwerk, de grootste kansen liggen aan de bovenzijde van een mansardekap of op een plat dak mits het een lage installatie betreft, en op bijgebouwen, e.e.a. in overeenstemming met het gemeentelijk beleid	Fundering en begane grondvloer: 1.01-1.03 Gevels: 2.01-2.05 Verdieping- en zoldervloer: 3.01-3.08 Gevelopeningen: 4.01-4.19, 4.22-4.28 Dak: 5.01-5.12, 5.14-5.19
vloerverwarming in het oorspronkelijke bedrijfsgebouwe, droogbouw vloerverwarming of radiatoren t.b.v. warmteafgifte in het woonhuis, afhankelijk van waarden en temperatuur, door vrije ligging meestal goed een plaats voor de buitenunit van een luchtwarmtepomp vindbaar	centraal op de verdieping van het oorspronkelijke bedrijfsgebouwe, met voorkeur voor balansventilatie (een goede luchtdichtheid is met een inbouwpakket in het bedrijfsgebouwe vaak realiseerbaar), of uitsluitend afzuigen, minimaal in de natte ruimtes, in combinatie met aanvoer via roosters, zie §3.6	op de boerderij bij riet zijn zonnepanelen lastig vanwege brandgevaar en bovendien afhankelijk van de beeldkwaliteit, vaak goede kansen op de bijgebouwen op het erf, of eventueel een veldopstelling of kleine molen (25m), e.e.a. in overeenstemming met het gemeentelijk beleid	Fundering en begane grondvloer: 1.01-1.04 Gevels: 2.01-2.05, 2.07 Verdieping- en zoldervloer: 3.01-3.02, 3.04-3.07 Gevelopeningen: 4.01, 4.03-4.19, 4.22-4.28 Dak: 5.01, 5.03-5.07, 5.09-5.11, 5.13, 5.15-5.16, 5.19
(droogbouw) vloerverwarming of radiatoren, evt. houtkachel met hoog rendement i.p.v. open haard, in tuin meestal plaats buitenunit luchtwarmtepomp vindbaar	decentraal met warmteterugwinning, (afhankelijk van de waarde van de gevels), of decentraal afzuigen, minimaal in de natte ruimtes, in combinatie met aanvoer via roosters, zie §3.6	oost-west-opstelling, panelen zo laag mogelijk en op enige afstand van de dakrand, e.e.a. in overeenstemming met het gemeentelijk beleid	Fundering en begane grondvloer: 1.01-1.03, 1.05-1.06 Gevels: 2.06 Gevelopeningen: 4.17, 4.20-4.21 Dak: 5.01, 5.08, 5.18
verkeersruimte en vliering gebruiken als aangrenzende onverwarmde ruimte, deuren hier zelfsluitend uitvoeren, verwarmen van verblijfsvertrekken met een zoneregeling, afgifte door radiatoren, wand- of (droogbouw) vloerverwarming i.r.t. de waarden, vanwege geluid is een plaats voor de buitenunit van een luchtwarmtepomp soms niet vindbaar	centraal via bestaande schoorsteenkanalen en trappenhuis met voorkeur voor balansventilatie (afhankelijk van luchtdichtheid casco), of uitsluitend afzuigen, minimaal in de natte ruimtes, in combinatie met aanvoer via aangrenzende onverwarmde ruimtes of roosters, zie §3.6	door belendingen en smalle, diepe plattegrond zijn zonnepanelen in het midden van de kap vaak beperkt zichtbaar vanaf de straat, bij een evt. plat dak een oost-west-opstelling op enige afstand van de dakrand, e.e.a. in overeenstemming met het gemeentelijk beleid	Fundering en begane grondvloer: 1.01-1.03 Gevels: 2.01-2.05 Verdieping- en zoldervloer: 3.01-3.08 Gevelopeningen: 4.01-4.19, 4.22-4.28 Dak: 5.01, 5.03, 5.06, 5.09-5.11, 5.15-5.16, 5.18
verkeersruimte indien niet te isoleren gebruiken als aangrenzende onverwarmde ruimte, deuren hier zelfsluitend uitvoeren, verwarmen van verblijfsvertrekken met een zoneregeling, afgifte door radiatoren of vloerverwarming, vanwege geluid is een plaats voor de buitenunit van een luchtwarmtepomp soms niet vindbaar	centraal via bestaande schoorsteenkanalen en trappenhuis met voorkeur voor balansventilatie (afhankelijk van luchtdichtheid casco), of evt. decentraal met warmteterugwinning (afhankelijk van de waarde van de gevels), of uitsluitend afzuigen, minimaal in de natte ruimtes, in combinatie met aanvoer via aangrenzende onverwarmde ruimtes of roosters, zie §3.6	rustig uniform legplan, bij voorkeur met zonnepanelen die qua kleur aansluiten bij de dakpannen, niet maximaliseren door rondom dakramen, cv-pijpjes etc. te puzzelen met panelen, e.e.a. in overeenstemming met het gemeentelijk beleid	Fundering en begane grondvloer: 1.01-1.03, 1.06 Gevels: 2.06 Verdieping- en zoldervloer: 3.08 Gevelopeningen: 4.06-4.08, 4.16-4.18, 4.20, 4.23-4.25, 4.27 Dak: 5.01-5.07, 5.09- 5.11, 5.15-5.16, 5.19

4 UITVOERING

Een zorgvuldig doordacht verduurzamingsplan kan door een gebrekkige uitvoering alsnog falen. Er kunnen bouwfysische problemen ontstaan en de isolatiemaatregelen kunnen onverwacht slecht presteren. Een goede uitvoering doet er toe. Kort samengevat is die afhankelijk van de beheersing van lucht en vocht, een goede voorbereiding en controle op het resultaat.

4.1 UITVOERING | HET BELANG VAN EEN ZORGVULDIGE UITVOERING

4.1.1 Buitenschil

Als de buitenschil van een gebouw in een slechte technische staat verkeert, kunnen isolatiemaatregelen tot extra schade leiden. Een voorbeeld daarvan betreft het dak. Wanneer er af en toe kleine lekkages zijn, dan verdwijnen die voor lange tijd uit het zicht door het isoleren aan de binnenzijde. Daardoor kan het isolatiemateriaal nat worden waardoor de isolatiewaarde sterk afneemt. En de kans op schade aan de dakconstructie neemt dan toe. Een ander voorbeeld is de gevel. Metselwerk dat al vorstschade vertoont, zal door het isoleren langer koud blijven. Bovendien zal het metselwerk kouder worden in de winter waardoor de bakstenen langer nat blijven en eerder bevriezen. Hierdoor neemt de schade versneld toe. Om schade aan de buitenschil en de isolatiemaatregelen te voorkomen, wordt een goed uitgevoerde verduurzaming daarom altijd vooraf gegaan door eventueel benodigde herstelwerkzaamheden aan de buitenschil.

4.1.2 Bouwvocht

Tijdens de bouw kan er onbedoeld veel vocht in de constructie komen. Isolatiemateriaal bijvoorbeeld, dat niet goed droog opgeslagen of verwerkt is, kan eenmaal opgesloten tussen een gevel en een dampremmende folie maar moeilijk drogen. Dat kan leiden tot slecht presterend isolatiemateriaal, schimmel en houtrot.

Maar ook bij de verwerking van bouwmaterialen wordt vaak water gebruikt. Vooral bij het stuken: vaak loopt het water van de ramen als er net gestuukt is. Als op dat moment de luchtdichting van een binnenisolatiesysteem bij een gevel of dak nog niet in orde is, dan zal een deel van het vocht in de isolatie condenseren. Zorg er dus voor dat die rondom luchtdicht aansluit op de omgeving, en dat naden tussen foliebanen onderling ook luchtdicht zijn afgetapet. (Permanent) ventileren helpt natuurlijk om vocht af te voeren, maar niet als het buiten koud is in de winter en de lucht binnen niet wordt opgewarmd. Koude lucht kan namelijk slecht vocht opnemen en is daarom snel verzadigd. Eventueel kan een bouwdroger worden gebruikt om te voorkomen dat het isolatiemateriaal bloot staat aan grote hoeveelheden bouwvocht.

4.1.3 Vochtuitwisseling

Ook tijdens het gebruik van de woning kan een slecht uitgevoerde isolatie bloot staan aan vocht. In de winter is het binnenshuis normaal gesproken warmer dan buiten, in de zomer is het buiten vaak warmer dan binnen. Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Aangezien de natuur voortdurend op zoek is naar balans stroomt er in de winter waterdamp van binnen naar buiten door de constructie en in de zomer is dat juist andersom (zie detailblad 2.01).

Technisch gezien is meestal vooral de dampstroom in de winter een aandachtspunt, omdat daardoor condens kan ontstaan op het punt in de constructie waar de temperatuur zo laag wordt dat de lucht de hoeveelheid waterdamp niet meer kan bevatten. We noemen dat het dauwpunt. Dit ligt doorgaans op het grensvlak van de isolatie en de buitenschil. Om condensatie te voorkomen, wordt er bij een traditionele isolatie aan de warme binnenzijde een dampremmende laag aangebracht; meestal een aparte folie. Een zorgvuldige uitvoering van deze folie, met goed afgetapete foliebanen en aansluitingen rondom, is belangrijk om waterdamp die via de naden zou kunnen binnendringen te voorkomen. Helaas komt het in de bouw nog te vaak voor dat er helemaal geen folies zijn toegepast. Vaak is dat een bewuste keuze die helaas uit onkunde wordt gemaakt. 'Dan verstik je de boel' of 'je wilt toch niet in een plastic zak wonen' wordt er dan gezegd. Bij een traditionele opbouw van een binnenisolatiesysteem is de dampremmende laag echter een essentieel onderdeel, en onmisbaar voor het goed functioneren van het systeem.

Bij een dampopen capillair actief systeem wordt de dampstroom niet gehinderd: er is geen damprem en er kan condens in de constructie ontstaan. Dit condenswater wordt door de capillaire werking van kanaaltjes in het isolatiemateriaal verdeeld en getransporteerd naar de binnenzijde van het binnenisolatiesysteem. Hier kan het vocht verdampen naar het warme binnenklimaat als de lucht voldoende capaciteit heeft om dit op te nemen. Een dampopen capillair actief systeem is niet geschikt voor een houten kap vanwege het risico op houtrot door condensatie aan de binnenzijde van het meer dampdichte dakbeschot. Het stelt ook meer eisen aan de uitvoering dan een traditioneel systeem en heeft een beperkte dikte.

Zo is het nodig niet-dampopen afwerklagen op de gevel eerst te verwijderen. De isolatie moet overal vlak aansluiten op de gevel om ervoor te zorgen dat condensvocht en vocht vanuit de gevel naar binnen kan worden

getransporteerd. Een luchtsponw tussen de isolatie en de gevel, zoals op detailblad 2.03 aan de rechterzijde, maakt van een dampopen capillair actief systeem een dampopen systeem (hetgeen wordt afgeraden). Verder moeten alle onderdelen van het systeem dampopen zijn: de hechtmortel tussen de isolatie en de gevel, maar ook de pleisterlaag aan de binnenzijde. Er kan worden geschilderd met een dampopen systeem, zoals een kalk-, leem-, krijt- of minerale verf. Door het aanbrengen van tegels, een onvoldoende dampopen behang of het sauzen met latex echter, verliest het systeem zijn werking omdat vocht aan de binnenzijde niet meer kan verdampen.

4.1.4 Luchtuitwisseling

Oude huizen zijn doorgaans verre van luchtdicht. De vertrekken wisselen niet alleen onderling lucht uit, maar ook met het buitenklimaat, zonder dat we daar invloed op hebben. Dat is nuttig als de uitwisseling met het buitenklimaat leidt tot een verbetering van de luchtkwaliteit binnen of tot de afvoer van een teveel aan vocht. Maar een ongewenste, ongecontroleerde luchtuitwisseling kan ook tot bouwfysische problemen leiden.

Er kan door luchtuitwisseling veel warmte verloren gaan in de winter. En in de zomer kan luchtuitwisseling ervoor zorgen dat de woning ongewenst opwarmt. Beide zorgen er voor dat er installaties nodig zijn die het binnenklimaat comfortabel houden. Luchtuitwisseling in de zomer kan ook zorgen voor condensatie op binnenmuren, bijvoorbeeld als warme vochtige buitenlucht via het kelderraam een koude kelder binnenstroomt. Om onnodig energieverbruik en condens te voorkomen, is het beperken van een ongereguleerde luchtuitwisseling dus gewenst.

Zeker als een gebouw aan de binnenzijde is nageïsoleerd. Daardoor wordt de buitenschil kouder; een belangrijke reden om het binnenisolatiesysteem zo luchtdicht mogelijk aan te brengen. Warme vochtige lucht mag namelijk nooit van binnen via niet-luchtdichte aansluitingen tot achter de isolatie en/of dampremmende laag doordringen, zoals op detailblad 3.02 rechts, waar de binnenlucht aan de binnenzijde van de gevel condenseert. Stromende lucht kan namelijk nog veel meer condens afzetten dan de eerdergenoemde dampstroom. Het probleem is het grootst wanneer de binnenlucht in verbinding staat met de buitenlucht en door middel van drukverschillen kan gaan stromen. Bekende plaatsen waar dit in een oud huis kan optreden, zijn de naden en kieren bij de aansluiting tussen gebouwdelen. Denk aan de muurplaten op de plaats waar het dak de gevel ontmoet, de kozijnaansluiting op de gevel, de aansluiting van het raam op het kozijn etc. Om het risico op luchtstroming achter de isolatie zo klein mogelijk te houden, wordt geadviseerd alleen in uitzonderlijke gevallen een luchtsponw tussen de isolatie en de gevel of het dak te maken (zie hiervoor onder andere detailblad 2.07).

Luchtdichting is bij alle isolatiemethoden van groot belang, zowel bij dampremmende als bij dampopen capillair actieve systemen, en daarom is er in de detailbladen veel aandacht aan besteed. Qua luchtdichting aan de randen lijken traditionele en dampopen capillaire actieve systemen op elkaar: vaak worden tapes en/of zwelbanden toegepast. Maar bij een traditioneel systeem wordt de dampremmende laag, of het isolatiemateriaal zelf, gebruikt als luchtdichting, terwijl bij een dampopen capillair actief systeem meestal een naadloos aangebrachte pleisterlaag daarvoor zorgt. Dat sluit goed aan op de historische bouwwijze: ook vroeger werden gebouwen luchtdichter gemaakt door middel van pleisterlagen. Bij systemen met een losse dampremmende laag zouden onderbrekingen door installaties zoveel mogelijk voorkomen moeten worden. Een installatiesponw is daarvoor een oplossing (zie detailblad 2.02, midden).

Vanwege de grote invloed van luchtstromen op het energieverlies en de kans op condens, is het belangrijk de luchtdichtheid goed te controleren bij de uitvoering, en niet alleen het eindresultaat met een afgewerkte laag, zie paragraaf 4.2.

► **Afbeelding 28** Ramen zijn een bekende bron waarlangs ongewenst lucht uitgewisseld kan worden. Soms zijn de kieren met het blote oog al waarneembaar, zoals hier.

4.1.5 Keuze en verwerking van het isolatiemateriaal

Het gekozen type isolatiemateriaal bepaalt in hoge mate de prestatie van de isolatiemaatregel. In paragraaf 3.4 wordt uitgebreid stil gestaan bij de bouwfysische overwegingen bij het kiezen van een materiaal, maar er zijn meer zaken om op te letten, zoals de benodigde dikte, prijs, verwerkbaarheid, ecologie en gezondheid.

De kwaliteit van uitvoering is belangrijk. Als voor het aan de binnenzijde isoleren van een gevel een harde isolatieplaat wordt gebruikt, dan ontstaat daarachter al snel een luchtspouw omdat een historische gevel zelden vlak is. Met een flexibele isolatie kan een betere aansluiting worden gemaakt, waardoor luchtcirculatie achter de isolatie nagenoeg niet kan plaatsvinden. In historische kappen met ronde sporen en veel moeilijke hoekjes kan met ingeblazen isolatie waarschijnlijk het beste een naadloze, goed aansluitende isolatielaag bereikt worden. Sowieso zou bij de verwerking veel aandacht moeten zijn voor een goede aansluiting van de isolatie op de omgeving en tussen losse platen of dekens onderling. Daarmee wordt een lagere isolatiewaarde voorkomen, of bij het ontbreken van een aparte luchtdichte laag: een luchtlek (zie 4.1.4).

Te dikke isolatie in een beperkte ruimte drukken heeft geen zin: 18cm steenwol in een ruimte van 10cm leidt ertoe dat er minder stilstaande lucht in de isolatie zit en deze dus minder goed isoleert.

4.1.6 Koudebruggen

Koudebruggen zijn in historische huizen niet geheel te voorkomen, maar ze zouden als energielek en potentiële condensplek wel zoveel mogelijk vermeden moeten worden. In bepaalde gevallen zijn voor het oplossen ervan meer ingrijpende maatregelen nodig, zoals bij een gangwand die doorloopt in de gevel (detailblad 2.05). Soms is een eenvoudige oplossing het aanbrengen van een dunne isolatieplaat (detailblad 4.03).

Wat er in ieder geval voorkomen moet worden, is dat er onbedoeld nieuwe koudebruggen gemaakt worden. Bijvoorbeeld door in een voorzetwand metalen stijl- en regelwerk toe te passen, zonder daarbij tussen de gevel en de metaalprofielen een isolatielaag aan te brengen. De profielen vormen dan een koudebrug tussen de gevel en de binnenzijde van de voorzetwand (detailblad 2.04). Een ander voorbeeld is het al buiten de omtimmering van een venster laten stoppen van een voorzetwand. Daardoor blijft een deel van de gevel nodeloos ongeïsoleerd: een koudebrug (4.01, rechtsonder).



▲ **Afbeelding 29** De leidingen van de centrale verwarming die hier uit de voorzetwand steken, zijn geïsoleerd. Dat is te zien aan de rode en blauwe mantel. Omdat de leidingen achter de isolatie langs lopen, dus aan de koude kant, verliezen ze zo minder warmte. Over de isolatie wordt hierna een dampremmende folie aangebracht. Omdat de leidingen van achter de voorzetwand komen, zullen deze dan wel lekken in de folie vormen. Een eventuele oplossing is een installatiespouw in de voorzetwand (zie detailblad 2.02). Daardoor wordt de wand wel een stukje dikker. Daar is niet altijd ruimte voor. Als er wel ruimte is, dan hoeven de cv-leidingen niet meer te worden geïsoleerd. De installatiespouw ligt namelijk aan de warme kant van de isolatie.



4.2 UITVOERING | CONTROLE

Als gevolg van de energietransitie worden steeds dikkere isolatiepakketten aan gebouwen toegevoegd. De verschillen in oppervlaktetemperatuur tussen wel en niet-geïsoleerde stukken nemen daardoor toe. Bovendien groeit door alle kier- en tocht dichtingen de kans op opbouw van vocht in de constructie bij onvoldoende of onjuist ventileren. Om de risico's van deze ontwikkeling te beperken, wordt het steeds belangrijker om de kwaliteit van de uitvoering te controleren.

4.2.1 Voor het sluiten van de constructies

Bij het aan de binnenzijde na-isoleren van historische gebouwen is het belangrijk dat de isolatie en de dampremmende en/of luchtdichte laag correct zijn aangebracht. Er mogen geen holtes achter de isolatie zijn en de luchtdichting dient goed aan te sluiten op de omgeving. Vooral bij dat laatste is het belangrijk dat:

1. de voorschriften van de fabrikant opgevolgd worden, en;
2. een tape, kit of lijm gebruikt wordt die een lange levensduur heeft en bestand is tegen de bewegingen van een historisch gebouw.

Om daarop goed te kunnen toezien is het aan te bevelen om een sluitprotocol op te stellen. Daarin wordt geregeld hoe een zorgvuldige uitvoering wordt gewaarborgd. Afgesproken kan bijvoorbeeld worden dat na het aanbrengen van de isolatielaag een ronde wordt gemaakt waarbij alle betrokkenen met elkaar de uitvoering controleren. Eventuele gebreken worden genoteerd en pas na herstel hiervan wordt verder gewerkt. Hetzelfde wordt gedaan na het aanbrengen van de dampremmende laag. Pas nadat alles correct is uitgevoerd kan met de afwerking begonnen worden.

Bij dampopen capillair actieve systemen zou kunnen worden afgesproken, dat de geschiktheid van de ondergrond voorafgaand aan het aanbrengen van de isolatielaag beoordeeld wordt door de betrokken partijen. Eventuele lagen die de werking van het systeem verstoren, zoals gips of latex, moeten verwijderd zijn. Voor het pleisteren kan een ronde worden gemaakt om te zien of de isolatielaag overal aansluit en alle luchtdichtingen rondom goed zijn aangebracht.

Door de wijze van uitvoering op schrift en met foto's vast te leggen, kan alles beter overgedragen worden aan de toekomstige bewoners. Voor hen is dan helder welke keuzes zijn gemaakt en hoe de constructie in elkaar zit (zie §5).

4.2.2 Blowerdoortest

Bij een visuele inspectie van de luchtdichting is de kans dat er iets gemist wordt heel groot. Naden en kieren zijn niet altijd met het blote oog waarneembaar, maar een groot aantal kleine naden en kieren zorgt ongemerkt toch voor een behoorlijk energieverlies, en mogelijk voor bouwfysische schade. In dat geval kan een blowerdoortest uitkomst bieden. Tijdens een blowerdoortest wordt een ventilator in een muuropening zoals een raam of een deur gezet. Deze zuigt lucht uit de woning of blaast die er juist in, waardoor onder- of overdruk ontstaat. Hierdoor zal de lucht door luchtlekken gaan stromen. Met speciale apparatuur wordt gemeten hoeveel lucht er weglekt. Met een speciale pen die een rookspoor geeft en/of een warmtebeeldcamera kan worden opgespoord waar dat is.

5 KENNISOVERDRACHT

Dat het gebruik sterk medebepalend is voor het energieverbruik, is eerder opgemerkt (§2.4). Factoren als de gezinssamenstelling, de financiële situatie en vooral het gedrag van de bewoners spelen allemaal een rol. Een nog onderbelicht aspect voor het energieverbruik is de kennis die de bewoner heeft over het functioneren van de duurzaamheidsmaatregelen. Voorlichting is erg belangrijk om ervoor te zorgen dat de woning en de genomen maatregelen op de juiste manier gebruikt worden.

5.1 GEBRUIKERSVOORLICHTING BIJ OPLEVERING

Het overdragen van kennis over uitgevoerde verduurzamingsmaatregelen begint in ieder geval bij de oplevering, maar liever al daarvoor. Om te voorkomen dat de verwachte besparing en milieuwinst deels niet gerealiseerd worden, het binnenklimaat ongezond is of wellicht schade aan het gebouw ontstaat, is het belangrijk dat de bewoner bekend is met de toegepaste verduurzamingsstrategie in al zijn facetten. Wat is de gedachte achter de genomen maatregelen? Hoe werken ze? En nog belangrijker: hoe werken ze *samen*?

Door de bewoner al bij het begin mee te nemen in de werking van isolatie- en installatiemaatregelen, kan bijvoorbeeld voorkomen worden dat een dampopen capillair actief binnenisolatiesysteem aan de binnenzijde wordt afgewerkt met een dampremmend behang. Of dat een kastenwand voor een wand met wandverwarming komt te staan. Een bewoner die er zich bewust van is dat er vacuümpanelen in de voorzetwand zitten, zal niet zomaar een schroef in die wand draaien omdat daardoor panelen lek kunnen raken en dus niet meer isoleren.

Als er vanwege energiebesparing of behoudsoverwegingen gekozen is voor een aangepast comfortniveau, dan draagt voorlichting bij aan de acceptatie door de bewoner en aan het gebruik van de verwarmings- en ventilatievoorzieningen zoals ze bedoeld zijn. Hierdoor wordt bijvoorbeeld voorkomen dat de aanvoer van buitenlucht door bufferruimtes wordt gestopt als gevolg van een goedbedoelde kierdichting op deze plek. Of dat een zorgvuldig ingeregelde balansventilatie niet goed functioneert omdat de bewoner het prettig vindt om altijd een raampje open te hebben. Door in ieder geval in het eerste jaar het energieverbruik en de prestatie van de installaties te laten monitoren door gekwalificeerde partijen, en op verzoek van de bewoner eventueel benodigde aanpassingen te doen, kunnen ongewenste wijzigingen aan de instellingen van de installaties worden voorkomen.

Om niet afhankelijk te zijn van het geheugen van personen en kennis ook in de toekomst over te kunnen dragen, is een schriftelijke gebruikersvoorlichting sterk gewenst. Het verzamelen van de informatie daarvoor kan al beginnen bij de uitvoering door tijdens het werk foto's te nemen (zie §4.2.1) en relevante gegevens te noteren. In de schriftelijke voorlichting zouden, naast de verduurzamingsstrategie, ook de werking en onderhoudsbehoefte van de installaties en de werking van isolatiemaatregelen behandeld moeten worden.

5.2 VOORLICHTING BIJ VERKOOP

De eigen woning is voor veel Nederlanders het belangrijkste bezit. Daarom is het wel opmerkelijk dat bij de aankoop van historische woningen meestal maar weinig informatie beschikbaar is over eerdere verduurzamingsmaatregelen. Voorzetconstructies bij gevels en daken zijn bij een bouwkundige inspectie nog wel te herkennen, maar wat daarin zit blijft vaak gissen. En of de maatregelen goed zijn uitgevoerd ook. Bovendien is niet duidelijk of de al genomen maatregelen nog bijzondere eisen stellen aan het gebruik door de nieuwe bewoners.

Als gevolg hiervan moeten verduurzamingsmaatregelen soms opnieuw genomen worden: een desinvestering en niet duurzaam. Net als bij de oplevering is het daarom wenselijk nieuwe bewoners beter te informeren over de aard van de eerder uitgevoerde maatregelen en hun gebruiksaanwijzing. Als bij de oplevering eerder al een schriftelijke gebruikersvoorlichting is meegeleverd, dan kan deze natuurlijk daarvoor dienen.



DEEL B | DETAILS

B

1

FUNDERINGEN EN BEGANE GRONDVLOEREN

BLADNR.	BETREFT	DATUM
1.01	BEGANE GRONDVLOER - HOUT - ISOLATIEPLATEN	20.06.2024
1.02	BEGANE GRONDVLOER - HOUT - ISOLATIEFOLIES	20.06.2024
1.03	BEGANE GRONDVLOER - HOUT - DROOGBOUWVLOERVERWARMING	20.06.2024
1.04	BEGANE GRONDVLOER - KLINKERVLOER	20.06.2024
1.05	BEGANE GRONDVLOER - SYSTEEMVLOER	20.06.2024
1.06	BEGANE GRONDVLOER - SPOUWMUURISOLATIE EN VENTILATIE	20.06.2024

► **Afbeelding VI** Vanwege de waarde van deze prachtige gangvloer met patroontegels is isoleren hier niet wenselijk. Beter kan de gang gebruikt worden als aangrenzende onverwarmde ruimte (zie paragraaf 3.3.1). Verder is een valdorpel aan te raden, gelet op het licht dat onder de buitendeur binnenvalt.



FUNDERINGEN &
BEGANE GRONDVLOEREN

1.01 BEGANE GRONDVLOER – HOUT – ISOLATIEPLATEN

INLEIDING

De meeste begane grondvloeren in historische panden bestaan uit houten balken waarop planken zijn aangebracht. Deze vloeren zijn goed te isoleren zonder dat ze vervangen hoeven te worden. Vloerisolatie is effectiever dan bodemisolatie en wordt doorgaans tussen de houten balken aangebracht. Dat kan vanuit de kruipruimte, maar als deze erg laag is ook van bovenaf. De vloerplanken worden dan tijdelijk verwijderd. Soms is het ook mogelijk bovenop de vloer te isoleren, maar die oplossing heeft niet de voorkeur vanwege aansluitingsproblemen bij onder andere deuren en de kleinere isolatiewaarde door de beperkt mogelijke dikte.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In deze details zijn steenwol isolatieplaten toegepast. Omdat deze platen een beetje in te drukken zijn, kunnen ze wat groter worden gesneden dan de ruimte tussen de vloerbalken. Bij het aanbrengen klemmen de platen zich daardoor enigszins vast en sluiten ze goed aan op de balken.

Er zijn twee oplossingen getekend. In het middelste detail wordt de isolatie ondersteund door nieuwe latten op de zijkant van de balken. De isolatie moet bij deze oplossing goed tegen de vloerplanken aangedrukt worden, en als de ruimte tussen de balken groot is, dan is plaatselijk mogelijk extra ondersteuning nodig. Bij het rechterdetail is een isolatieplaat met een geperforeerde aluminium bekleding toegepast. De bekleding komt aan de bovenzijde en tussen de isolatieplaat en de vloerplanken blijft een luchtspouw van minimaal 2cm over. Bij deze oplossing worden de latten ter ondersteuning van de isolatie aan de onderzijde van de vloerbalken bevestigd. Als de nieuwe latten vanuit de kruipruimte worden aangebracht, dan is het gebruik van een compressor met een tacker daarvoor het meest praktisch vanwege de beperkte werkruimte.

De vloerplint is rechts vervangen door een dikkere met een sponning voor een zwelband. Deze band dient als luchtdichting tussen de kruipruimte en het binnenklimaat. Als zo'n dichting ook uit te voeren is met gebruikmaking van de bestaande plint (zoals in het middelste detail), dan heeft dat de voorkeur omdat het afval en gebruik van nieuw materiaal voorkomt. Het zandbed in de kruipruimte is afgedekt met een folie, die met houten latten op de muur is vastgezet.

AANDACHTSPUNTEN

Tussen de strijkbalk en de muur wordt niet geïsoleerd om te voorkomen dat het isolatiemateriaal een vochtbrug van de muur naar de balk vormt.

In plaats van met steenwol kunnen deze oplossingen ook worden uitgevoerd met een ander isolatiemateriaal, zoals een folie (zie detailblad 2.02). Bij een vochtige kruipruimte is een harde isolatieplaat die geen vocht opzuigt zoals een wollig isolatieproduct wellicht beter. Bij het gebruik van harde isolatieplaten is een nauwkeurige passing tussen de balken wel lastiger te realiseren. Dat kan worden opgelost door de aansluitingen op de balk met purschuim af te dichten.

Om de ventilatie onder de vloer in stand te houden, is het nodig dat bestaande ventilatievoorzieningen in de gevels, zoals roostertjes of staand metselwerk met open voegen, kunnen blijven functioneren. Het is vaak wel verstandig aan de binnenzijde van de ventilatievoorzieningen rvs-gaas aan te brengen, omdat muizen aan de meeste soorten isolatie knagen en het materiaal graag gebruiken om in te nestelen.

Het komt regelmatig voor dat bij het isoleren van begane grondvloeren een dampremmende folie onder de isolatie wordt aangebracht, of dat er een spijkerflensdeken wo dt toegepast met de glimmende zijde aan de onderkant. Dit is ongewenst, omdat eventueel vocht in de constructie hierdoor wordt opgesloten.

Als de kruipruimte erg nat is door een hoge grondwaterstand is een bodemfolie niet altijd mogelijk of wenselijk. Er blijft dan water op staan, de folie kan door de waterdruk scheuren of losgaan en bij een hoge waterstand in de kruipruimte kan door de folie een 'waterbedeffect' ontstaan.

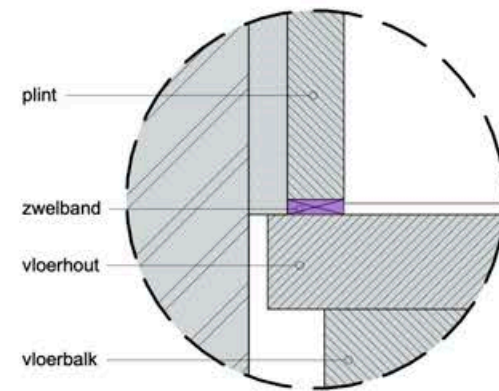
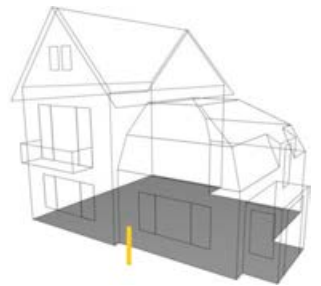
THEORIE

In vergelijking met de buitenluchttemperatuur heeft de bodem in de kruipruimte een vrij constante temperatuur. Daardoor is het temperatuurverschil in de winter tussen binnen en buiten over de begane grondvloer veel kleiner dan dat over de gevels of het dak. Toch loont het om de begane grondvloer te isoleren, zeker bij vloerverwarming. Het is immers niet de bedoeling dat deze vooral de kruipruimte opwarmt. Het verbeterde comfort van een geïsoleerde vloer zorgt ook voor ander gedrag: de thermostaat kan bij warme voeten sneller een graadje lager.

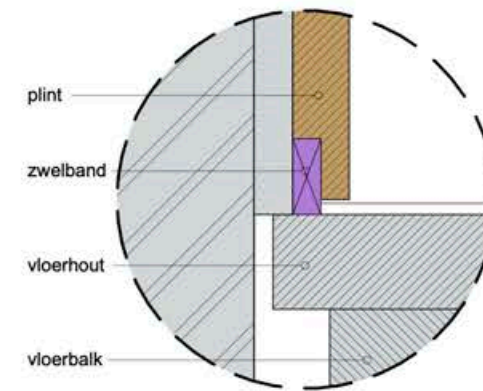
Kruipruimtes zijn relatief vochtig. Door het isoleren van de begane grondvloer daalt de temperatuur van de lucht in de kruipruimte, waardoor de relatieve vochtigheid hier nog toeneemt. Om te voorkomen dat het vochtpercentage in de houten vloer te hoog wordt waardoor houtrot kan ontstaan, is het belangrijk dat de kruipruimte goed geventileerd is. De lucht in de kruipruimte kan bovendien droger gemaakt worden door op de bodem een folie aan te brengen die de verdamping van vocht vanuit de grond voorkomt. Zo'n folie gaat tevens de aanvoer van radioactief radongas vanuit de bodem naar het binnenklimaat tegen.

Het is belangrijk constructies zo goed mogelijk luchtdicht af te werken. Kierende isolatie presteert aanzienlijk slechter en op plaatsen waar warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar kunnen ontmoeten, ontstaat vaak condens. Om deze reden is het belangrijk de isolatie zo goed mogelijk te laten aansluiten op de vloerplanken en vloerbalken – zeker als het harde platen betreft – en de randen van de vloer luchtdicht af te werken met een plint. Bij de randen vindt vaak vermenging van binnenlucht en lucht uit de kruipruimte plaats.

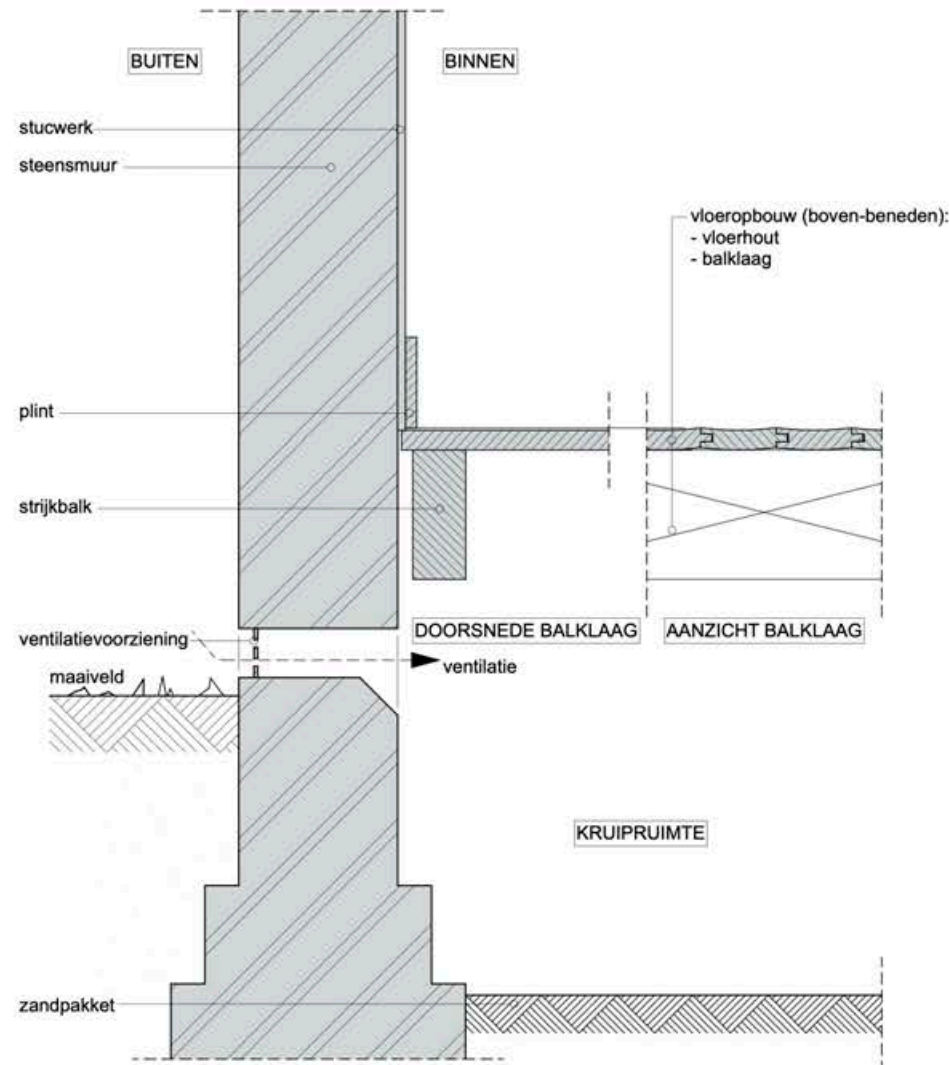
Bij het rechterdetail is de kans groter dat koude buitenlucht en warme binnenlucht elkaar ter plaatse van de luchtspouw ontmoeten. Hier is een goede passing van de isolatie nog belangrijker. Het voordeel van deze oplossing is dat de isolatie niet alleen warmtegeleiding tegengaat, maar dat de reflecte ende aluminium bekleding de warmtestraling van binnen – bijvoorbeeld van een vloerverwarming – ook naar boven terugkaatst. Dat werkt alleen als de reflecte ende laag grenst aan een luchtspouw.



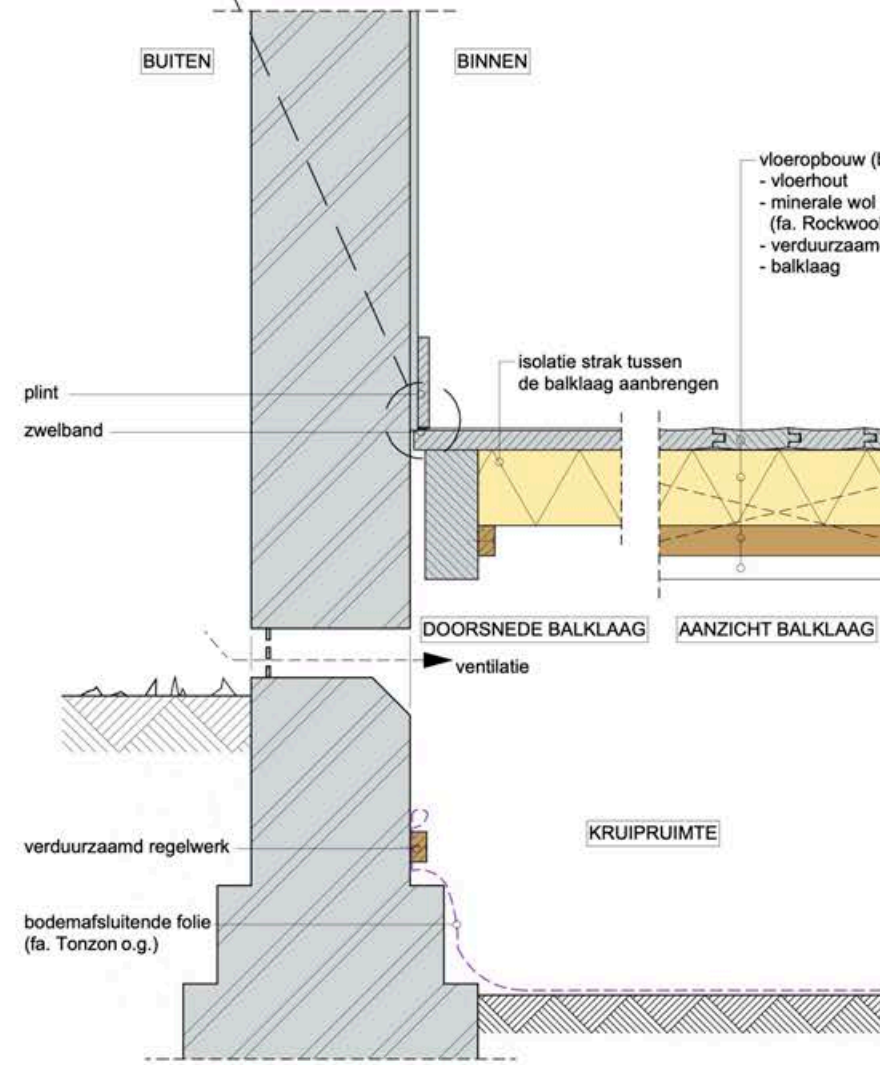
HERGEBRUIK PLINT
SCHAAL 1:2



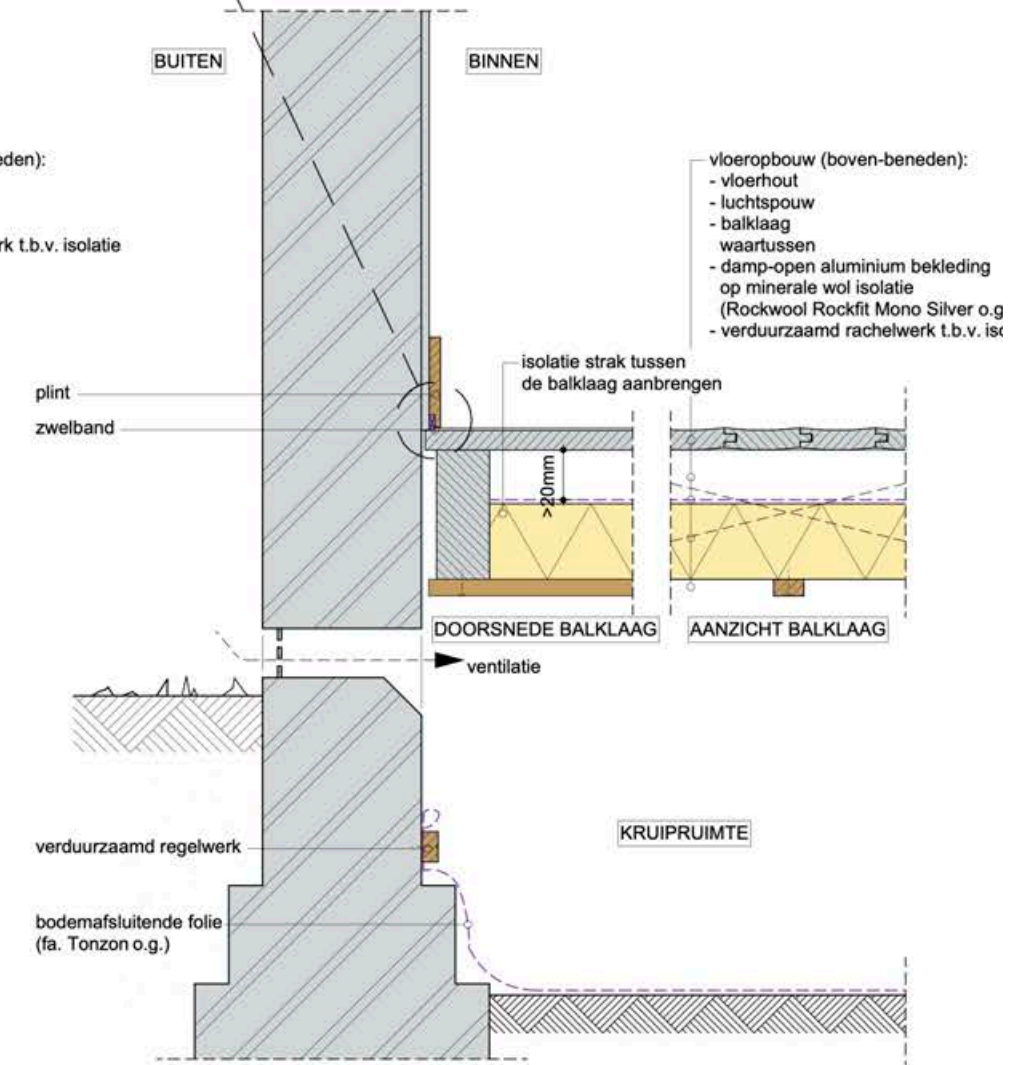
NIEUWE PLINT
SCHAAL 1:2



BESTAAND
(verticaal detail)
SCHAAL 1:10



NIEUW
(verticaal detail)
SCHAAL 1:10



NIEUW
(verticaal detail)
SCHAAL 1:10

1.02 BEGANE GRONDVLOER – HOUT – ISOLATIEFOLIES

INLEIDING

De meeste begane grondvloeren in historische panden bestaan uit houten balken waarop planken zijn aangebracht. Deze vloeren zijn goed te isoleren zonder dat ze vervangen hoeven te worden. Vloerisolatie is effectiever dan bodemisolatie en wordt doorgaans tussen de houten balken aangebracht. Dat kan vanuit de kruipruimte, maar als deze erg laag is ook van bovenaf. De vloerplanken worden dan tijdelijk verwijderd. Soms is het ook mogelijk bovenop de vloer te isoleren, maar die oplossing heeft niet de voorkeur vanwege aansluitingsproblemen bij onder andere deuren en de kleinere isolatiewaarde door de beperkt mogelijke dikte.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In het middelste detail zijn thermokussens toegepast. Dat zijn lange banen van een sterke, zilverkleurige kunststoffolie die drie of vier luchtkamers bevatten. De kussens worden met een handtacker met nietjes tegen de zijkant van de balken aangebracht. Het is daarvoor nodig plaatselijk folieversterkers aan te brengen. Vanwege de beperkte werkruimte in een kruipruimte is het handig de lengte en breedte van ieder balkvak op te meten en de banen boven de vloer op maat te snijden. Ze moeten ongeveer 40cm langer en 20cm breder zijn dan een balkvak om de kopse einden nog af te kunnen sluiten met een dubbelzijdige tape en voldoende ruimte te hebben voor het luchtkussens om uit kunnen hangen. Als er om obstakels heen moet worden gewerkt, is extra lengte nodig. Boven de vloer kan al één van de kopse einden met een dubbelzijdige tape worden afgesloten. De andere kant wordt afgesloten als het thermokussen is aangebracht.

In het rechterdetail is PIF–isolatiefolie gebruikt. Dat is een flexibele isolatiedeken die bestaat uit mee dere lagen aluminiumfolie waartussen lagen luchtkussenfolie zitten. Voor het aanbrengen wordt onder de vloerbalken een verduurzaamde lat op het muurwerk aangebracht, die wordt afgepurd voor een luchtdichte aansluiting. De isolatiefolie wordt door de taperand rondom op de houten latten vastgeniet op zo'n manier dat de folie strak onder de vloer hangt. Om doorhangen te voorkomen wordt de folie plaatselijk aan de vloerbalken vastgezet met schroeven en kunststof schotels. De naden tussen de isolatiebanen onderling en bij de aansluiting op de muur moeten worden luchtdicht afgewerkt met een speciale tape.

De vloerplint is in beide details vervangen door een iets dikkere waarin een sponning is gefreesd voor een zwelband. Deze band dient als luchtdichting tussen de kruipruimte en het binnenklimaat. Als zo'n dichting ook uit te voeren is met gebruikmaking van de bestaande plint, dan heeft dat natuurlijk de voorkeur, omdat het afval en gebruik van nieuw materiaal voorkomt. Het zandbed in de kruipruimte is afgedekt met een folie, die met houten latten op de muur vastzit.

AANDACHTSPUNTEN

Voor een goede werking van het thermokussen moeten de kamers in het kussen gevuld zijn met lucht en moet deze stil staan. Voor dat laatste is het nodig de kopse einden dicht te tapen. Eén zijde kan al bij het op maat maken worden dichtgeplakt. De andere zijde kan pas na het aanbrengen worden dichtgemaakt om de kamers eerst de gelegenheid te geven zich met lucht te vullen. Het is belangrijk om bij de bevestiging slechts één laag en niet meerdere vast te nieten, zodat de luchtkamers bij het uitzakken waardoor ze zich vullen met lucht niet worden gehinderd door de nietjes. Gebruik voor het nieten bij voorkeur een handtacker om te voorkomen dat de nietjes door de folie heen geschoten worden. Soms wordt aanbevolen de kussens onder de balken door nog met elkaar verbonden met een koppelfolie. Dat wordt afgeraden, omdat de houten balk daarmee helemaal omgeven zou zijn door dampdichte folies en eventueel vocht niet meer kwijt kan waardoor de kans op houtrot toeneemt. Eventueel kan om een CV-leiding die onder de vloerbalken en kussens doorloopt met zo'n koppelfolie wel een extra luchtkamer worden gecreëerd, waardoor de leiding minder warmte aan de kruipruimte kwijtraakt. De PIF–isolatiefolie zorgt ervoor dat de houten vloerbalken eventueel vocht niet meer kwijt kunnen aan de ventilatielucht in de kruipruimte. Om houtrot te voorkomen wordt deze oplossing niet geadviseerd bij heel vochtige kruipruimtes of muren (bijvoorbeeld als de muur boven de vloer voorzien is van een geïsoleerde voorzetwand, waardoor hij koud en vochtig blijft).

Om de ventilatie onder de vloer in stand te houden, is het bij beide oplossingen nodig dat bestaande ventilatievoorzieningen in de gevels, zoals roostertjes of staand metselwerk met open voegen, kunnen blijven functioneren. Het is vaak wel verstandig aan de binnenzijde van de ventilatievoorzieningen rvs-gaas aan te brengen, omdat muizen graag aan isolatie knagen.

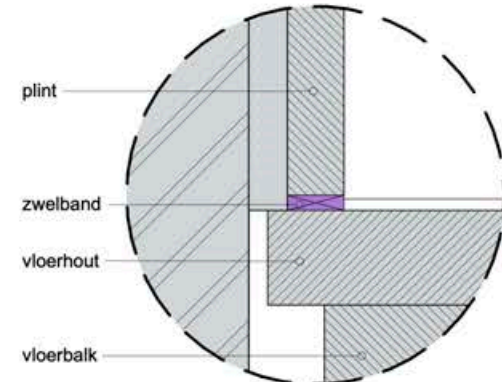
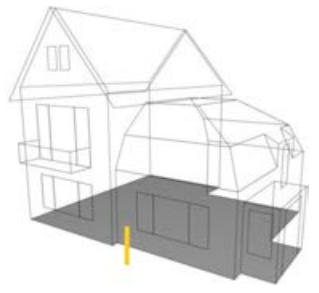
Als de kruipruimte erg nat is door een hoge grondwaterstand is een bodemfolie niet altijd mogelijk of wenselijk. Er blijft dan water op staan, de folie kan door de waterdruk scheuren of losgaan en bij een hoge waterstand in de kruipruimte kan door de folie een 'waterbedeffect' ontstaan.

THEORIE

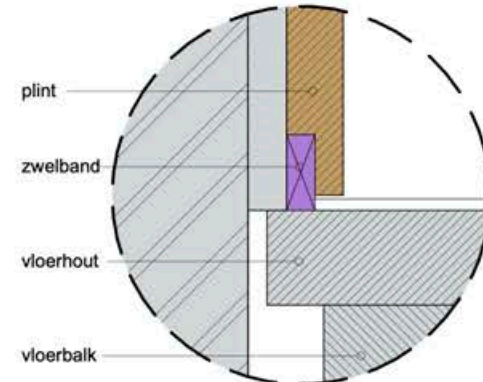
Het isolerend principe van thermokussens en PIF–isolatiefolie is niet gebaseerd op het tegengaan van geleiding, maar op het terugkaatsen van warmtestraling. Dat doet het glimmende metaallaagje op de kunststoffolie bij Tonzon en de aluminiumfolie bij PIF. Dit principe werkt alleen als de reflecte ende laag grenst aan een luchtlaag en daarom heeft het eerste product luchtkamers en moet er bij het tweede een luchtspouw tussen het vloerhout en de folie van minimaal 5cm zitten. Stilstaande lucht kan warmte moeilijker transporteren naar een koude omgeving dan lucht die in beweging is; daarom is het belangrijk dat de lucht in de kamers stil staat.

Kruipruimtes zijn relatief vochtig. Door het isoleren van de vloer daalt de temperatuur van de lucht in de kruipruimte, waardoor de relatieve vochtigheid hier nog toeneemt. Daarom is het belangrijk dat de kruipruimte goed geventileerd is. De lucht in de kruipruimte kan bovendien droger gemaakt worden door op de bodem een folie aan te brengen die de verdamping van vocht vanuit de grond voorkomt. Zo'n folie gaat ook de aanvoer van radioactief radongas tegen.

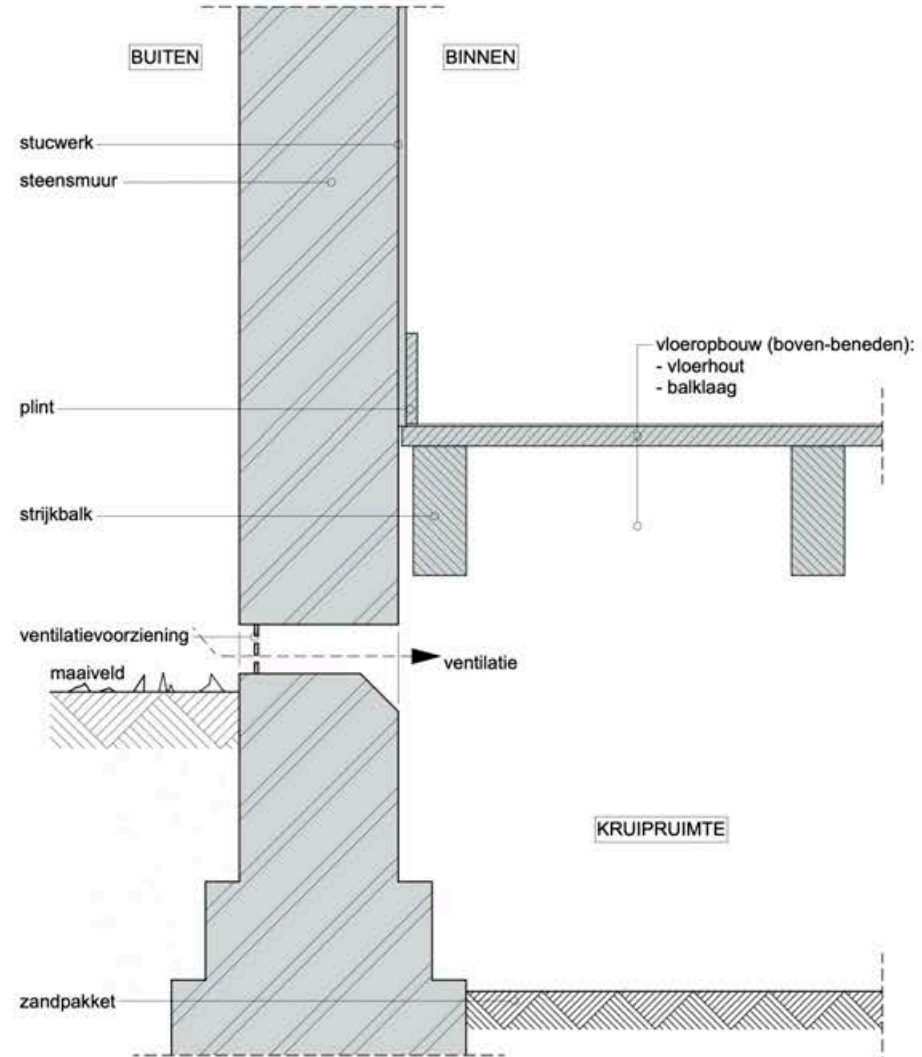
Het is belangrijk constructies zo goed mogelijk luchtdicht af te werken. Kierende isolatie presteert aanzienlijk slechter en op plaatsen waar warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar kunnen ontmoeten, ontstaat vaak condens. Om deze reden is het belangrijk de kussens of isolatiefolie zo goed mogelijk te laten aansluiten op de omranding van het balkvak en eventuele obstakels. Door de rand van de vloer luchtdicht af te werken met een plint wordt vermenging van binnenlucht en lucht uit de kruipruimte voorkomen.



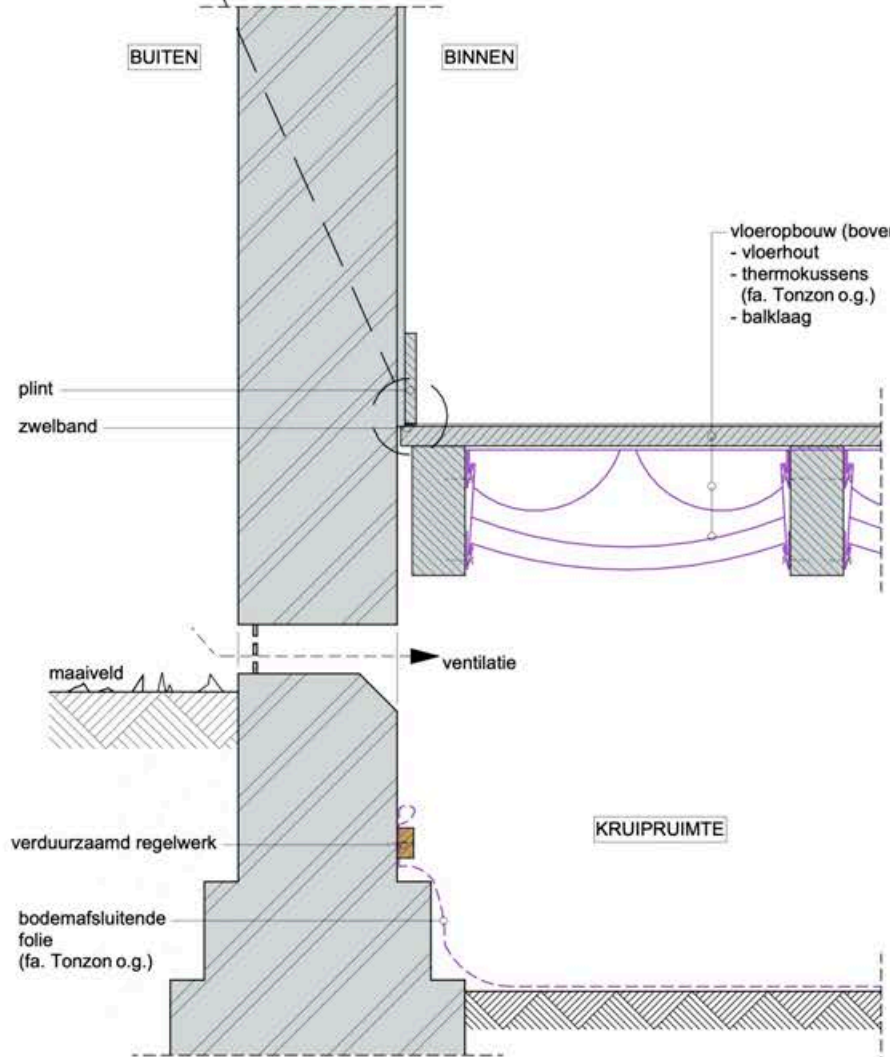
HERGEBRUIK PLINT
SCHAAL 1:2



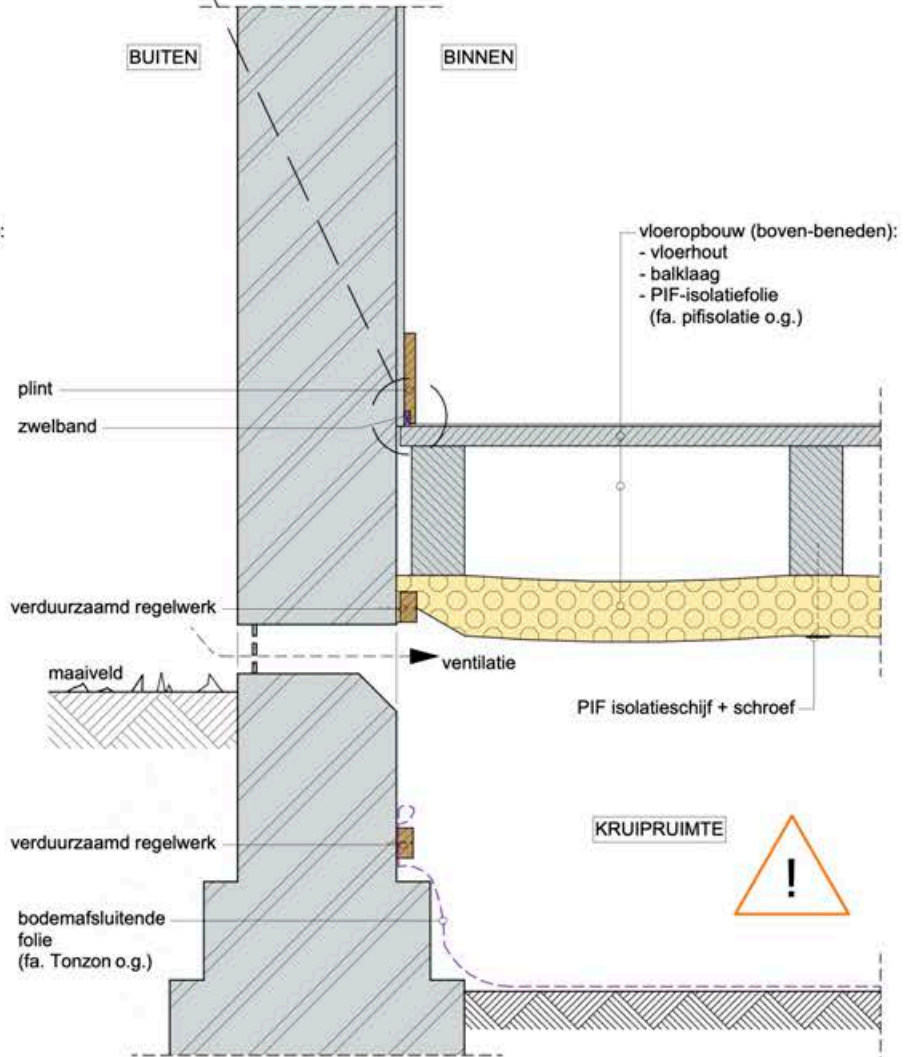
NIEUWE PLINT
SCHAAL 1:2



BESTAAND
(verticaal detail)
SCHAAL 1:10



NIEUW
(verticaal detail)
SCHAAL 1:10



NIEUW
(verticaal detail)
SCHAAL 1:10

1.03 BEGANE GRONDVLOER – HOUT – DROOGBOUWVLOERVERWARMING

INLEIDING

De meeste begane grondvloeren in historische panden bestaan uit houten balken waarop planken zijn aangebracht. Vaak wordt gedacht dat er alleen vloerverwarming mogelijk is als zo'n vloer vervangen wordt door een betonvloer. Dat is niet het geval. In de meeste gevallen kan op de houten vloer een dunne vloerverwarming worden aangebracht. Over het algemeen gaat het hierbij om droogbouw, waarmee bedoeld wordt dat er (bijna) geen natte producten zoals beton, zandcement of anhydriet gebruikt worden. Droogbouwvloerverwarming is slechts enkele centimeters dik, laag van gewicht en heeft een hoge warmteafgifte per vierkante meter. Omdat vloerverwarming een lagere aanvoertemperatuur heeft dan traditionele radiatoren presteren bestaande verwarmingstoestellen efficiënter en is de eventuele overstap naar een warmtepomp ook gemakkelijker te maken.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Houten vloeren in historische gebouwen zijn zelden vlak en daarom is het meestal nodig eerst een egalisatielaag aan te brengen. In de getoonde details is vanwege het droge karakter gekozen voor drukvaste vlokken of korrels, bijvoorbeeld met cement ommantelde houtspaanders. Hierop wordt later de droogbouwvloerverwarming gelegd.

Het komt voor dat zelfs de dikte van een dunne vloerverwarming leidt tot ongewenste aansluitingen op bijvoorbeeld (schuif)deuren of schouwen. In dat geval kan eventueel nog ca. 2cm ruimte worden gewonnen door het vloerhout te verzagen en op nieuwe latten te leggen die tegen de zijkant van de balken zijn aangebracht. De bovenkant van het vloerhout zou gelijk moeten liggen met de bovenkant van de balken. Deze oplossing is in het rechterdetail getoond, en kan bij monumenten uiteraard alleen als het vloerhout geen historische waarde heeft. Geadviseerd wordt door een deskundige te laten vaststellen of deze oplossing constructief verantwoord is.

Rond de randen van het vloerveld wordt na het egaliseren eerst een randstrookisolatie aangebracht. Die is samendrukbaar, zodat de vloer als gevolg van de opwarming zonder schade vrij kan uitzetten. De beschikbare droogbouwverwarmingssystemen bestaan uit platen, meestal met sleuven of noppen waarin de verwarmingsbuizen direct al aan te brengen zijn. Soms worden de sleuven pas in het werk aangebracht. Gebruikelijke materialen voor de platen zijn Fermacell (gipsvezelplaat), houtvezel of EPS – de laatste twee in combinatie met aluminium platen aan de bovenzijde die de warmteafgifte verbeteren doordat ze een groter verwarmingsoppervlak vormen. De buisdiameter is afhankelijk van de gebruikte plaat 10 tot 16mm.

Na het leggen van de platen op de egalisatielaag en tegen de randstrook wordt de verwarmingsbuis vanaf de verdeler in de platen in een (enkel of dubbel) meander- of slakkenhuispatroon aangebracht. Met het legpatroon van de buis kunnen temperatuurverschillen in de vloer vermeden of juist gecreëerd worden, dat laatste bijvoorbeeld als onder een raam meer warmte nodig is om koudeval tegen te gaan. Voordat de vloer verder afgewerkt wordt, moet de vloerverwarming eerst getest worden op lekkages door hem onder druk te zetten. Afhankelijk van het gekozen systeem is daarna geen afwerking of een afwerking met een vulmassa of een drukverdelende plaat nodig. Hierop komt de uiteindelijke eindafwerking: tegels, laminaat, parket etc.

Het is niet verstandig vloerverwarming aan te brengen zonder daarbij de vloer te isoleren, omdat dan veel warmte naar de kruipruimte verdwijnt. Hier is de rechteroplossing van detailblad 1.01 getekend – zie dat blad voor meer informatie over de getoonde manier van isoleren.

AANDACHTSPUNTEN

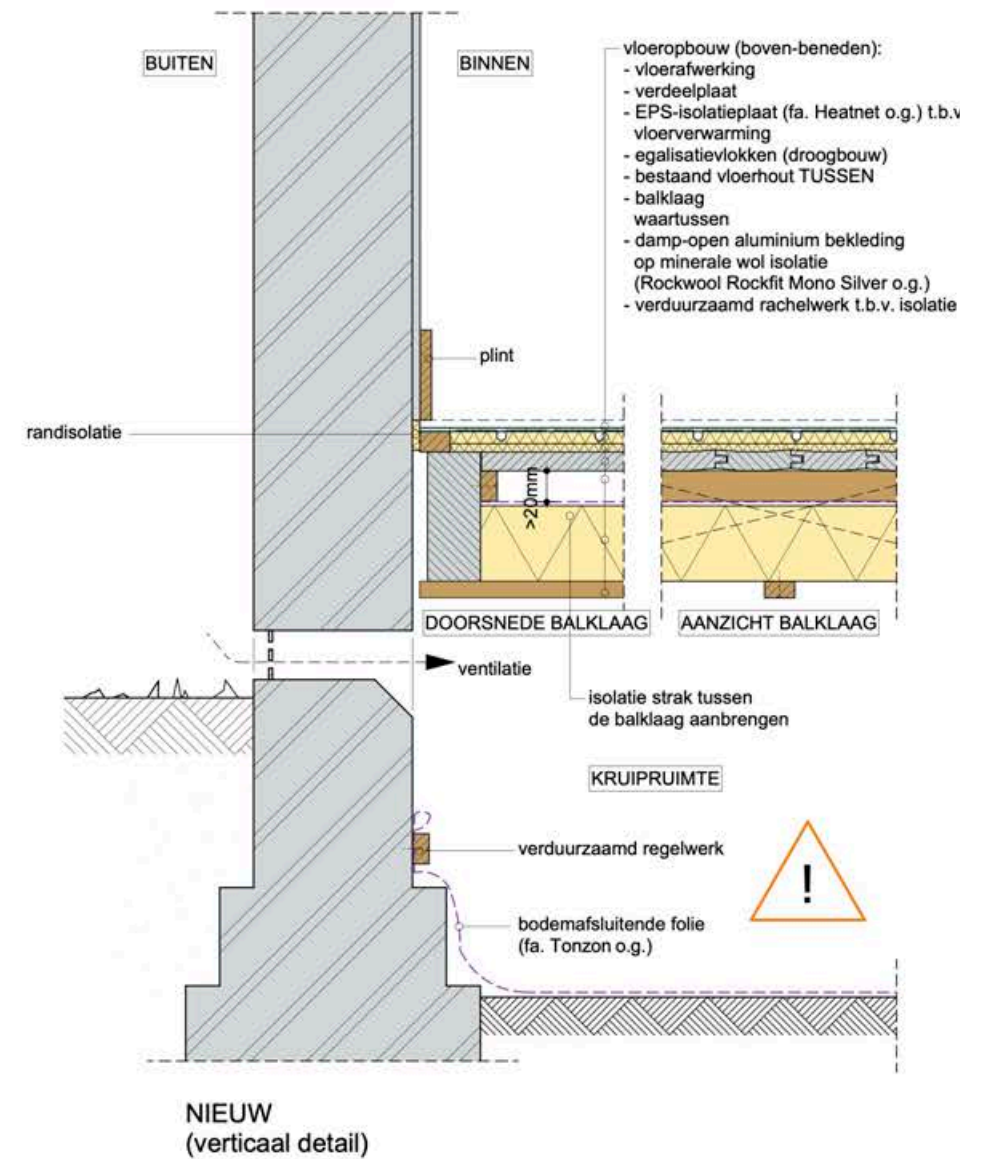
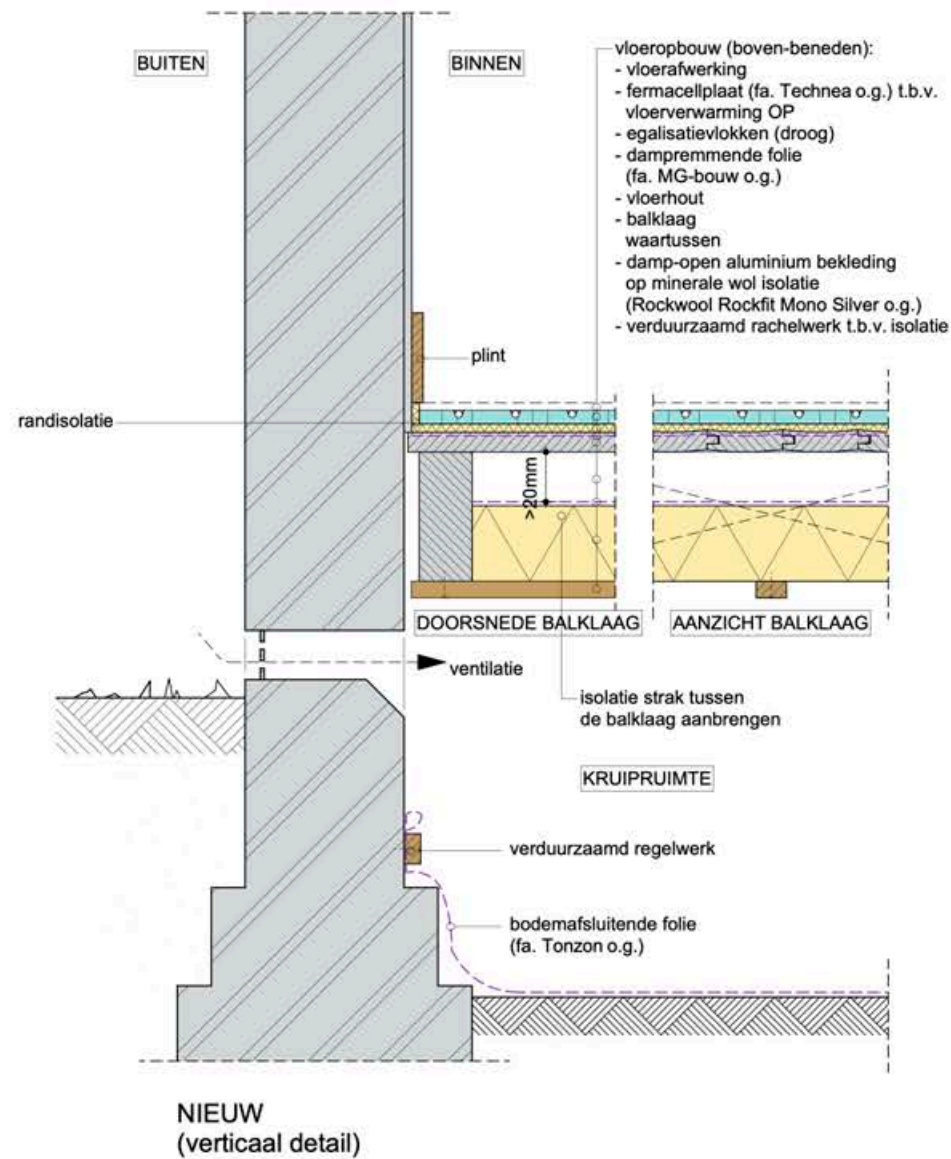
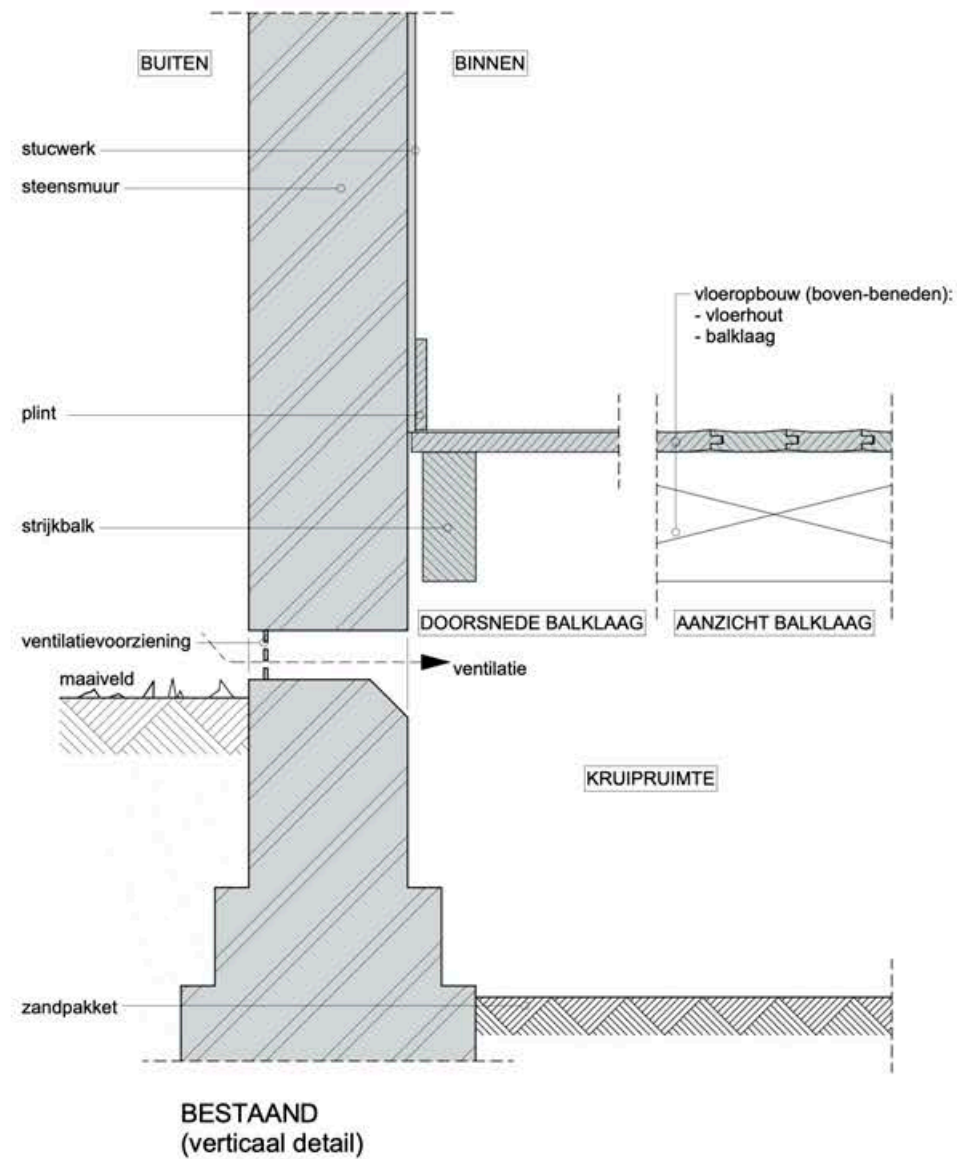
Bij het aanbrengen van vloerverwarming is het belangrijk dat er niet alleen ruimte is voor de extra dikte van de vloerverwarming maar ook voor de verdeler, waarvan de afmeting afhankelijk is van aantal vloerverwarmingsgroepen. De buisdiameter van droogbouwvloerverwarming is meestal kleiner dan de 16mm die gebruikelijk is bij de vloerverwarming in betonvloeren, waardoor de kans op verstopping groter is. Verstopping kan voorkomen worden door het systeem periodiek te laten spoelen.

Door het vrij geringe gewicht van droogbouwvloerverwarming warmt deze relatief snel op. De snelle reactietijd is een voordeel omdat daarmee gemakkelijker per ruimte kan worden bepaald wat de temperatuur zou moeten zijn – een zogenaamde zoneregeling – en ruimtes kunnen vooral worden verwarmd op het moment dat ze in gebruik zijn. Niet iedere vloerafwerking kan echter even goed tegen grotere temperatuurswisselingen. En sommige vloerafwerkingen gaan door hun massa een snelle opwarming tegen. Bij het kiezen van de opbouw van een droogbouwvloerverwarming is het goed de gewenste vloerafwerking te betrekken, want op sommige systemen kan maar een beperkte afwerkingen worden toegepast.

THEORIE

Radiatoren verwarmen de lucht en hangen meestal onder het raam. Doordat warme lucht opstijgt, duwt deze de lucht die afkoelt aan het raam en daardoor naar beneden valt – de zogenaamde koudeval – terug omhoog. De luchtstroming die radiatoren creëren, geeft ook een ongelijke temperatuurverdeling. De warmste plekken in de kamer in de kamer zijn bij de radiator en onder het plafond. Bij de vaak hoge plafonds in historische gebouwen duurt het dus even voordat het ook op het leefniveau behaaglijk is en dan is het onder het plafond nog een stuk warmer. Omdat traditionele radiatoren een aanvoertemperatuur van 65 tot 85 °C nodig hebben, gebruikt het verwarmingstoestel relatief veel energie om het water in het systeem te verwarmen. Vloerverwarming verwarmt de ruimte meer gelijkmatig en op het laagste punt, geeft vooral stralingswarmte dus minder luchtbewegingen en heeft een aanvoertemperatuur tussen de 30 en 40 °C nodig. Daardoor hoeft het verwarmingstoestel minder hard te werken en is wellicht zelfs de overstap naar een warmtepomp mogelijk.

Zo'n warmtepomp functioneert namelijk het meest efficiënt wanneer het verschil tussen de temperatuur van de bron waaraan de pomp energie onttrekt (de bodem, buitenlucht of ventilatielucht) en de temperatuur in het verwarmingssysteem zo klein mogelijk is. Om die reden is vloerverwarming met zijn lage watertemperatuur een goede combinatie met zo'n pomp. Water met een lage temperatuur bevat minder energie dan het water met een hoge temperatuur in traditionele radiatoren en daarom is meer oppervlak nodig, maar daar voorziet een vloerverwarming doorgaans ruimschoots in.



1.04 BEGANE GRONDVLOER – KLINKERVLOER

INLEIDING

In ruimtes waar een gewone vloer door het gebruik snel zou slijten, zoals oude paardenstallen of een orangerie, is de begane grondvloer van origine soms een klinkervloer. Door de historische klinkers tijdelijk uit te nemen en te herleggen op een nieuw aangebrachte vloerverwarming stijgt het comfort, presteren bestaande verwarmingstoestellen efficiënter en is de eventuele overstap naar een wa mtepomp ook gemakkelijker te maken. Terwijl het karakter van de ruimte wel intact blijft.

Voor deze werkzaamheden is meestal toestemming van de gemeente nodig. Bij een monument is dat zeker het geval.

UITVOERING

Een historische klinkervloer ligt in een zandbed, waardoor de klinkers gemakkelijk uit te nemen zijn. Voordat ze worden uitgenomen, is het aan te raden de vloer goed te documenteren en de klinkers eventueel te nummeren met krijt. Bij een monument zal het documenteren vaak verplicht worden gesteld om de vloer na het aanbrengen van de vloerverwarming zo goed mogelijk te kunnen reconstrueren. Sla de klinkers droog op.

Om de vloerverwarming aan te kunnen brengen, zal verder uitgegraven moeten worden. Op de ondergrond wordt een schoon zandbed aangebracht dat verdicht wordt met een trilplaat. Hierop komt een PE-folie die ervoor zorgt ervoor dat het vers gestorte beton geen vocht verliest aan de ondergrond of hier vanuit juist veel extra vocht toegevoerd krijgt. Beide hebben invloed op de sterkte van de betonvloer. De foliebanen dienen te overlappen, worden aan de zijkanen opgezet en afgeplakt met tape.

Plaats op de folie drukvaste isolatieplaten, goed aaneensluitend en in halfsteensverband. Rond de randen wordt een strook isolatie aangebracht die samendrukbaar is, zodat de betonvloer straks als gevolg van de opwarming zonder schade vrij kan uitzetten. Op de isolatieplaten wordt de benodigde wapening aangebracht en daarna het beton gestort. Na 1 tot 2 dagen is de vloer beloopbaar, maar pas na ca. een maand volledig belastbaar.

Op de betonvloer komen bindnetten waaraan de verwarmingsbuizen worden vastgezet. Voordat de vloer verder afgewerkt wordt, moet de vloerverwarming eerst getest worden op lekkages door hem onder druk te zetten. Daarna wordt de zandcementdekvloer aangebracht, met een dikte van 6 à 7cm om voldoende dekking te hebben op de buizen. Op de dekvloer komt een bed van zand dat met ca. 10% cement gemengd is om extra stabiliteit te geven, en daarop komen de klinkers in het oude verband terug. De voegen tussen de klinkers worden ingeveegd met zand.

AANDACHTSPUNTEN

Voordat deze oplossing wordt uitgevoerd, moet gekeken worden hoe diep de fundering ligt. Het is niet wenselijk dat er voor de isolatie en betonvloer met verwarming dieper moet worden gegraven dan de fundering, omdat dat ten koste kan gaan van de draagkracht.

In het detail worden de klinkers niet afgevoegd, maar ingeveegd met zand. Daardoor kunnen de klinkers de temperatuurwisselingen beter volgen, is er geen randstrook nodig en kunnen ze ooit weer gemakkelijk opnieuw worden uitgenomen om daarna te worden herlegd. Dat laatste is met name bij historische vloeren in monumenten van belang. Bij een afgevoegde klinkervloer kunnen de voegen als gevolg van uitzetten en krimpen op termijn schade gaan vertonen.

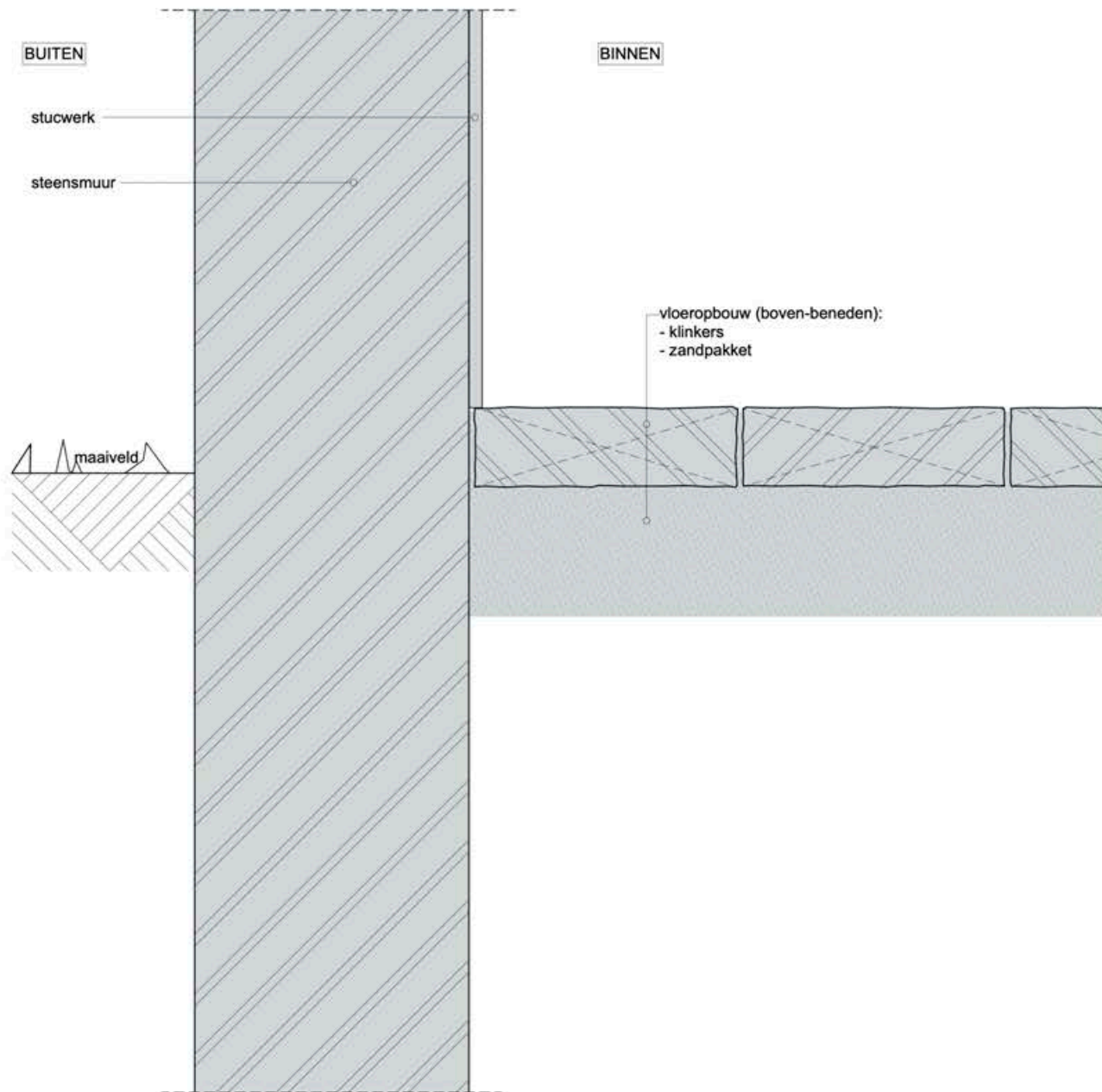
THEORIE

Radiatoren verwarmen de lucht en hangen meestal onder het raam. Doordat warme lucht opstijgt, duwt deze de lucht die afkoelt aan het raam en daardoor naar beneden valt – de zogenaamde koudeval – terug omhoog. De luchtstroming die radiatoren creëren, geeft ook een ongelijke temperatuurverdeling. De warmste plekken in de kamer zijn bij de radiator en onder het plafond. Bij de vaak hoge plafonds in historische gebouwen duurt het dus even voordat het ook op het leefniveau behaaglijk is en dan is het onder het plafond nog een stuk warmer. Omdat traditionele radiatoren een aanvoertemperatuur van 65 tot 85°C nodig hebben, gebruikt het verwarmingstoestel relatief veel energie om het water in het systeem te verwarmen. Vloerverwarming verwarmt de ruimte meer gelijkmatig en op het laagste punt, geeft vooral stralingswarmte en dus minder luchtbewegingen en heeft een aanvoertemperatuur tussen de 30 en 40°C nodig. Daardoor hoeft het verwarmingstoestel minder hard te werken en is wellicht zelfs de overstap naar een warmtepomp mogelijk.

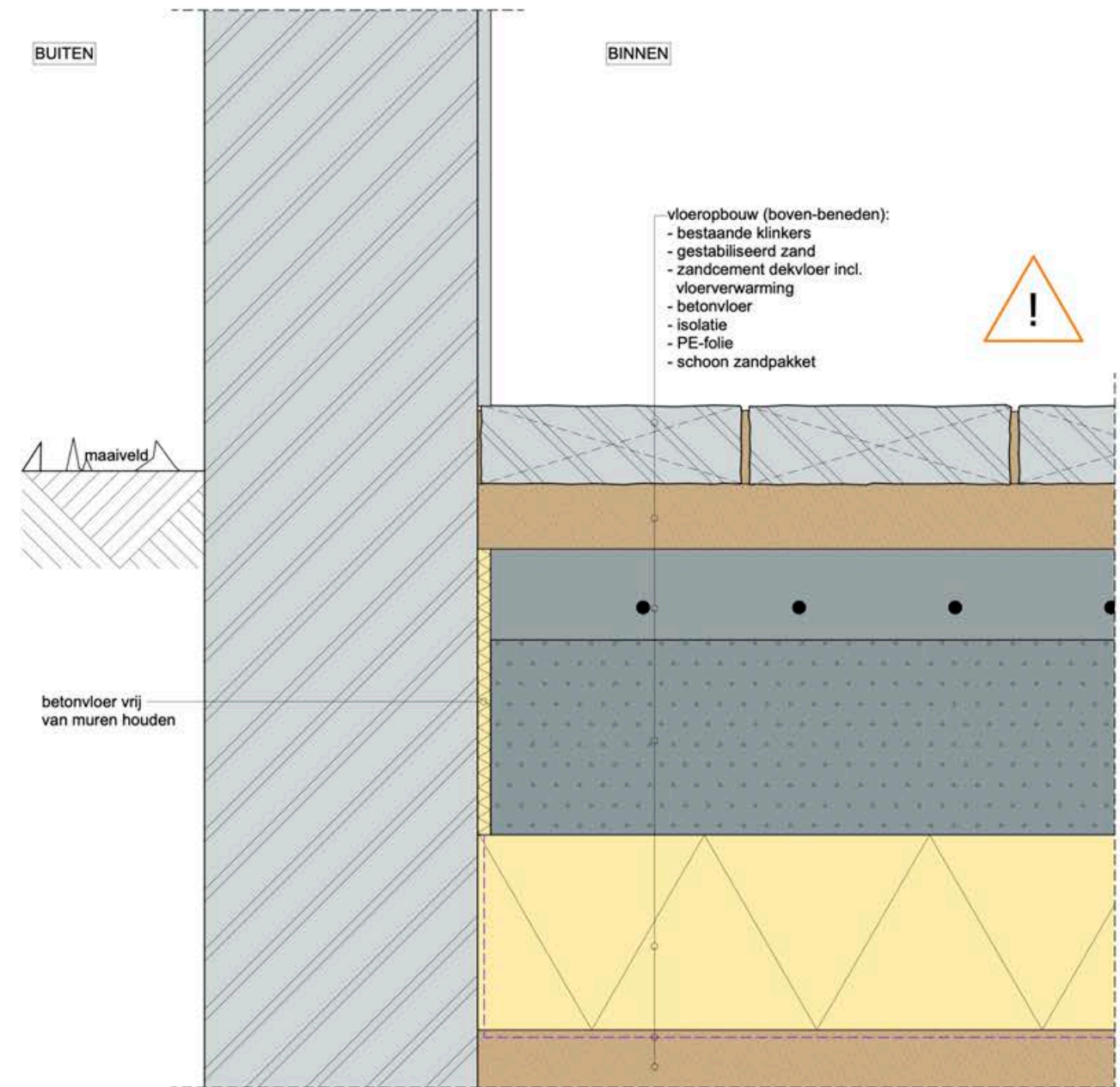
Zo'n warmtepomp functioneert namelijk het meest efficiënt wanneer het verschil tussen de temperatuur van de bron waaraan de pomp energie onttrekt (de bodem, buitenlucht of ventilatielucht) en de temperatuur in het verwarmingssysteem zo klein mogelijk is. Om die reden is vloerverwarming met zijn lage watertemperatuur een goede combinatie met zo'n pomp. Water met een lage temperatuur bevat minder energie dan het water met een hoge temperatuur in traditionele radiatoren en daarom is meer oppervlak nodig, maar daar voorziet een vloerverwarming doorgaans ruimschoots in.

In dit detail verwarmt de vloerverwarming de beton- en zandcementdekvloer, het gestabiliseerde zandbed en de klinkers, alvorens de ruimte te gaan verwarmen. Beton, zand en stenen hebben veel massa. Dat betekent dat de vloer langzaam opwarmt, maar ook langzaam afkoelt. In de ruimte zal de temperatuur vrij constant zijn, en vanwege de trage reactietijd heeft het weinig zin de vloerverwarming 's nachts helemaal uit te zetten.

Een voordeel van vloerverwarming in een vloer met veel massa is dat deze gebruikt kan worden als een soort 'batterij'. Op een moment dat er veel aanbod is van goedkope energie op het net of van zonnepanelen kan deze worden vastgelegd in de vloer zodat er op een later moment minder gestookt hoeft te worden. Ook kan de vloer buiten de piekmomenten (zoals 's ochtends vroeg) worden opgewarmd om het energienet te ontlasten.



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)

1.05 BEGANE GRONDVLOER – SYSTEEMVLOER

INLEIDING

Een systeemvloer is een doorgaans steenachtige vloer die met geprefabriceerde onderdelen gemaakt wordt.

Als gevolg van de woningnood na de Tweede Wereldoorlog heeft de industrialisatie van het bouwproces een hoge vlucht genomen om het bouwproces te versnellen. Veel woningen uit de wederopbouwperiode zijn seriematig gebouwd en voorzien van systeemvloeren. Helaas blijken sommige vloertypes, zoals bijvoorbeeld de NeHoBo-, Kwaaitaal of Mantavloeren, tegenwoordig een risico te vormen door corrosie van de wapening. De wijze van isoleren is afhankelijk van de staat van de vloer.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig. Ook bij een onbeschermd woning kan sprake zijn van een vergunningplicht.

UITVOERING

In het middelste detail is de bestaande vloer nog te handhaven. De vloer kan dan worden geïsoleerd door in de kruipruimte rvs-kabels tussen de muren te spannen. Op de kabels komt een geperforeerde, dampopen aluminium reflectiefolie te liggen waaraan zakken verbonden zijn. Deze zakken worden met een speciaal vulpistool via een ventiel gevuld met EPS-parels (piepschuim bolletjes met een grafietlaagje die ook worden toegepast als spouwmuurisolatie) waardoor de zakken strak tegen de vloer komen te zitten. Zo ontstaat een stevig 'matras' dat op de reflectiefolie ligt

Als de oude vloer een risico vormt, dan moet deze worden ondersteund of vervangen. Bij vervanging kan het best gelijk een goed geïsoleerd vloertype worden toegepast. Omdat in een bestaande woning gewerkt moet worden met weinig ruimte, is een lichtgewicht systeem met onderdelen die niet te groot zijn aan te raden. In het rechterdetail is daarom een PS-renovatievloer getekend, die bestaat uit stalen liggers en EPS-vulelementen. De liggers komen op een extra muurtje te liggen dat op de fundering wordt gemetseld, of op een hoeklijn die aan de bestaande muur wordt opgehangen. Op de stalen liggers wordt een betonnen druklaag aangebracht met een wapeningsnet, maar de vloer is ook droog te verwerken door toepassing van plaatmateriaal op de liggers.

In het detail zijn op de druklaag bindnetten aangebracht waaraan vloerverwarmingsbuizen worden vastgezet in een (enkel of dubbel) meander- of slakkenhuispatroon. Met het legpatroon van de buis kunnen temperatuurverschillen in de vloer vermeden of juist gecreëerd worden, dat laatste bijvoorbeeld als onder een raam meer warmte nodig is om koudeval tegen te gaan. Voordat de vloer verder afgewerkt wordt, moet de vloerverwarming eerst getest worden op lekkages door hem onder druk te zetten. Daarna wordt de zandcementdekvloer aangebracht, met een dikte van 6 à 7cm om voldoende dekking te hebben op de buizen. Hierop komt de uiteindelijke eindafwerking: tegels, laminaat, parket etc.

Het zandbed in de kruipruimte is bij beide oplossingen afgedekt met een folie, die met houten latten op de muur is vastgezet.

ANDACHTSPUNTEN

Door het isoleren van de vloer wordt deze gedurende lange tijd aan het oog onttrokken. Het is daarom verstandig om de vloer eerst door een deskundige partij te laten inspecteren. Als er wordt gekozen voor vloerverwarming, dan is het belangrijk rond de randen een strook isolatie aan te brengen die samendrukbaar is, zodat de vloer straks als gevolg van de opwarming zonder schade vrij kan uitzetten.

Ventilatie onder de vloer blijft belangrijk om de vochtigheid van de kruipruimte onder controle te houden. Om deze in stand te houden is het nodig dat bestaande ventilatievoorzieningen in de gevels, zoals roostertjes of staand metselwerk met open voegen, kunnen blijven functioneren. Het is vaak wel verstandig aan de binnenzijde van de ventilatievoorzieningen rvs-gaas aan te brengen, omdat muizen aan de meeste soorten isolatie knagen.

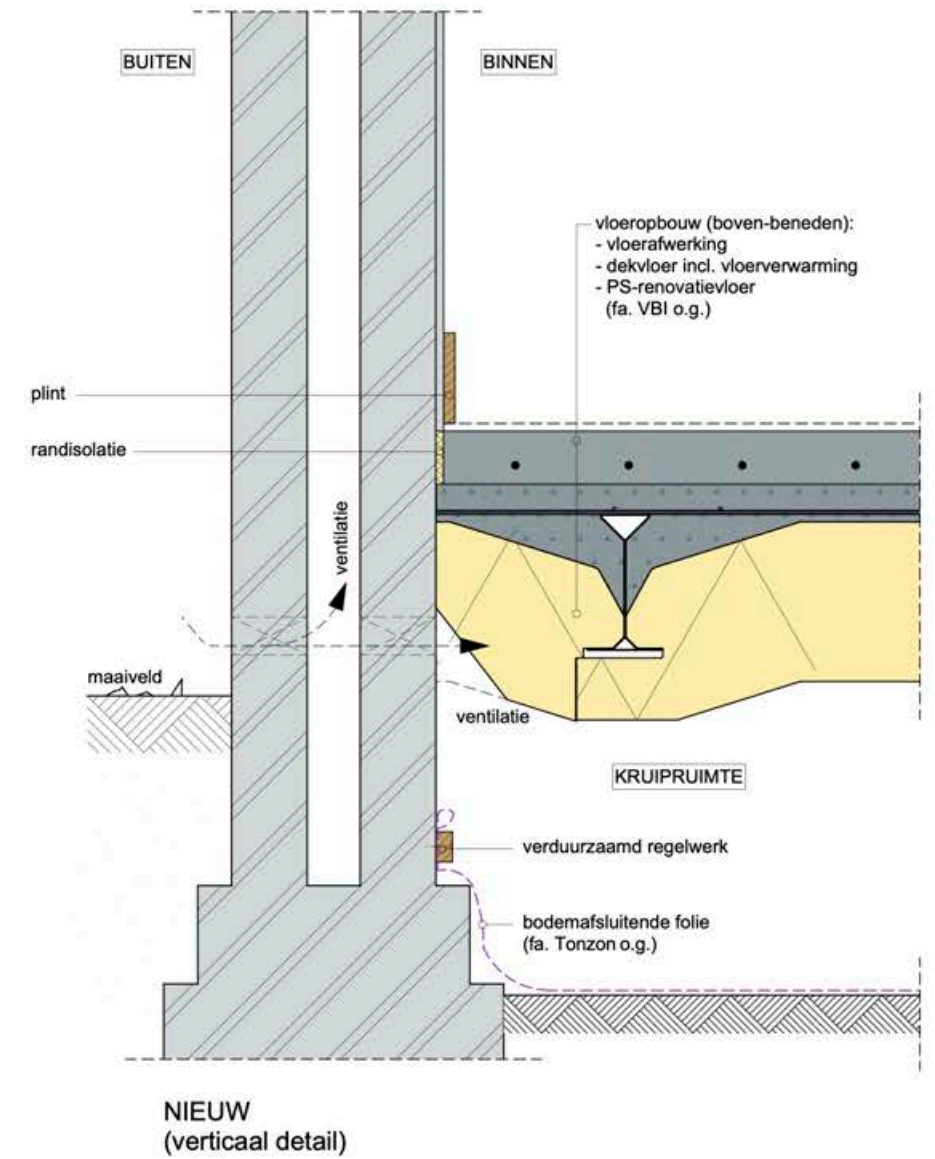
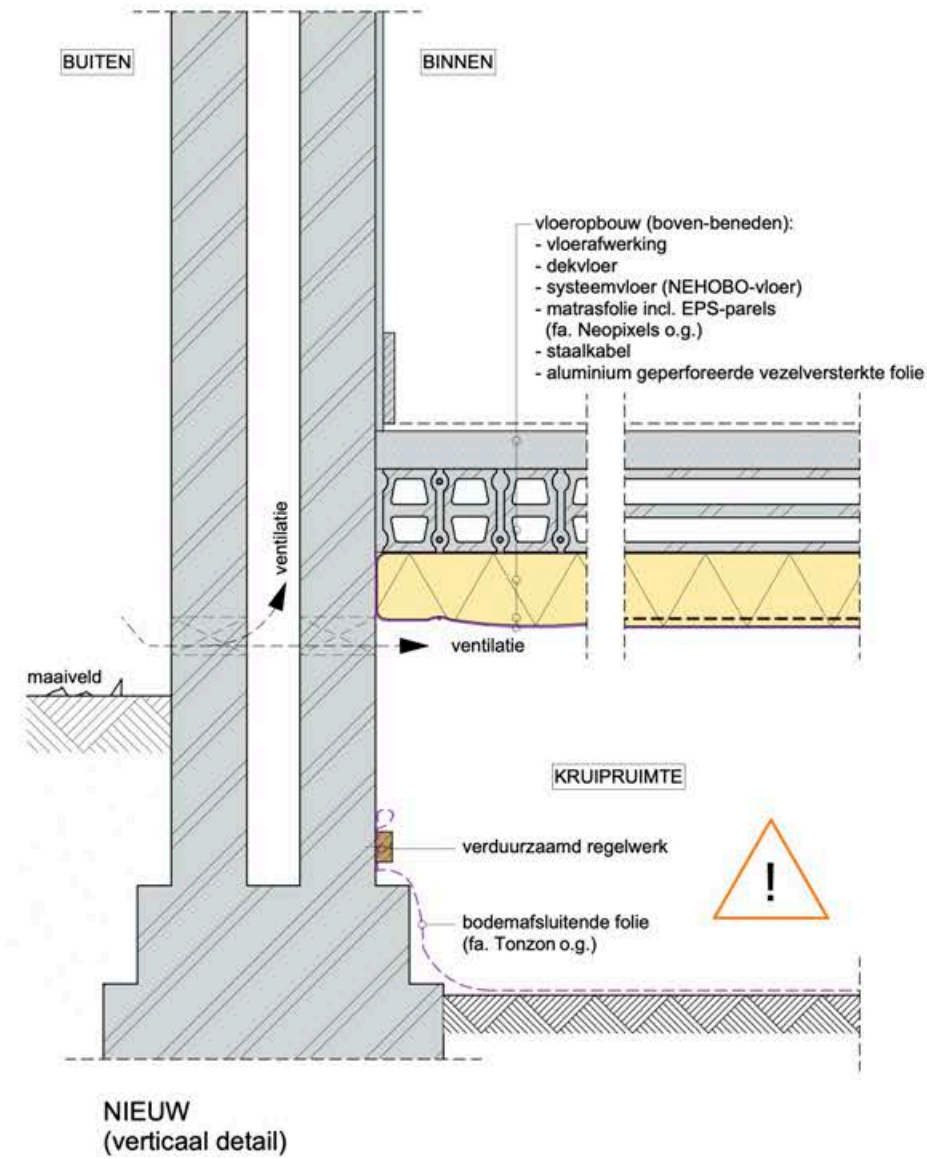
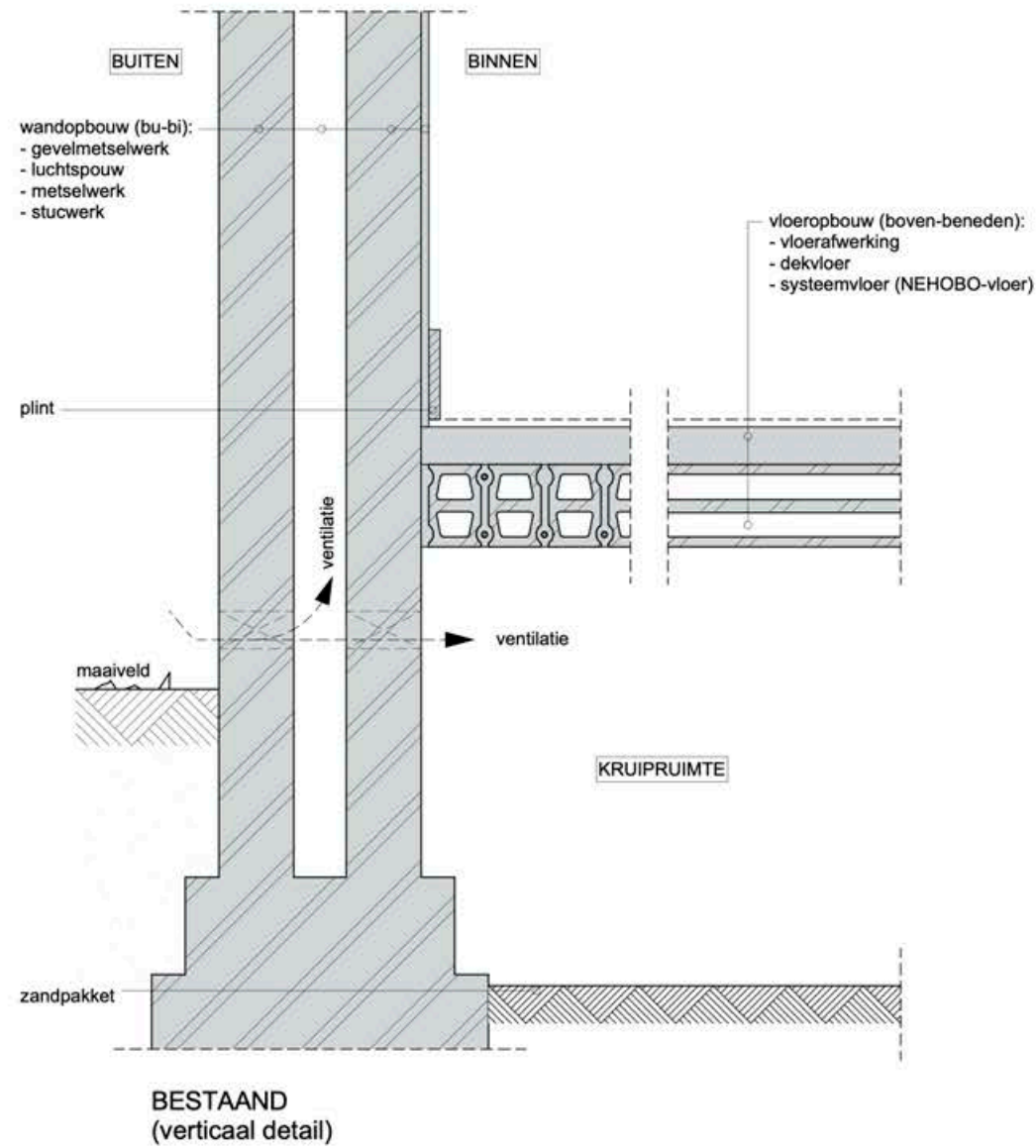
Als de kruipruimte erg nat is door een hoge grondwaterstand is een bodemfolie niet altijd mogelijk of wenselijk. Er blijft dan water op staan, de folie kan door de waterdruk scheuren of losgaan en bij een hoge waterstand in de kruipruimte kan door de folie een 'waterbedeffect' ontstaan.

THEORIE

In vergelijking met de buitenluchttemperatuur heeft de bodem in de kruipruimte een vrij constante temperatuur. Daardoor is het temperatuurverschil in de winter tussen binnen en buiten over de begane grondvloer veel kleiner dan die over de gevels of het dak. Toch loont het om de begane grondvloer te isoleren, zeker bij vloerverwarming. Het is immers niet de bedoeling dat deze vooral de kruipruimte opwarmt. Het verbeterde comfort van een geïsoleerde vloer zorgt ook voor ander gedrag: de thermostaat kan bij warme voeten sneller een graadje lager.

Vloerverwarming vergemakkelijkt op termijn ook de stap naar een warmtepomp. Deze functioneert het meest efficiënt wanneer het verschil tussen de temperatuur van de bodem en waaraan de pomp energie onttrekt (de bodem, buitenlucht of ventilatielucht) en de temperatuur in het verwarmingssysteem zo klein mogelijk is. Daarom is lage temperatuur verwarming met een temperatuur van maximaal 55°C een goede combinatie met zo'n pomp. Water met een lage temperatuur bevat minder energie dan water met een hoge temperatuur. Om toch voldoende warmte te kunnen afgeven om het behaaglijk te hebben, is meer oppervlak dan bij ouderwetse radiatoren nodig. Vloerverwarming is daarvoor een oplossing, omdat het gehele vloeroppervlak verwarmd wordt. De warmteafgifte is bovendien gelijkmatiger en met minder luchtbeweging dan bij een traditionele installatie met een hoge watertemperatuur en radiatoren.

Kruipruimtes zijn relatief vochtig. Door het isoleren van de begane grondvloer daalt de temperatuur van de lucht in de kruipruimte, waardoor de relatieve vochtigheid hier nog toeneemt. Om tegen te gaan dat de kruipruimte te vochtig wordt waardoor woonvertrekken muff gaan ruiken of er optrekkend vocht in de muren ontstaat, is het belangrijk dat de kruipruimte goed geventileerd is. De lucht in de kruipruimte kan bovendien droger gemaakt worden door op de bodem een folie aan te brengen die de verdamping van vocht vanuit de grond voorkomt. Zo'n folie gaat tevens de aanvoer van radioactief radongas vanuit de bodem naar het binnenklimaat tegen.



1.06 BEGANE GRONDVLOER – SPOUWMUURISOLATIE EN VENTILATIE

INLEIDING

Een spouwmuur is een buitenmuur die bestaat uit een binnen- en een buitenblad die door een luchtlaag van elkaar gescheiden zijn. Hoewel er vroegere voorbeelden bekend zijn, komen spouwmuren vanaf 1920 vrij algemeen voor ter voorkoming van vochtdoorslag. Ze zijn dan nog ongeïsoleerd, want pas vanaf de oliecrises van 1973 en '79 kwam er meer aandacht voor de isolatie van woningen. Spouwmuren kunnen herkend worden aan de weergave op de bouwtekening, het metselverband en de dikte van de gevel (de voor de komst van de spouwmuur gebruikelijke 'steens' muur is ongeveer 21 cm dik; een spouwmuur is dikker). Als een spouwmuur voldoet aan bepaalde voorwaarden kan de spouw gevuld worden met isolatiemateriaal. De gevel is dan in korte tijd geïsoleerd zonder dat er binnen ingrijpende veranderingen nodig zijn.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Voordat de isolatie kan worden aangebracht, is het belangrijk eerst na te gaan of er geen vleermuizen in de spouw zitten en of de gevel geschikt is voor spouwmuurisolatie. De spouw moet schoon zijn, dat wil zeggen: er mogen geen verbindingen zijn tussen het binnen- en buitenblad zijn, anders dan de spouwankers. Dat wordt door een goed isolatiebedrijf bekeken met een endoscoop. De gevel mag aan de buitenzijde niet dampremmend zijn afgewerkt, dus bijvoorbeeld zijn geschilderd, dampdicht gepleisterd of opgetrokken in een geglaazuurde steen. En de conditie van de gevel moet goed zijn: met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen.

De keuze van het product wordt afgestemd op de breedte van de spouw en van de voegen. Over het algemeen zijn EPS-parels (piepschuim bolletjes met een grafietlaagje) toepasbaar vanaf een spouwbreedte van 3 cm en glaswolvlokken vanaf een breedte van 4 à 5 cm. De diameter van het vulpistool verschilt ook. Gebruikelijke diameters zijn 14, 16 en 18 mm. Parels kunnen al worden ingeblazen met de kleinste diameter, glaswolvlokken afhankelijk van het merk met alle diameters of uitsluitend met de grootste. Bij 14 mm duurt het inblazen iets langer, maar zijn de gaten die volgens een vastgesteld patroon op de kruising van de voegen geboord worden kleiner. Hierdoor is de kans veel groter is dat de bakstenen niet geraakt worden.

Hoewel glaswolvlokken behandeld zijn met siliconen waardoor ze waterafstotend zijn, is glaswol in algemene zin gevoeliger voor wateropname dan EPS-parels. Als er zorgen zijn over de vochtbelasting van de isolatie, dan is het eventueel mogelijk om de gevel onder het maaiveld nog extra waterdicht te maken met bitumen. Meestal wordt via de spouw ook de kruipruimte geventileerd met open stootvoegen of roosters. Het is belangrijk dat die ventilatie in stand blijft (zeker bij een houten begane grondvloer om houtrot te voorkomen) en daarom worden bij spouwmuurisolatie vaak nieuwe roostertjes in de gevel aangebracht. Uiteraard is het mooiste als de ventilatie via de bestaande roosters behouden kan blijven – soms kan dat – maar als dat niet haalbaar blijkt hebben enigszins ontsierende, nieuwe roostertjes de voorkeur boven het laten vervallen van de ventilatie onder de vloer. Bij seriebouw, zoals een rijtjeshuis, worden er spouwborstels aangebracht om te voorkomen dat de spouwvulling ook naar de aangrenzende woning wordt geblazen. Als er twijfels zijn over de staat van de spouwankers of de levensduur daarvan na het isoleren van de spouw, dan is het mogelijk het buitenblad van buitenaf vooraf extra te fixeren en met rvs-spouwankers.

Na afloop van het inblazen van de spouwvulling worden de boorgaten dichtgemaakt met een voegspecie waarvan de samenstelling en kleur is afgestemd op het bestaande werk.

AANDACHTSPUNTEN

Spouwen in historische gebouwen zijn over het algemeen niet al te breed. Vaak kan met een geïsoleerde voorzetwand aan de binnenzijde een hogere isolatiewaarde worden bereikt dan met spouwmuurisolatie. Als toch de spouw geïsoleerd wordt, dan moet er rekening gehouden worden met vleermuizen. Deze dieren zijn wettelijk beschermd. Door zondermeer de spouw vol te blazen, kunnen ze levend worden opgesloten in de isolatielaag. Daarom is het nodig ecologisch onderzoek te doen dat vrij lang duurt, en/of vleermuizen de gelegenheid te bieden om uit te vliegen door vleermuiswerende flapjes aan te brengen. Begin hier op tijd mee.

In het rechterdetail is de toepassing van purschuim als spouwmuurisolatie getekend. Dit is werk voor professionals. Als er teveel purschuim wordt aangebracht of onder een te hoge druk, dan kan dat leiden tot schade aan gevels en het opdrukken van raamkozijnen. Bij het aanbrengen worden de componenten di-isocyaan en polyol ter plekke in een exacte verhouding gemengd, waarbij ook de verwerkingstemperatuur goed in de gaten moet worden gehouden. Tijdens de chemische reactie ontstaat polyurethaan, waaraan een blaasmiddel wordt toegevoegd zodat het in de spouwmuur kan worden aangebracht en er in de isolatielaag gasbelletjes ontstaan. Bij de reactie worden er naast een hard schuim ook gassen gevormd die schadelijk zijn voor de gezondheid. Als de componenten bij het aanbrengen niet goed gemengd zijn, dan blijft het schuim zacht en blijven deze gassen vrijkomen.

Omdat purschuim zich hecht aan de spouwmuur hecht is het vrijwel niet te verwijderen. Daarom wordt purschuim als spouwmuurisolatie in monumenten normaal gesproken niet toegestaan, en wordt ook bij EPS-parels soms gevraagd deze niet te verlijmen (dat gebeurt normaal gesproken wel). Mochten er onverhoopt toch problemen met de spouwmuurisolatie ontstaan, dan is een reversibele spouwmuurvulling weer uit de spouw te zuigen, terwijl bij een vulling die een plaat vormt of een verbinding aangaat met de gevel sloop de enige mogelijkheid is.

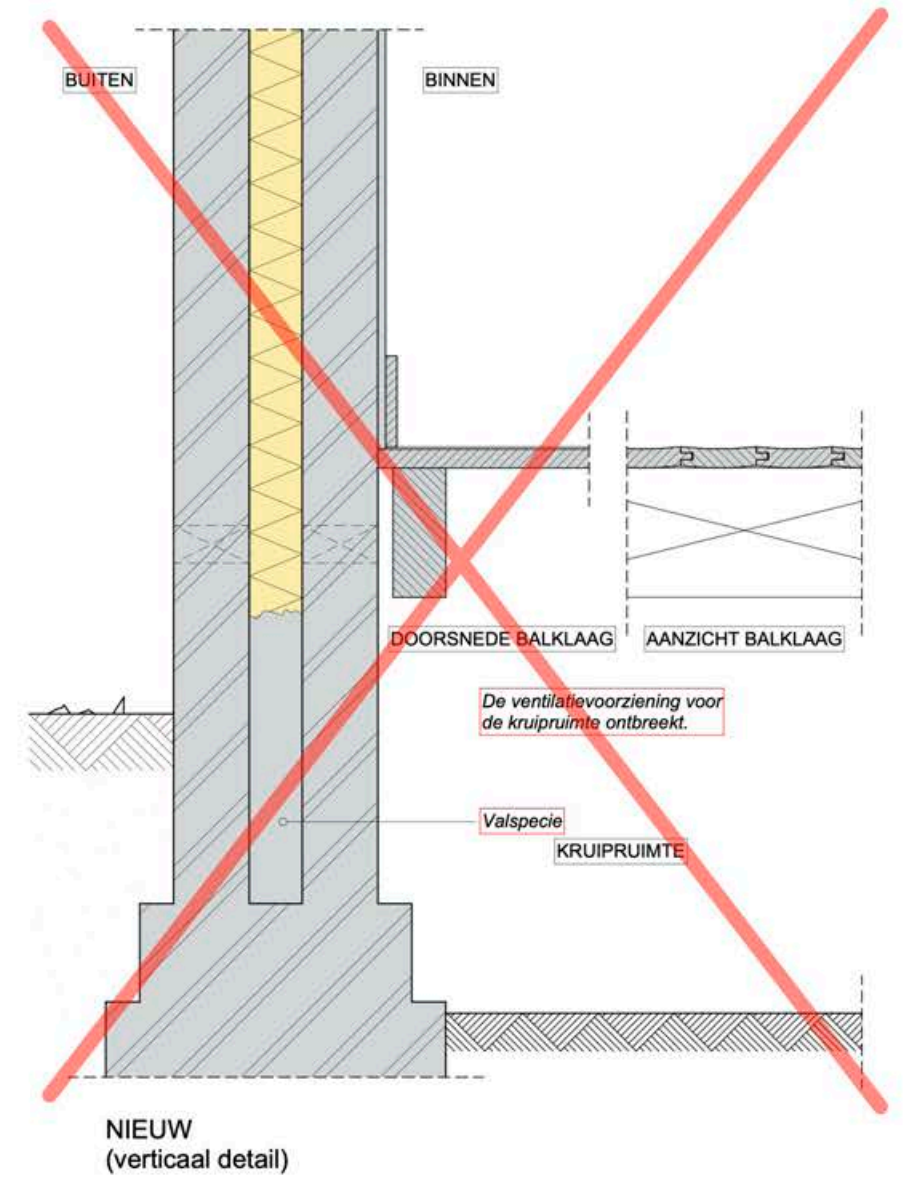
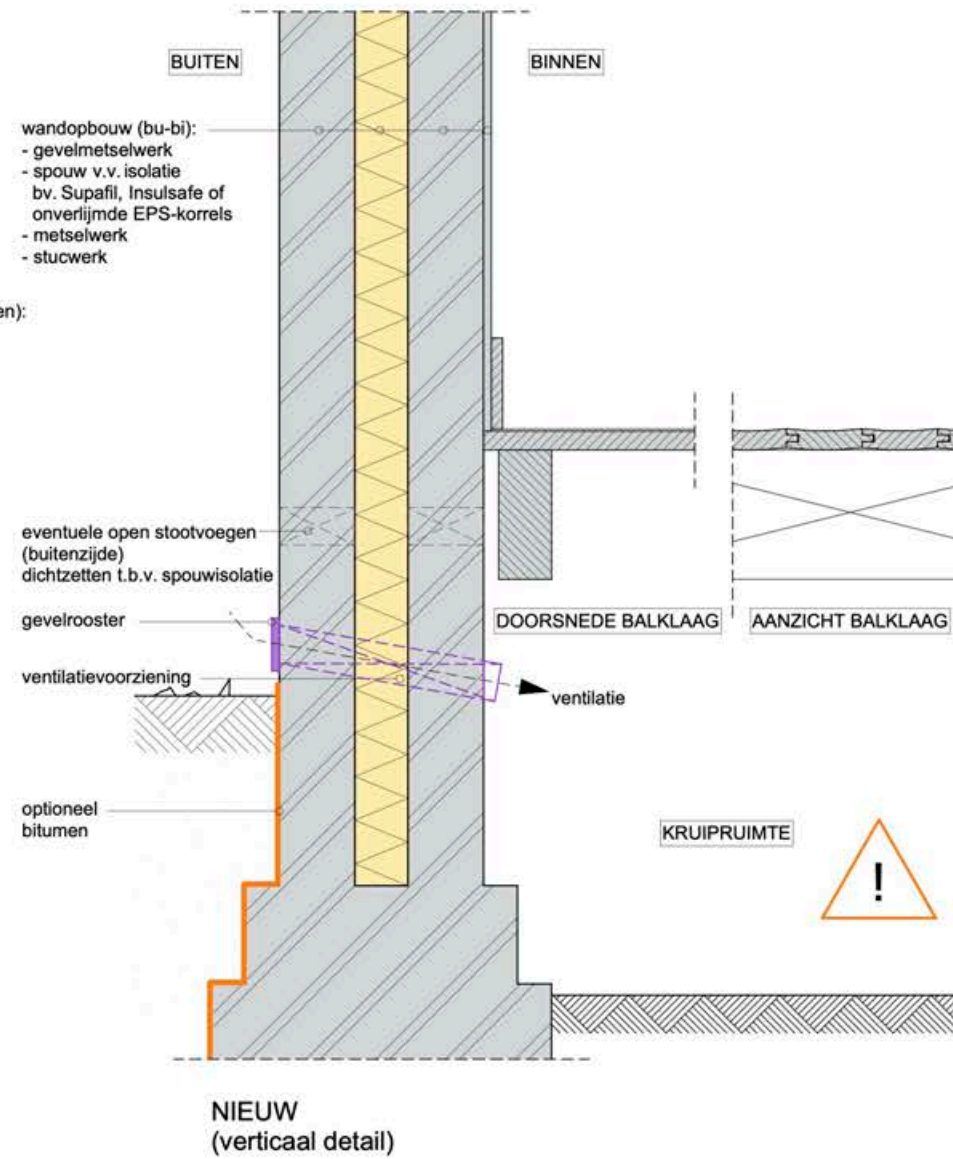
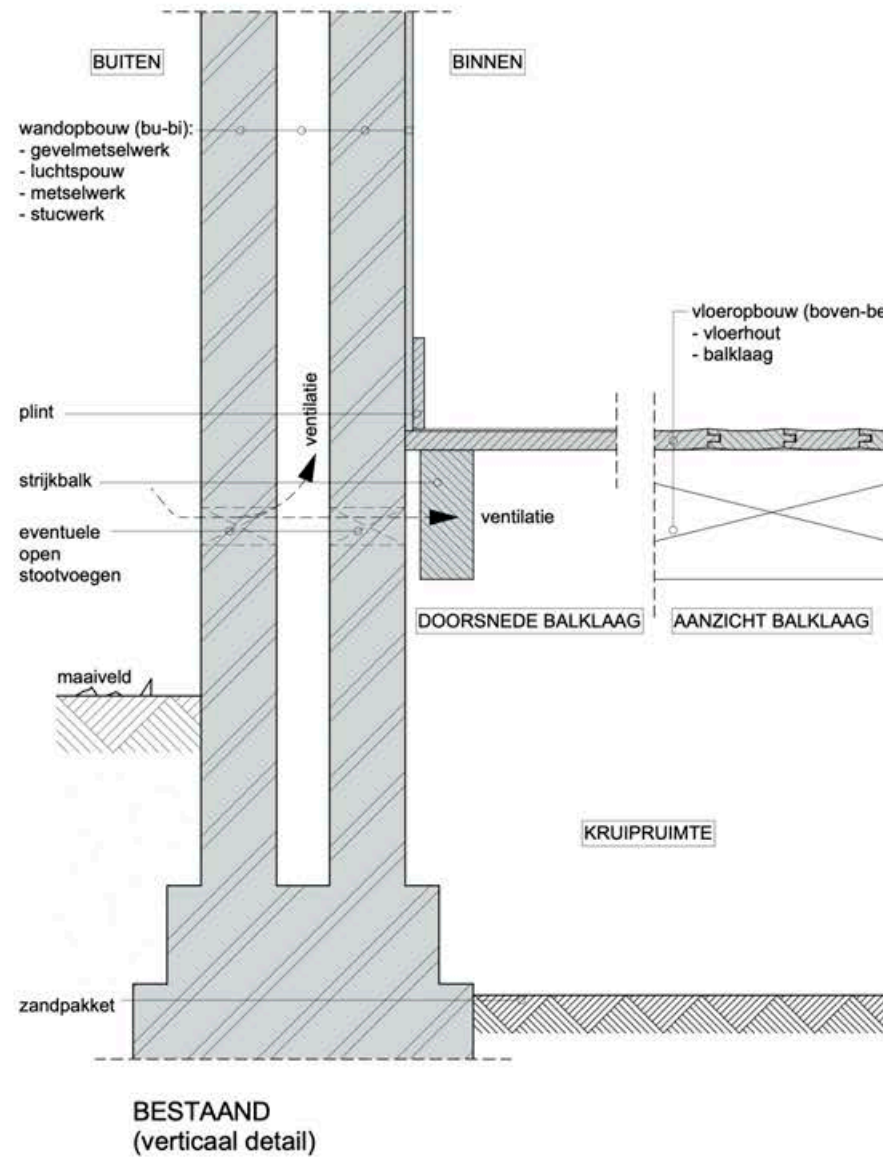
Vaak wordt een spouwmuurisolatie aangeboden in combinatie met hydrofoberen: het waterdicht maken van de gevel. Bij monumenten wordt dat meestal niet toegestaan, omdat een foutieve toepassing van hydrofobeermiddelen grote schade aan het gevelwerk kan toebrengen, de behandeling niet omkeerbaar is en deze bovendien ook periodiek moet worden herhaald. Een gevel die in een technisch goede staat is, heeft geen hydrofobe laag nodig.

THEORIE

Een spouw wordt doorgaans zwak geventileerd waardoor het gevelmetselwerk ook aan de spouwzijde kan drogen. Uit onderzoek blijkt echter dat spouwen maar heel beperkt bijdragen aan de droging van de gevel. Daarom is het vaak toch verantwoord een spouw te vullen. Dat kan echter niet als de gevel aan de buitenzijde niet kan drogen door een dampdichte glazuur-, pleister- of verflaag. Bij vervuiling van de spouw kunnen bij spouwmuurisolatie binnen vochtproblemen ontstaan, doordat de vervuiling fungeert als brug voor het vocht, de brug in een gevulde spouw niet meer kan drogen en bovendien zorgt voor een koude plek aan de binnenzijde waarop woonvocht kan condenseren. Daarom is het bij spouwmuurisolatie belangrijk dat een spouw 'schoon' is. Door het isoleren van een spouwmuur daalt de temperatuur van het buitenblad. Hierdoor neemt de kans op vorstschade toe. Als er voor het isoleren al schade zichtbaar is, dan mag ervan uitgegaan worden dat die schade na de ingreep alleen maar toeneemt.



>30mm = EPS
>40mm = Insulsafe Cavity
>50mm = Supafill



2 GEVELS

BLADNR.	BETREFT	DATUM
2.01	VOORZETWANDEN - ALGEMEEN - WATERDAMPTRANSPORT	20.06.2024
2.02	VOORZETWANDEN - ALGEMEEN - GEWENSTE OPBOUW	20.06.2024
2.03	VOORZETWANDEN - ALGEMEEN - ONGEWENSTE OPBOUW	20.06.2024
2.04	VOORZETWANDEN - ALGEMEEN - BINNENHOEK	20.06.2024
2.05	VOORZETWANDEN - AANSLUITING BINNENWAND	20.06.2024
2.06	SPOUWMUURISOLATIE	20.06.2024
2.07	VOORZETWANDEN MET EEN GEVENTILEERDE SPOUW	20.06.2024

► **Afbeelding VII** Gevel van een dienstwoning. Aan het metselverband is te zien dat het hier om een steensmuur gaat. Koppen- en strekkenlagen wisselen elkaar af. Ter plaatse van de koppenlagen liggen de bakstenen naar binnen toe, wat betekent dat de buitenmuur even dik is als een baksteen lang is.



GEVELS

2.01 VOORZETWANDEN – ALGEMEEN – WATERDAMPTRANSPORT

INLEIDING

Een historische gevel kan zelden aan de buitenzijde worden geïsoleerd, omdat hij daardoor zijn karakter verliest en er lastige aansluitingen ontstaan bij bijvoorbeeld goten en vensters. Dat is de reden dat bij monumenten, beeldbepalende panden en historische panden in beschermde stads- en dorpsgezichten buitengevelisolatie door de gemeente normaal gesproken niet wordt toegestaan, een enkele uitzondering daargelaten. Maar ook eigenaren zelf zien hun sfeervolle, oude huis meestal liever niet verdwijnen achter pleisterwerk of steenstrips.

Toch is het vaak wel mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde. Bouwfysisch gezien is dat een oplossing die meer risico's met zich meebrengt. In dit detailblad worden twee manieren behandeld die er zijn om een voorzetwand te plaatsen en er wordt uitgelegd hoe deze oplossingen zich gedragen gedurende de seizoenen.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een baksteen gevel is van ongeveer 21 cm dik, zonder spouw. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met een stuc laag.

Hier kan bij het plaatsen van een geïsoleerde voorzetwand gekozen worden voor een:

- traditionele manier van isoleren, met aan de warme zijde een vorm van dampremming zoals in de middelste details;
- dampopen manier van isoleren, maar dan uitsluitend in combinatie met een capillair actief isolatiemateriaal, zoals in de rechterdetails.

In de rij details boven de streep is het waterdamptransport door de constructie in de zomer getekend en onder de streep wordt de wintersituatie getoond. De details tonen alleen het waterdamptransport gedurende de seizoenen; er wordt geen rekening gehouden met neerslag van buiten.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren.

Een klein percentage van de monumenten heeft vertrekken waarbij de binnenzijde van de gevel een belangrijke historische afwerking kent, bijvoorbeeld een schildering. In dat geval is het aanbrengen van voorzetwanden meestal niet mogelijk. Als de afwerking niet in het zicht hoeft te blijven maar niet mag worden verwijderd, dan is een voorzetwand met een traditionele opbouw soms een uitkomst. Een dampopen capillair actief systeem daarentegen meestal niet, omdat daarvoor vaak de bestaande afwerklagen op de gevel verwijderd moeten worden.

Om er zeker van te zijn dat de isolatie optimaal presteert en schade en ongezonde situaties worden voorkomen, is het bij beide oplossingen belangrijk dat de uitvoering zorgvuldig gebeurt, met aaneensluitende isolatie zonder kieren of holtes en een goede lucht- en/of dampdichting. Dampopen isoleren met niet-capillair actieve isolatie zoals steen- of glaswol komt helaas nog regelmatig voor – ook door professionele partijen – maar kan leiden tot vochtophoping in de constructie waardoor houtrot of schimmel kan ontstaan. Deze oplossing is ongewenst. Zie voor de gewenste opbouwen van geïsoleerde voorzetwanden detailblad 2.02 en voor een verdere verdieping van de risico's van een foutieve uitvoering de bladen 2.03 en 3.02.

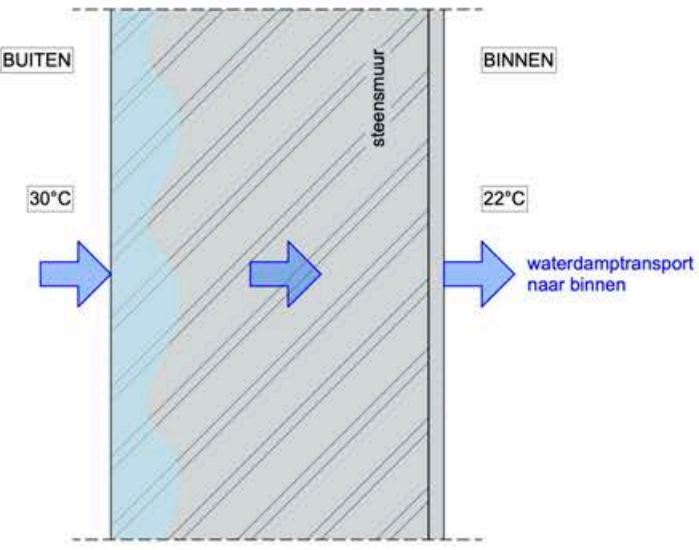
In de literatuur wordt ook dampdicht isoleren onderscheiden. Dat is feitelijk dampremmend isoleren met een sterk dampremmende laag. Omdat het in de praktijk in een historisch gebouw erg lastig is om volledige dampdichtheid te realiseren – door ingewikkelde aansluitingen op gebouwdelen en onvolkomenheden in de uitvoering – wordt dat onderscheid hier niet gemaakt.

THEORIE

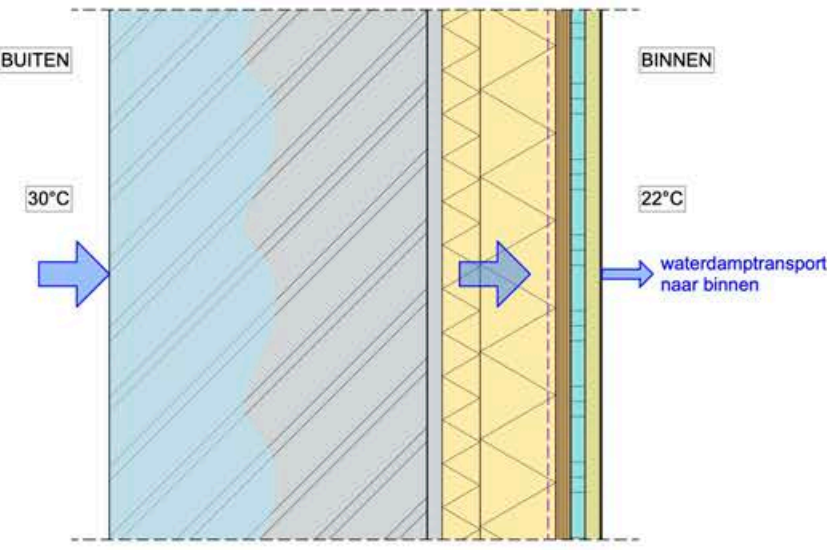
In de winter is het binnenshuis normaal gesproken warmer dan buiten, en in de zomer is het buiten juist vaak warmer dan binnen. Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht en doet dat doorgaans ook. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stroomt er in de winter waterdamp van binnen naar buiten door de constructie, en in de zomer is dat juist andersom. Technisch gezien is de dampstroom een aandachtspunt, omdat daardoor condensatie kan optreden op het punt in de constructie waar de temperatuur zo laag wordt dat de lucht de waterdamp niet meer kan bevatten. We noemen dat het dauwpunt.

Beide oplossingen gaan anders met dat gegeven om. Een traditioneel systeem houdt het grootste deel van de waterdamp in een wintersituatie tegen, zodat op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel geen condens ontstaat. De keerzijde van deze oplossing is dat de damprem in de zomer ook de dampstroom van buitenaf tegengaat. Als er een zogenaamde klimaatfolie als damprem wordt toegepast, dan is dat iets minder het geval.

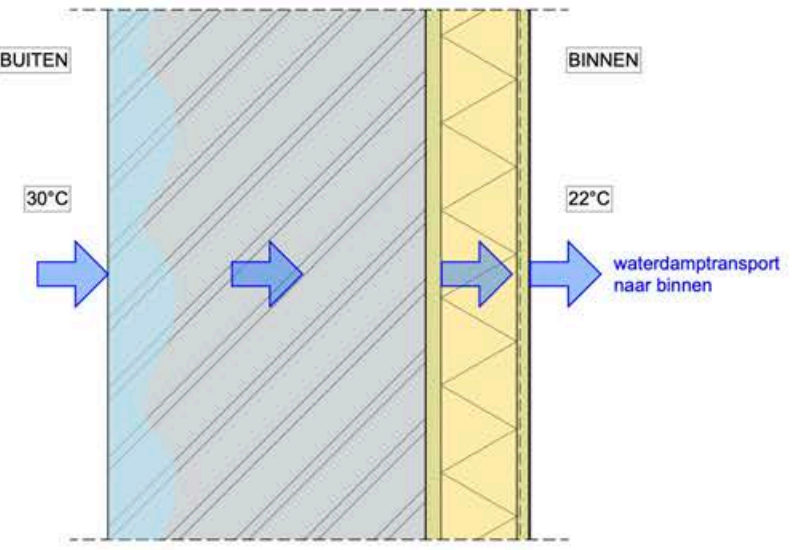
Bij een dampopen capillair actief systeem wordt de dampstroom niet gehinderd. Dat betekent dat er op het grensvlak van de isolatie en de gevel condens kan ontstaan. Het condenswater wordt door de capillaire werking van kanaaltjes in het isolatiemateriaal verdeeld over het isolatiemateriaal en afgevoerd naar de binnenzijde van de voorzetwand. Hier kan vocht verdampen naar het binnenklimaat. Door de dampopen opbouw van de constructie kan de dampstroom vanaf buiten in de zomer vrij plaats vinden. Een voorwaarde voor het goed functioneren van dampopen capillair actief systeem is dat de binnenafwerking van de voorzetwand ook dampopen is. Dat beperkt de bewoner in de keuze voor verfsystemen, soorten behang of betimmeringen. Bij een toenemende dikte van de isolatielaag kan de capillaire werking tegelijkertijd afnemen. Dat is de reden dat bijvoorbeeld bij een meer dan 10 cm dikke houtvezelplaat aan de binnenzijde van een gevel een dampremmende folie of een bouwfysische controleberekening geadviseerd wordt.



BESTAAND
(verticaal detail)

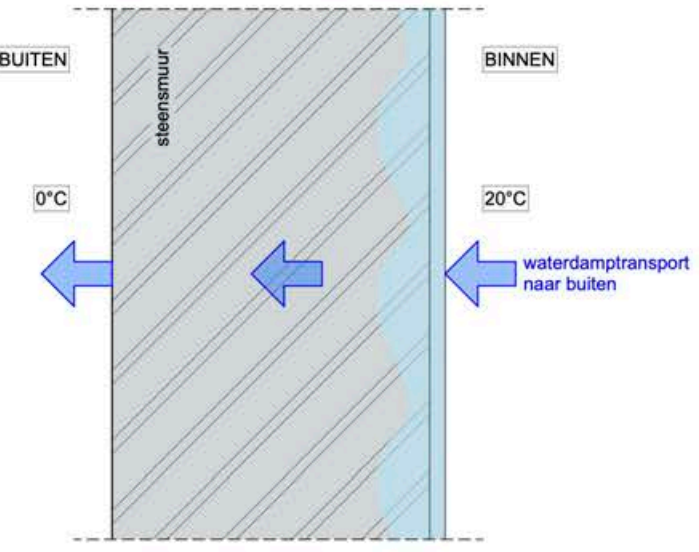


NIEUW
(verticaal detail)
TRADITIONEEL DAMPREMMEND
EN BINNENISOLATIE
(bv. steenwol + Miofol folie o.g.)

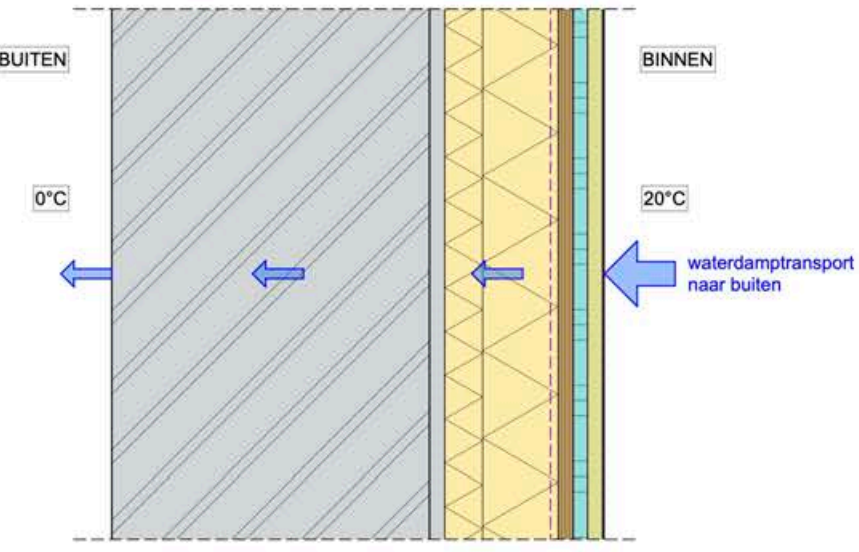


NIEUW
(verticaal detail)
DAMPOPEN EN CAPILLAIR ACTIEF
BINNENISOLATIESYSTEEM
(bv. houtvezelisolatie o.g.)

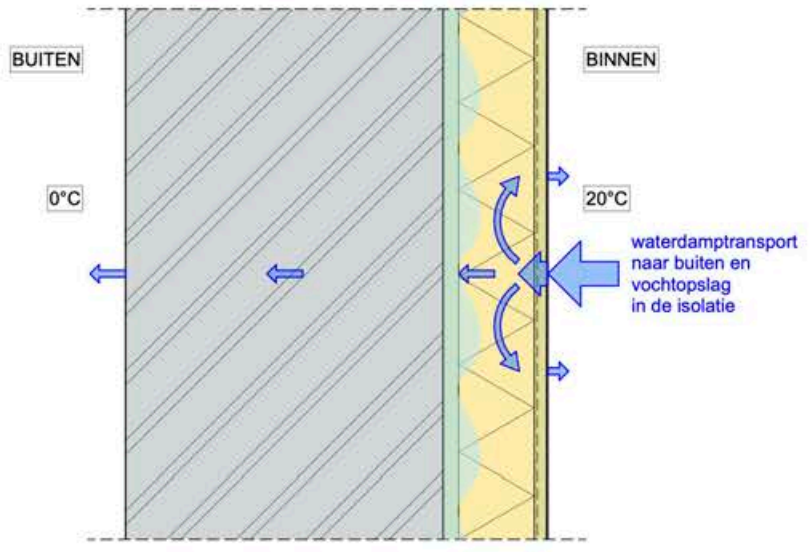
Z O M E R
W I N T E R



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)
TRADITIONEEL DAMPREMMEND
EN BINNENISOLATIE
(bv. steenwol + Miofol folie o.g.)



NIEUW
(verticaal detail)
DAMPOPEN EN CAPILLAIR ACTIEF
BINNENISOLATIESYSTEEM
(bv. houtvezelisolatie o.g.)

In deze modelmatige weergave is de waterdampdiffusie weergegeven, geen regenwaterbelasting.



2.02 VOORZETWANDEN – ALGEMEEN – GEWENSTE OPBOUW

INLEIDING

Bij het aan de binnenzijde isoleren van een historische gevel is het belangrijk na te denken over de eisen die de bestaande situatie stelt aan de voorzetwand en over de gewenste situatie. Relevante vragen zijn:

- Wat is de staat van de buitengevel? Is er sprake van een vochtbelasting (door optrekkend vocht of slagregen) of een dampremmende afwerking aan de buitenzijde (zoals schilderwerk of een geglazuurde baksteen)?
- Hoeveel ruimte is er in het interieur voor een voorzetwand (zie voor mogelijk beperkende factoren detailblad 3.03)?
- Komen er installaties in de voorzetwand, zoals elektraleidingen of wandverwarming?
- Komt de stevigheid van de voorzetwand uit het isolatiemateriaal zelf of uit een aanvullende constructie?
- Wat is de gewenste afwerking aan de binnenzijde?

Op basis van de antwoorden op deze vragen kan voor een bepaalde opbouw gekozen worden. In dit detailblad worden enkele goede samenstellingen van voorzetwanden behandeld en hun eigenschappen. Detailblad 2.03 laat minder wenselijke samenstellingen van voorzetwanden die helaas wel vaak voorkomen. Neem daarom beide detailbladen door bij het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een baksteen gevel is van ongeveer 21 cm dik, zonder spouw. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met een stuc laag. Er zijn drie verschillende opbouwen getekend.

- a. Links is gekozen voor een PIR–isolatieplaat. PIR heeft in vergelijking met de meeste andere isolatiematerialen een relatief hoge isolatiewaarde waardoor in een dunne voorzetwand toch een goede warmteweerstand te bereiken is. Dat is een voordeel als de er weinig ruimte is. Omdat historische gevels over het algemeen niet vlak zijn en deze isolatieplaten wel, zijn er eerst waterpas op de gevel verduurzaamde regels aangebracht waarop de platen worden vastgezet met schroeven. Tussen de regels is minerale wol aangebracht. In dit detail zijn isolatieplaten toegepast die al geleverd worden met een verlijmd aluminium damprem en houten underlaymentplaat (om bijvoorbeeld fotolijstjes te kunnen ophangen). Op het hout is een gestuukte gipsplaat toegepast.
- b. In het midden is een frame van houten stijlen en regels gebruikt waartussen isolatie (steenwol- of vlasisolatieplaten bijvoorbeeld) wordt aangebracht. Door de isolatie iets groter af te snijden, klemt deze zich vast tussen de stijlen. Op de stijlen is een aluminiumkleurige, dampremmende folie aangebracht die tevens infraroodstraling reflecteert. Tussen deze folie en de uiteindelijke afwerking aan de binnenzijde met een gestuukte gipsplaat op een houten underlaymentplaat bevindt zich een spouw waarin leidingwerk kan worden aangebracht. Het voordeel van deze spouw is dat er geen onderbrekingen van de dampremmende laag nodig zijn vanwege wandcontactdozen en verwarmingsbuizen of elektraleidingen. In dit specifieke detail is geen gewone gipsplaat gebruikt, maar een Fermacellplaat waarin het tracé van een wandverwarmingsbuis al is aangebracht, en soms de buis zelf al.
- c. In de rechterdetails zijn er dampopen, capillair actieve houtvezelplaten direct op de gevel aangebracht met een speciale mortel en schroefschotelpluggen. Het systeem is daarna afgewerkt met een leemstuc waarin eventueel een wandverwarmingsbuis op te nemen is. De stuc laag moet dan wel dikker worden uitgevoerd.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Om er zeker van te zijn dat de isolatie optimaal presteert en schade en ongezonde situaties worden voorkomen, is het bij alle oplossingen van belang dat de uitvoering zorgvuldig gebeurt, met aaneensluitende isolatie zonder kieren of holtes en een goede lucht- en/of dampdichting.

Bij a.

Het is belangrijk dat de minerale wol ook echt tussen de regels op de gevel wordt aangebracht, omdat deze de oneffenheden van de gevel goed kan volgen en luchtcirculatie achter de stijve isolatieplaten voorkomt. Bij deze opbouw leidt het plaatsen van wandcontactdozen en elektraleidingen tot doorbrekingen van de dampremmende laag. Het is aan te raden die zoveel mogelijk te beperken en eventuele wandcontactdozen luchtdicht uit te voeren.

Bij b.

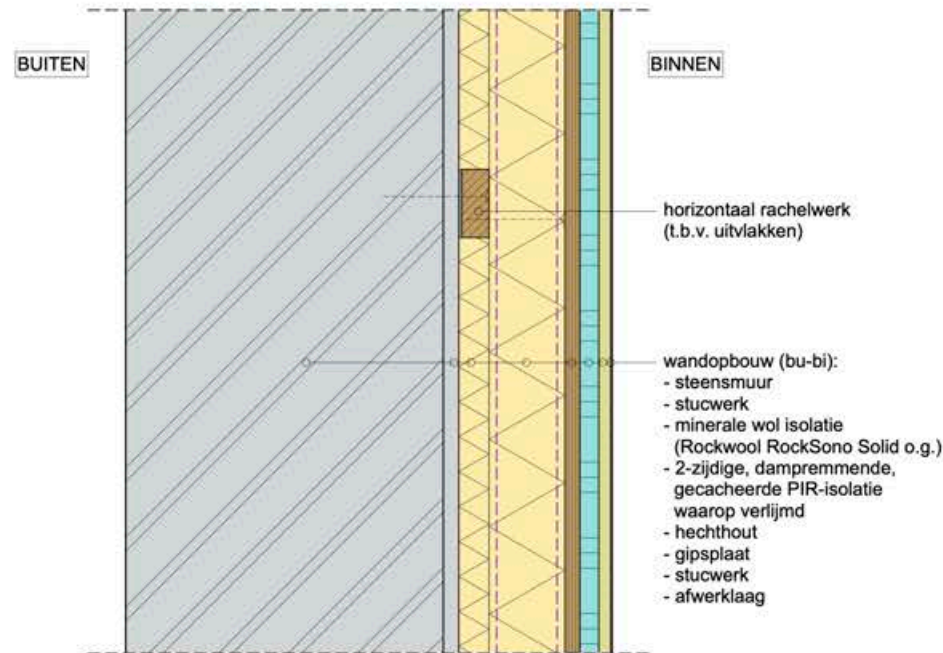
In plaats van met houten stijlen en regels wordt dit type wand ook wel uitgevoerd met metalstudprofielen. In deze opbouw, waarbij de stijlen direct tegen de gevel aan staan, fungeren zulke metalen profielen extra als koudebrug. Monumenten hebben vaak relatief hoge ruimtes. Omdat warmte opstijgt en vanwege de beleving van de warmte is het niet zinvol de wandverwarming hoger dan ca. 2,5m door te laten lopen. Bij het weerkaatsen van de infraroodstraling van de verwarming heeft de reflecte ende folie een luchtlag nodig om de warmte aan terug te geven. Vul de installatiespouw daarom niet met isolatiemateriaal.

Bij c.

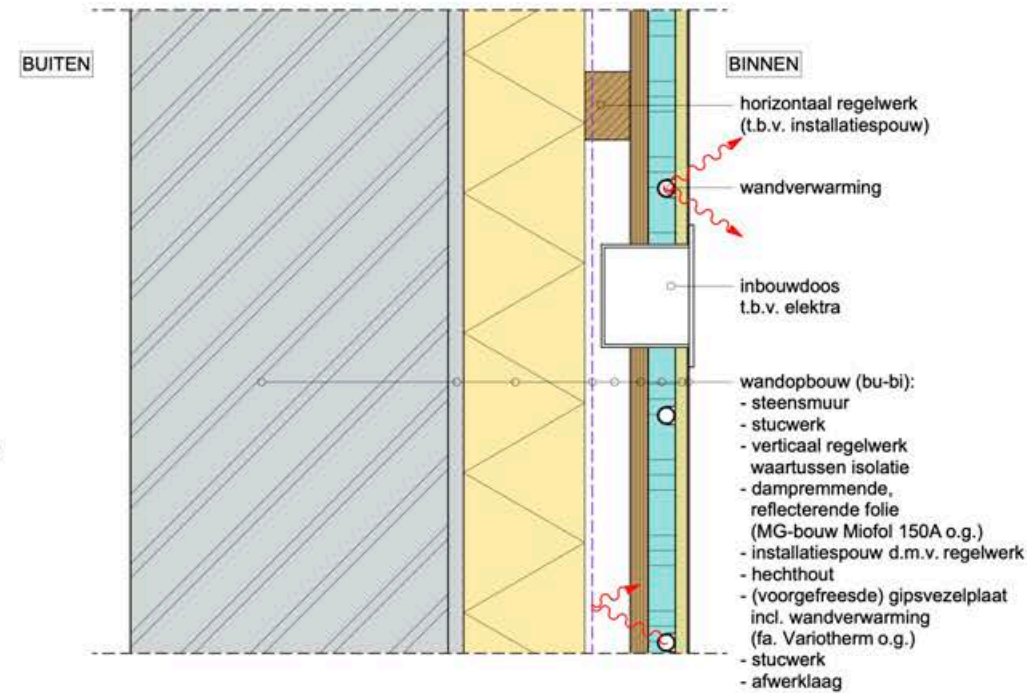
Een capillair actief systeem stelt extra eisen aan de binnenafwerking van de voorzetwand en de afwerking van de binnenzijde van de gevel (zie voor de werking en wijze van aanbrengen detailbladen 2.01 en 3.04).

THEORIE

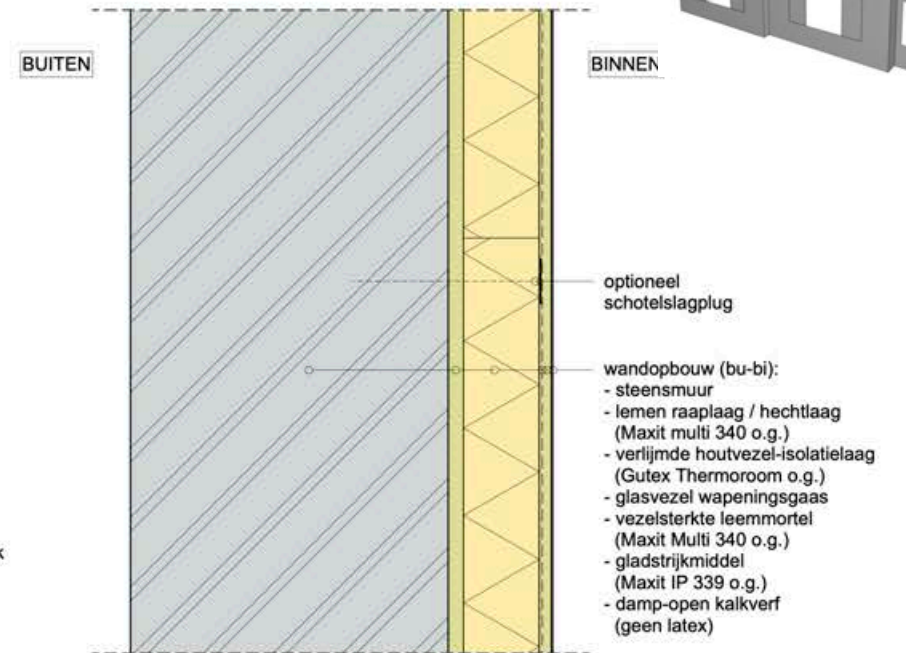
Er zijn drie vormen van warmteoverdracht: door luchtstroming, geleiding en infraroodstraling. De meeste isolatiematerialen gaan geleiding tegen. Ze zijn licht van gewicht doordat ze veel stilstaande lucht bevatten die slecht geleidt. Meestal houden ze echter geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. In de middelste details reflecteert de damp emmende folie ook infraroodstraling. Daarmee ondersteunt de folie de wandverwarming. Dit type verwarming werkt met lage temperaturen en vooral met stralingswarmte, in tegenstelling tot traditionele radiatoren, die met hoge watertemperaturen vooral de lucht verwarmen en zorgen voor een kringloop van lucht door de de ruimte. Een capillair actieve isolatie werkt anders dan traditionele constructie met een damprem. Op het grensvlak van de isolatie en de gevel ontstaat wel condens, maar dit wordt door de capillaire werking van het materiaal verdeeld over de isolatie en ook naar binnen toe afgevoerd.



NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND

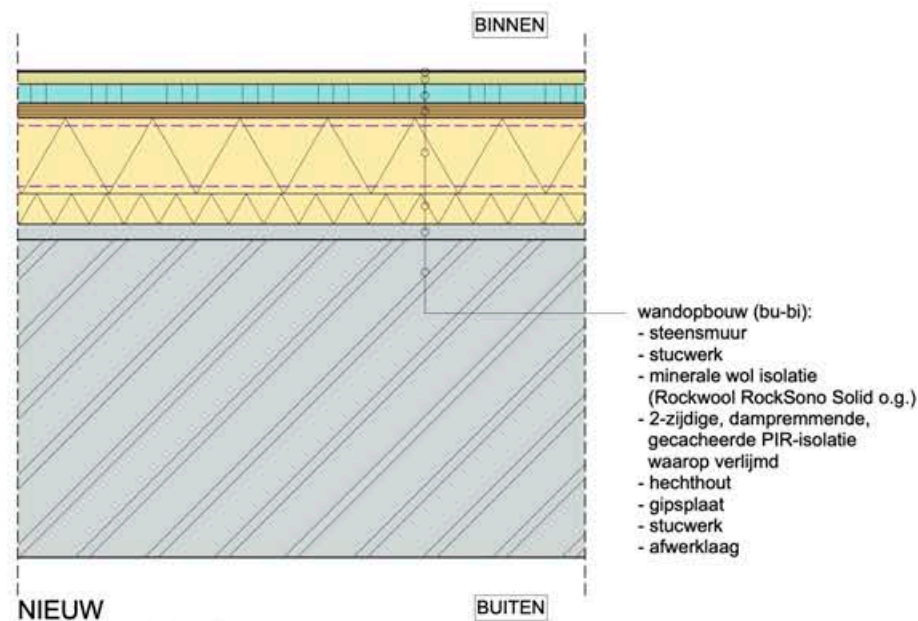


NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND MET EEN INSTALLATIESPOUW

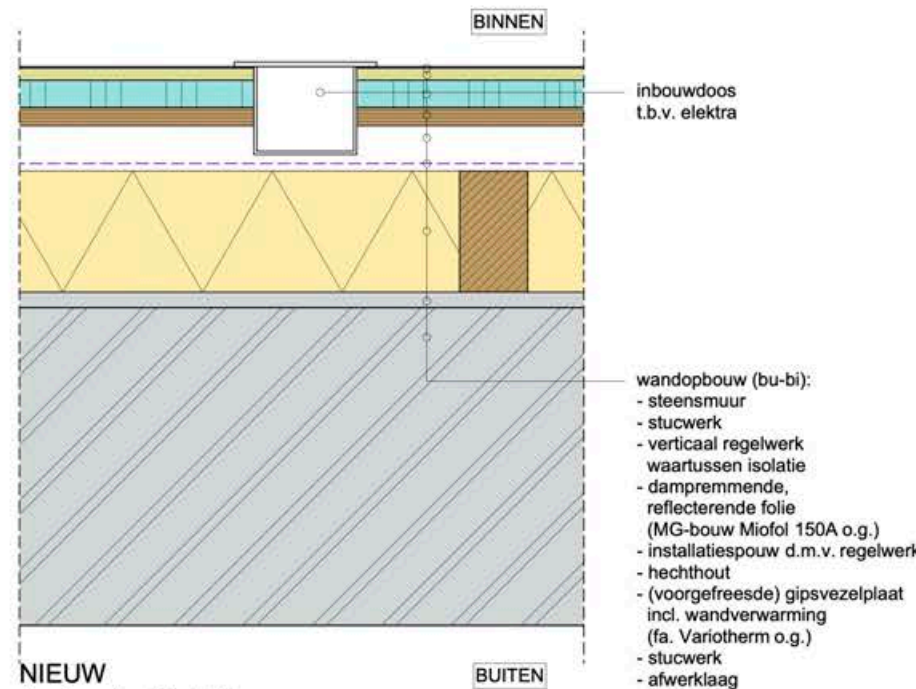


NIEUW
(verticaal detail)
CAPILLAIR ACTIEF

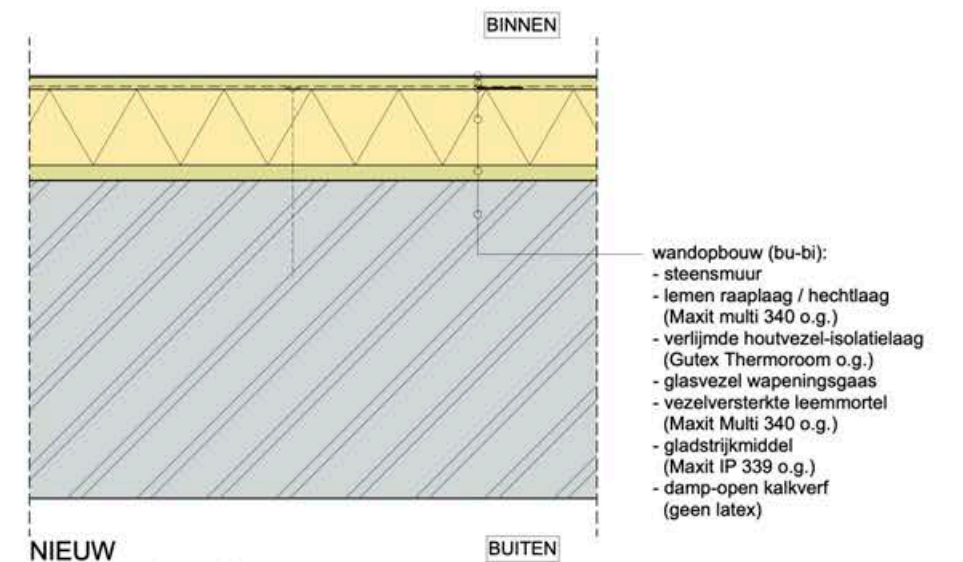
Optioneel is wandverwarming
toe te passen in de leemstucclaag,
deze leemstucclaag wordt dan ca. 30mm dik
(fa. Variotherm o.g.).



NIEUW
(horizontaal detail)
DAMPREMMEND



NIEUW
(horizontaal detail)
DAMPREMMEND MET EEN INSTALLATIESPOUW



NIEUW
(horizontaal detail)
CAPILLAIR ACTIEF

2.03 VOORZETWANDEN – ALGEMEEN – ONGEWENSTE OPBOUW

INLEIDING

In dit detailblad passeren enkele minder wenselijke samenstellingen van voorzetwanden die helaas wel vaak voorkomen. Bijvoorbeeld omdat een tijdens het ontwerpproces zorgvuldig uitgedachte oplossing in de uitvoering terzijde wordt geschoven vanwege kostenoverwegingen, ondeskundigheid of omdat de aannemer het altijd zo doet. In detailblad 2.02 worden enkele goede samenstellingen van voorzetwanden behandeld. Neem daarom beide detailbladen door bij het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden.

Voor de werkzaamheden op deze pagina zal bij een beschermd monument meestal geen toestemming door de gemeente gegeven worden.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een baksteen gevel is van ongeveer 21 cm dik, zonder spouw. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met een stuc laag. Er zijn drie verschillende opbouwen getekend.

- met een traditionele opbouw en een onderbroken dampremmende laag links;
- met een traditionele opbouw zonder dampremmende laag in het midden;
- Met een 'capillair actieve isolatie' en een luchtspouw rechts.

AANDACHTSPUNTEN

De gebreken in deze details zijn als volgt.

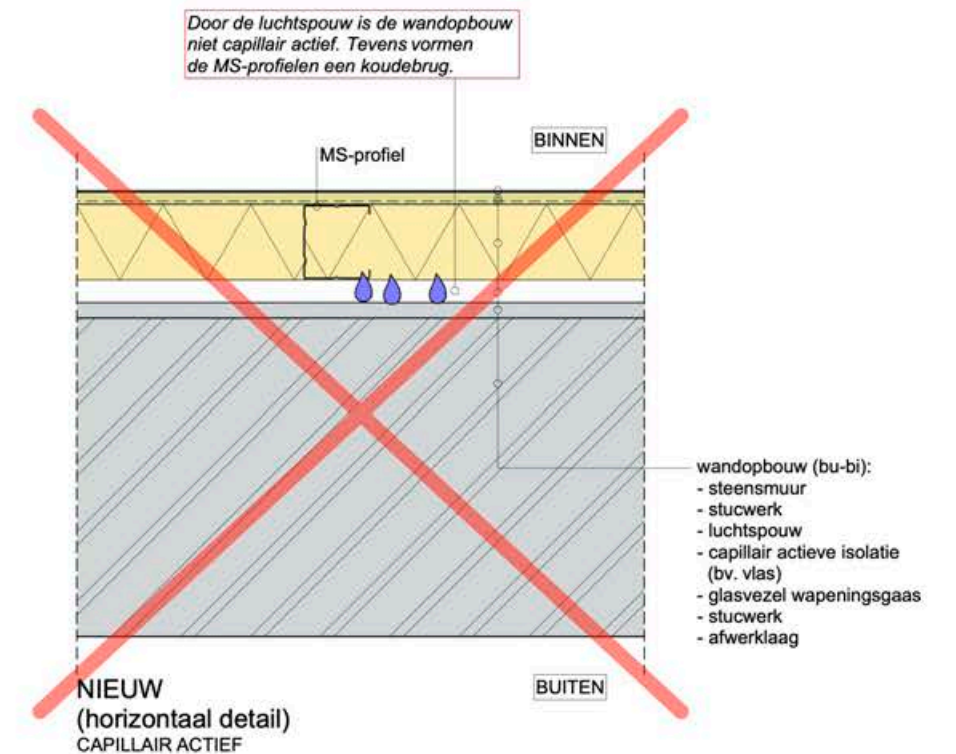
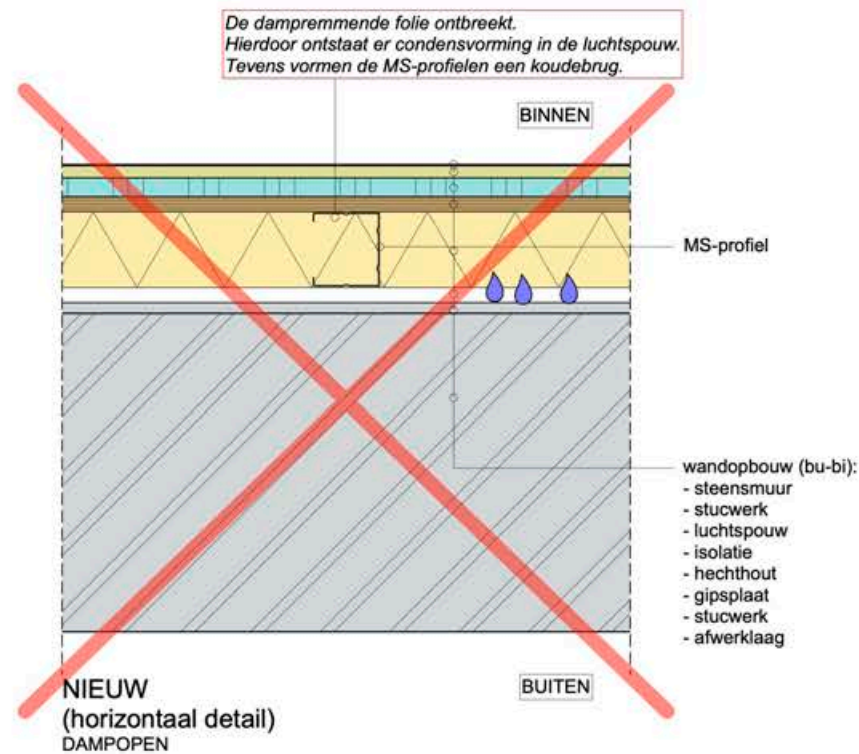
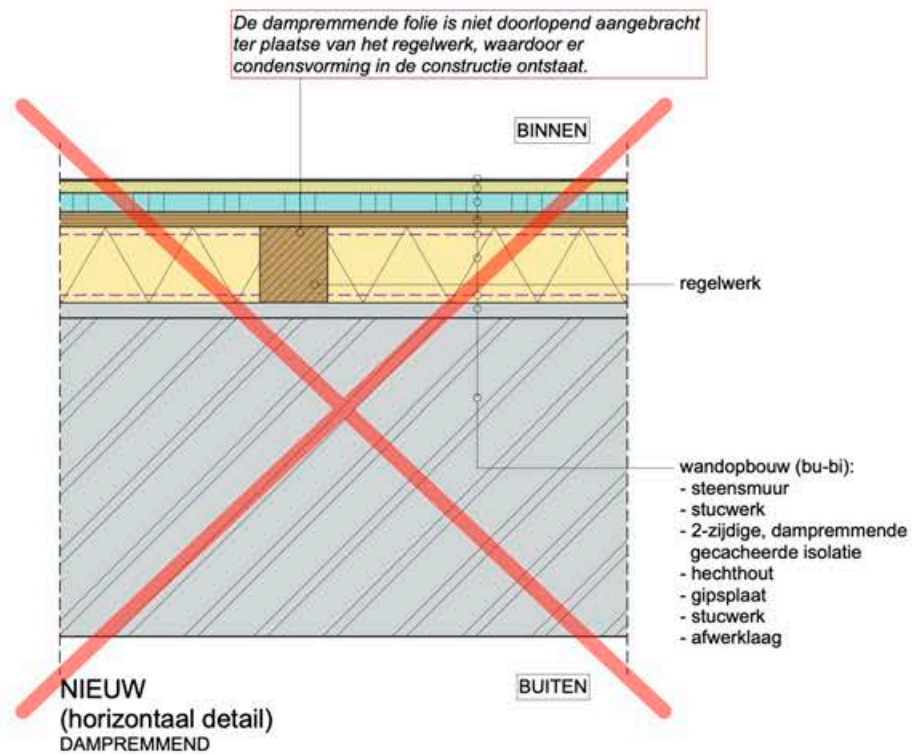
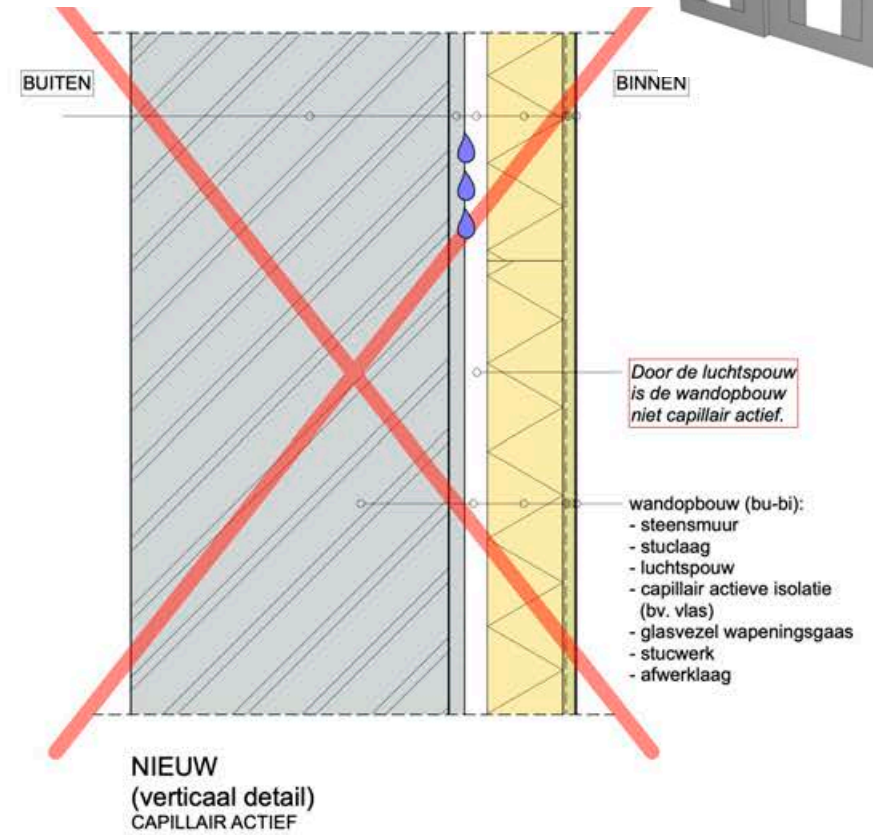
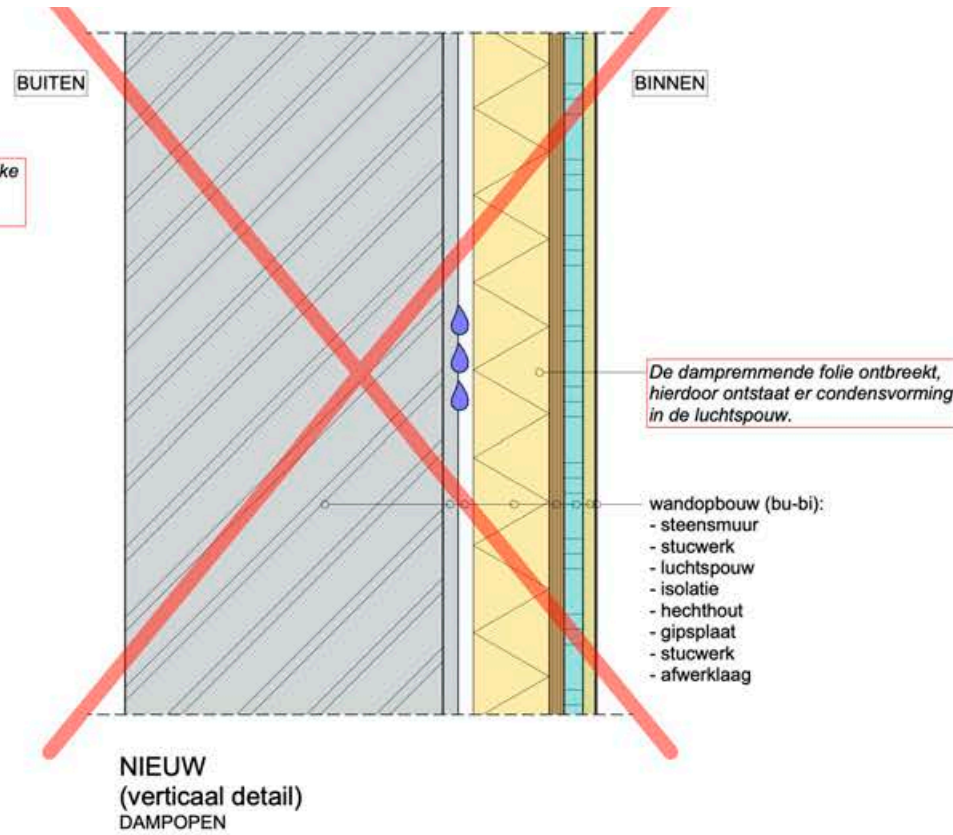
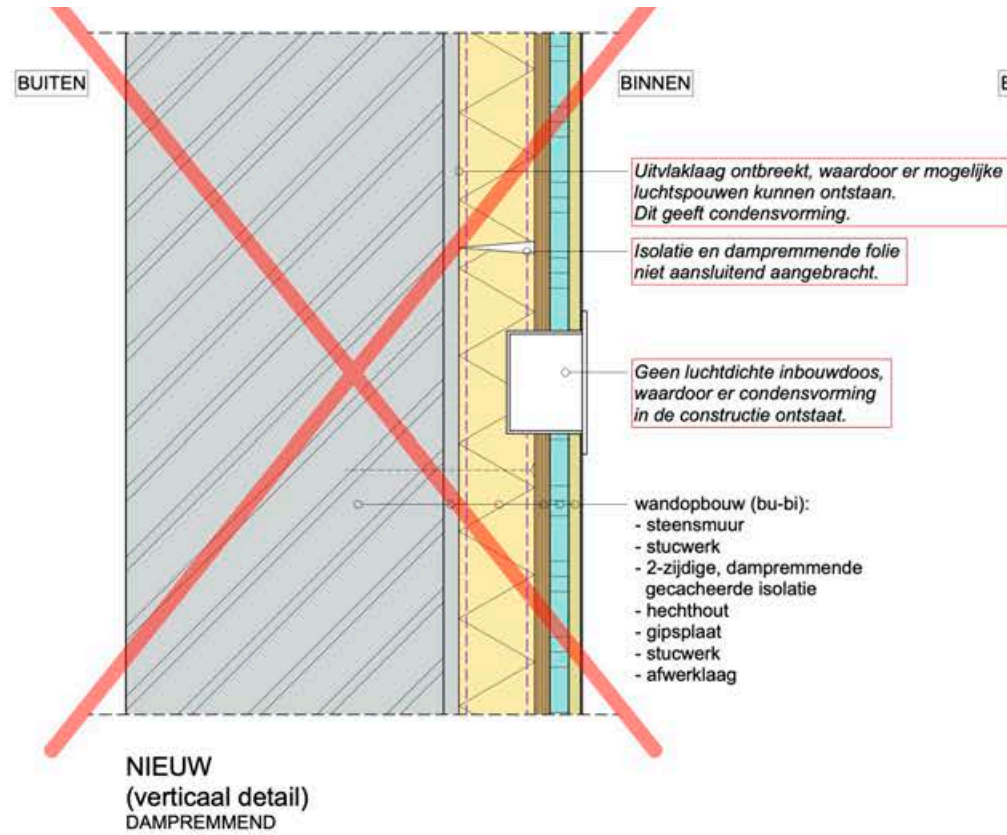
- Er is een stijl- en regelwerk tegen de gevel geplaatst met een dampdoorlatende, waterkerende folie aan de gevelzijde. Dat betekent dat tussen de gevel en de voorzetwand meestal onbedoeld een luchtspouw zit waardoor mogelijk binnenlucht kan stromen. Zo'n luchtstroom zorgt niet alleen voor een verminderde prestatie van de isolatie, maar ook voor afzetting van vocht op de gevel en daardoor mogelijk houtrot en/of schimmel (zie ook detailblad 3.02). Tussen de stijlen van de wand is een isolatiemateriaal geplaatst met een daarop al fabrieksmatig aangebrachte, dampremmende laag; bijvoorbeeld een steenwolplaat met een aluminiumcachering. Dat betekent dat de damprem bij iedere stijl stopt. De isolatieplaten zijn bovendien niet zorgvuldig geplaatst, waardoor ook bij de aansluiting van de platen onderling de isolatie en de dampremmende laag niet doorlopen. Tot slot zijn de wandcontactdozen in de voorzetwand onderbrekingen van de dampremmende laag. De vele onderbrekingen in de damprem zorgen ervoor dat vocht vanuit het binnenklimaat in de voorzetwand kan condenseren.
- De middelste opbouw kent veel van de problemen van de linker opbouw, omdat hier helemaal geen folies zijn toegepast. Vaak is dat uit overtuiging. 'Dan verstik je de boel' of 'je wilt toch niet in een plastic zak wonen' zijn helaas nog te vaak gehoorde kreten in de bouw. Verdere verschillen zijn dat hier bewust gekozen is voor een luchtspouw en het stijl- en regelwerk uit metalen profielen bestaat. De metalstudp ofielen vo men in dit detail een ongewenste koudebrug in de voorzetwand die op warmtebeelden van het interieur goed waarneembaar zal zijn. Voor een luchtspouw wordt vaak gekozen om te voorkomen dat vochtdoorslag van buiten in de isolatie trekt. Dat kan bijvoorbeeld een reden zijn bij de zout- en vochtbelaste gevel van een rietgedekte boerderij zonder goten of een heel oude gevel uit poreuze, zachte steen. Een normale steens gevel in een goede staat, bijvoorbeeld een 19^e-eeuwse gevel, zou echter in principe waterdicht moeten zijn.
- De rechter opbouw gaat uit van een 'dampopen capillair actieve isolatie', in dit geval met vlas. Diverse fabrikanten van hernieuwbare, natuurlijke isolatiematerialen claimen vochtbufferende eigenschappen, maar dat betekent niet altijd zonder meer dat die materialen ook echt capillair actief zijn. Daarvoor moet het materiaal weinig weerstand bieden tegen een waterdampstroom en veel vloeibaar water kunnen absorberen. In dit detail kan het isolatiemateriaal dat sowieso niet, omdat de damp die door de voorzetwand heen trekt op de gevel condenseert en er geen contact is tussen het condensvocht en het isolatiemateriaal. Het afvoeren van dit vocht naar het binnenklimaat (zoals in detailblad 2.01) is hier dus niet mogelijk.

THEORIE

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot, wordt bij een traditionele isolatie aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een zorgvuldige uitvoering van deze folie met goede aansluitingen is belangrijk om schade te voorkomen. En om ervoor te zorgen dat de isolatie doet wat hij behoort te doen: warmte tegenhouden. Immers, het kost veel meer energie om water op te warmen dan lucht, dus een vochtige isolatie presteert slecht.

Door het los houden van de voorzetwand van de gevel en aansluitingen en wandcontactdozen die niet luchtdicht zijn, kan bovendien achter de voorzetwand warme binnenlucht komen. Door het afkoelen aan de gevel wordt de lucht zwaarder, waardoor hij naar beneden valt en er een luchtstroming achter de voorzetwand ontstaat. Hierdoor kan de isolatiewaarde van de voorzetwand in de praktijk sterk tegenvallen, en kan nog veel meer condens afgezet worden dan door de hierboven genoemde dampstroom. Een goede lichtdichting is daarom erg belangrijk.

Een capillair actieve isolatie werkt anders een traditionele isolatie met een damprem: op het grensvlak van de isolatie en de gevel ontstaat nog steeds condens, maar dit wordt door de capillaire werking van het materiaal verdeeld over de isolatie en naar ook naar binnen toe afgevoerd. Dat werkt alleen als de isolatie overal strak aansluit op de gevel. Een reden om voor een dampopen, capillair actief systeem te kiezen, kan zijn dat de gevel relatief sterk vochtbelast is en het belangrijk is dat er ook verdamping van water naar binnen toe mogelijk blijft. Er zijn grenzen aan de hoeveelheid vocht die een capillair actief systeem aan kan en daarom blijft het belangrijk om er vóór het isoleren voor te zorgen dat de buitengevel in een goede staat is. Om ervoor te zorgen dat het condensvocht naar binnen toe kan worden afgevoerd, mag de isolatielaag niet te dik zijn en aan de binnenzijde niet dampremmend worden afgewerkt.



2.04 VOORZETWANDEN – ALGEMEEN – BINNENHOEK

INLEIDING

Het is vaak mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde vanwege het behoud van het gevelaanzicht. Bouwfysisch gezien is isolatie aan de binnenzijde van een constructie een oplossing die meer risico's met zich meebrengt. Onder meer de (binnen)hoek van twee gevels verdient extra aandacht, omdat hier bij een ondoordachte uitvoering het risico bestaat op een verlaagde oppervlaktemperatuur aan de binnenzijde en schimmel op de muur. In dit detailblad worden de aandachtspunten en mogelijke oplossingen behandeld.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een baksteen gevel is van ongeveer 21 cm dik, zonder spouw. Het risico op een verlaagde oppervlaktetemperatuur doet zich voor bij de binnenhoek waar twee geïsoleerde voorzetwanden met een stijl- en regelwerk op elkaar aansluiten, omdat hier een dubbele stijl zit.

De meest eenvoudige oplossing is om tussen de stijlen en de gevel een extra isolatielaag toe te passen, zoals in de bovenste details. In het detail rechtsboven is te zien dat bij de toepassing van metalstudprofielen de isolatie het minst onderbroken wordt, waardoor de hoek relatief warmer blijft. Als de extra isolatielaag niet aangebracht wordt, dan vormen vooral dubbele metalen stijlen (metalstudprofielen) een ongewenste koudebrug, zoals in de onderste details.

AANDACHTSPUNTEN

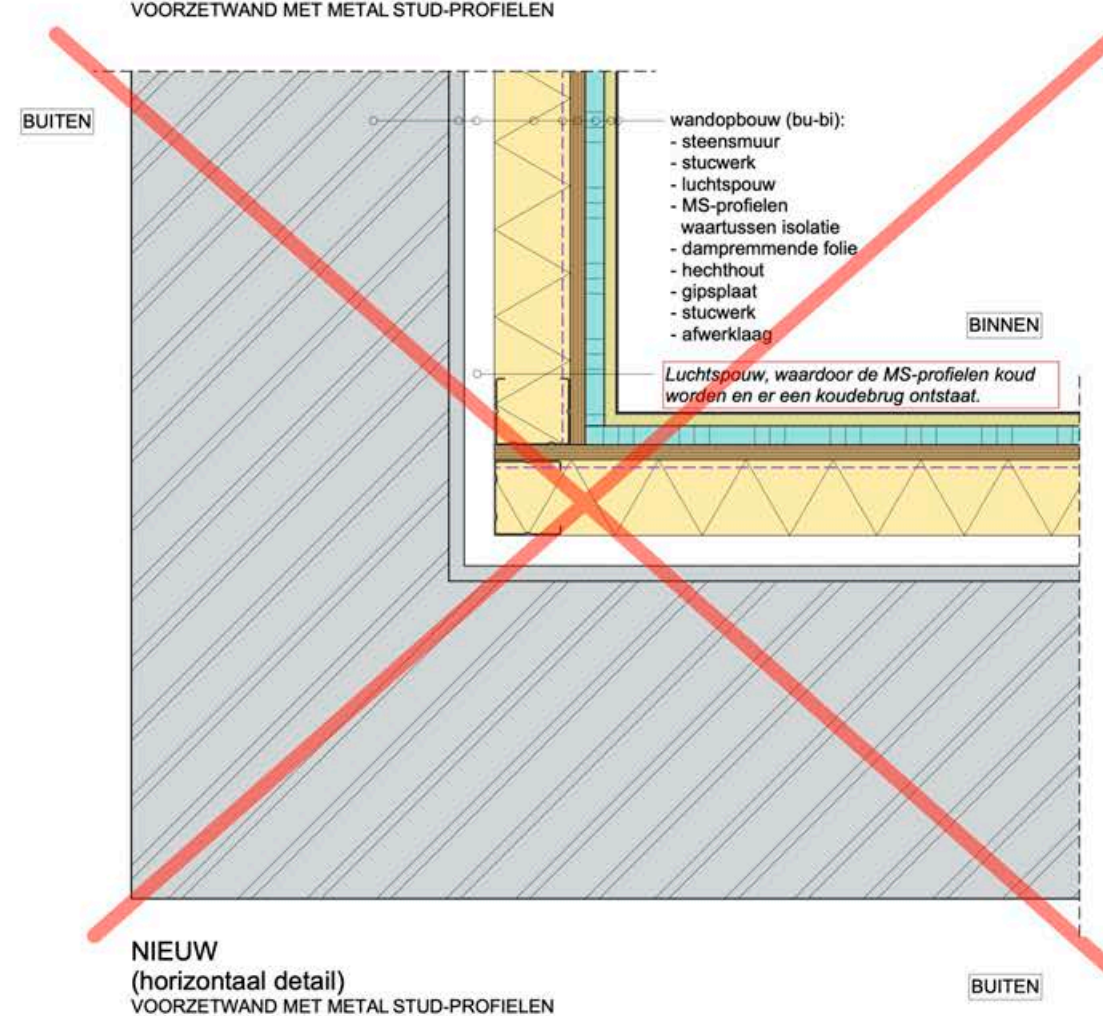
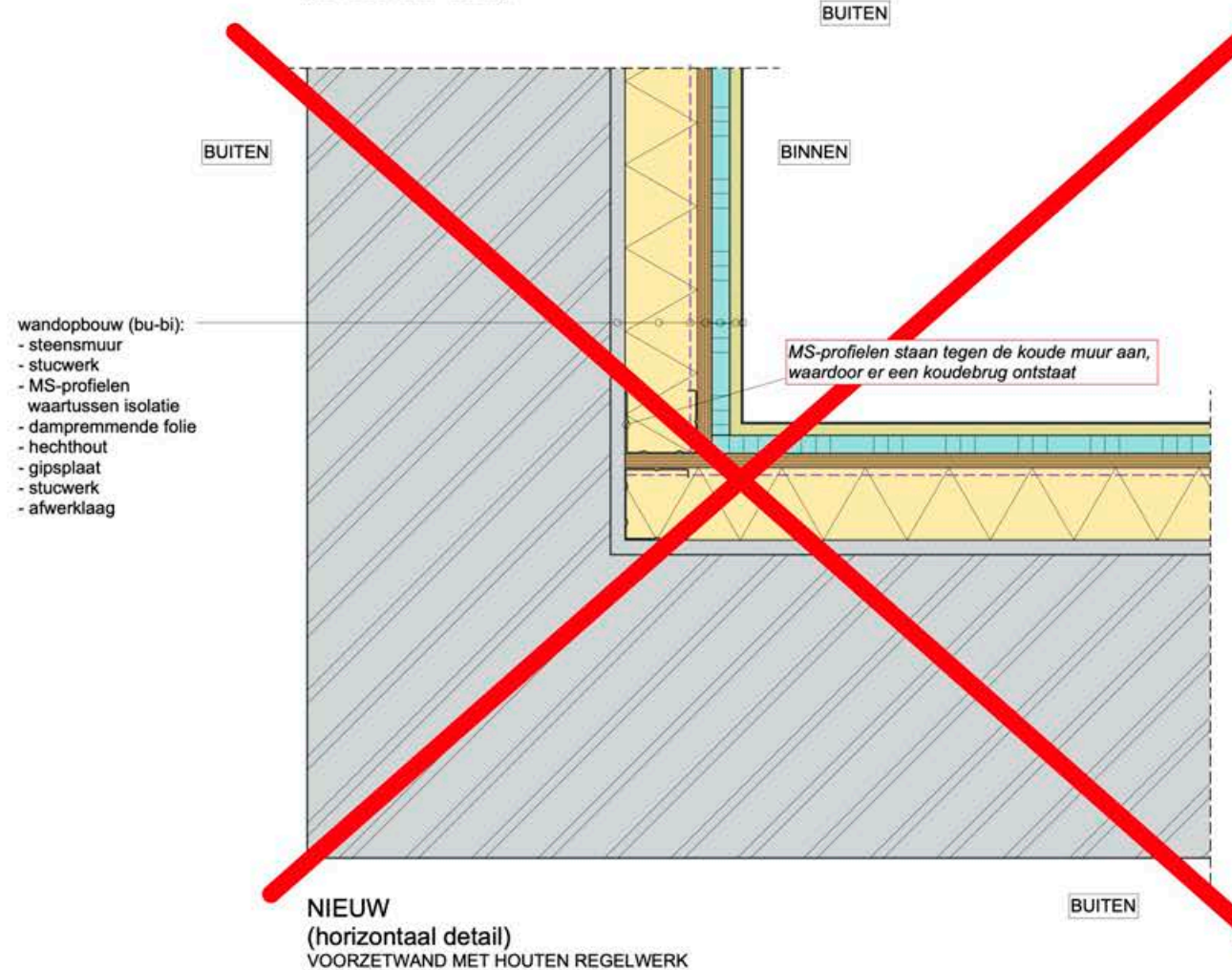
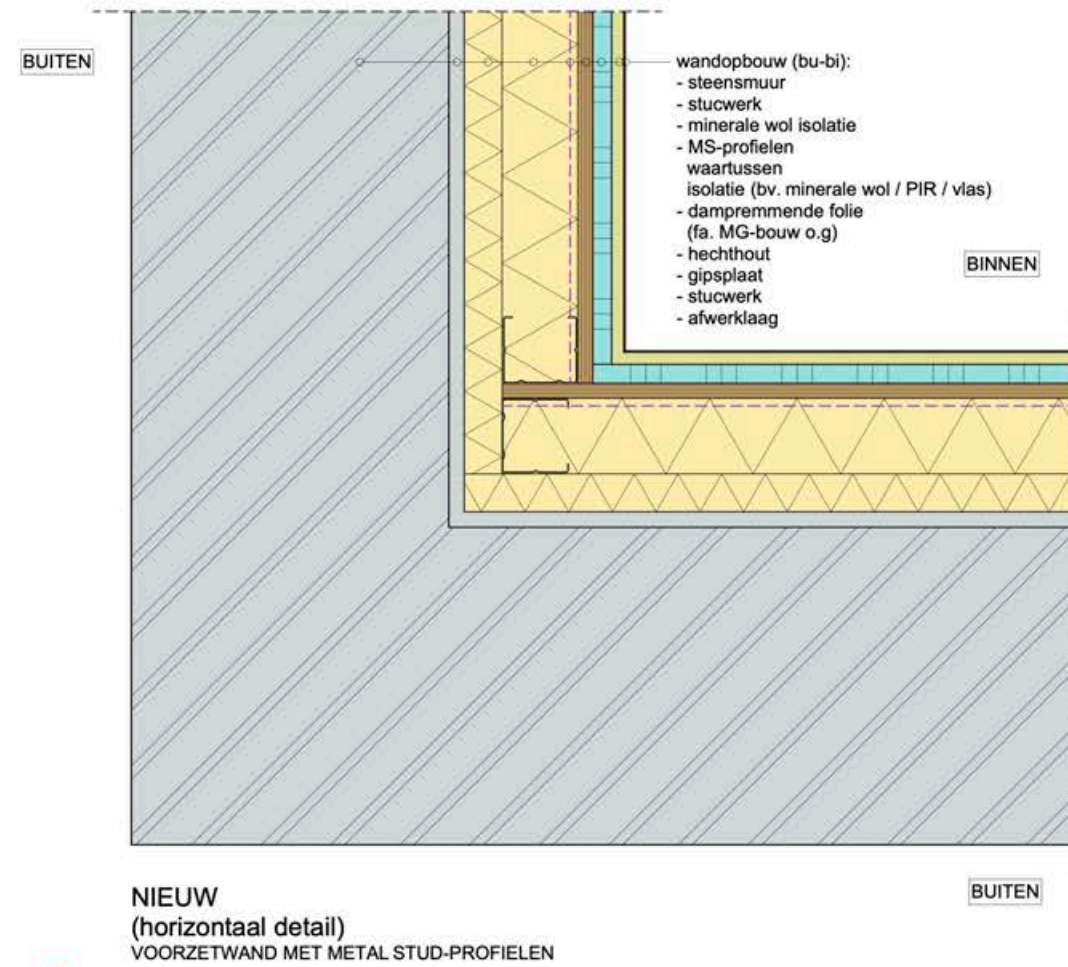
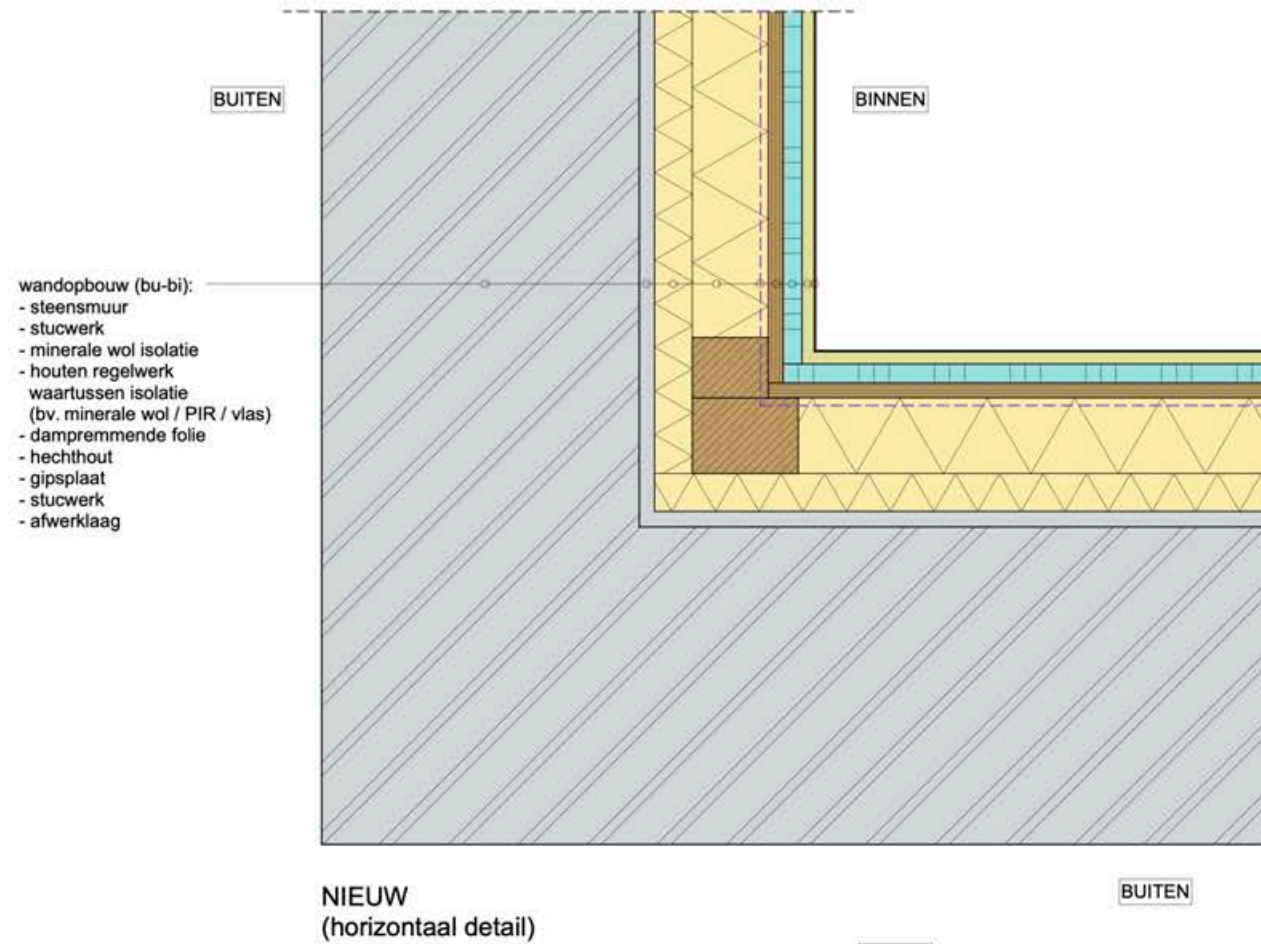
Door het gebruik van een extra isolatielaag wordt de wand dikker dan bij een opbouw zonder luchtspouw. Daar is niet altijd ruimte voor. De extra laag zorgt er echter ook voor dat er geen luchtcirculatie achter de wand mogelijk is, en ook de andere metalstudprofielen in de wand vo men zo geen koudebrug. Dat zijn belangrijke voordelen.

Een andere oplossing is om de stijlen tenminste 20 cm uit de hoeken te plaatsen, maar dat is uitvoeringstechnisch en qua stevigheid een uitdaging en daarom is hiervan geen detail getekend.

THEORIE

Een dubbele stijl vormt een relatief grote onderbreking van de isolatielaag, zeker als deze onderbreking warmte goed geleidt zoals metaal. Daardoor kan de temperatuur van de binnenzijde van de isolatiewand in de hoek een stuk lager uitpakken. Als de warme binnenlucht afkoelt aan een koude binnenhoek, dan zal deze hier vocht afzetten omdat koude lucht minder waterdamp kan bevatten dan warme lucht.

In een hoek is bovendien minder luchtstroming, waardoor eventueel condensvocht niet zo goed kan worden afgevoerd. Op deze manier ontstaat een ideale voedingsbodem voor schimmel, zeker als hier bijvoorbeeld ook een kast staat die de luchtstroming nog extra belemmert. Zo kan na enkele jaren, als de kast weer eens van de muur af wordt gehaald, een nare verrassing tevoorschijn komen.



2.05 VOORZETWANDEN – AANSLUITING BINNENWAND

INLEIDING

Het is vaak mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde vanwege het behoud van het gevelaanzicht. Bouwfysisch gezien is isolatie aan de binnenzijde van een constructie een oplossing die meer risico's met zich meebrengt. Onder meer de aansluiting van een binnenwand op een gevel verdient aandacht, omdat hier het risico bestaat op een verlaagde oppervlaktetemperatuur van de binnenwand en schimmelvorming. In dit detailblad worden de aandachtspunten en mogelijke oplossingen behandeld.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig. Bij een onbeschermd woning wordt overleg met de gemeente sterk aangeraden bij de oplossingen waarbij de samenhang tussen de binnenmuur en de gevel aangetast wordt.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een baksteen gevel is zonder spouw. De binnenwand, bijvoorbeeld een gangwand, is ook van steen en bouwkundig verbonden met de gevel. Na het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden onderbreekt de binnenwand de isolatielaag, waardoor in de buurt van de voorzetwand condens en schimmel op de aanzienlijk koudere binnenwand kan ontstaan. Deze onopgeloste situatie komt vaak voor en is te zien in het detail linksonder.

Voor deze situatie zijn verschillende oplossingen:

- flanke ende isolatie - de voorzetwand wordt aan beide zijden van de binnenwand ca. 60cm de hoek omgezet (niet getekend);
- flanke ende isolatie - bij de aansluiting wordt een wigvormige isolatie toegepast, zoals in het detail rechtsboven;
- de binnenwand wordt thermisch ontkoppeld van de gevel, bijvoorbeeld door ter plaatse van de aansluiting een strook schuimglas toe te passen (detail rechtsonder);
- flanke ende isolatie - de stuc laag wordt in de buurt van de aansluiting vervangen door een isolerende stuc laag, bijvoorbeeld een perlietstuc zoals in het middelste detail onder;
- flanke ende isolatie - de binnenwand wordt aan beide zijden opgehakt om hier een dunne isolatie te kunnen plaatsen, zoals in het middelste detail boven;
- de koudebrug kan opgewarmd worden door hier de aanvoer en/of retourleiding van de cv te laten lopen of hier een dunne verwarming in te steken (niet getekend).

AANDACHTSPUNTEN

Bij a & b.

Een extra sprong in de binnenwand is bij monumentale interieurs niet altijd vergunbaar. Soms is de extra dikte een probleem, bijvoorbeeld bij een smalle gang met twee wanden die bouwkundig verbonden zijn met de gevel. Flankerende isolatie slechts aan één zijde aanbrengen van de binnenwand kan leiden tot een verdere verlaging van de oppervlaktetemperatuur aan de andere zijde.

Bij c & e.

De bouwkundige verbinding van de binnenwand met de gevel geeft beide extra stabiliteit. De verbinding wordt verzwakt door ophakken of ontkoppelen. Het is belangrijk een deskundige te vragen of dat constructief verantwoord is en welke maatregelen nodig zijn. Bij monumenten kunnen de wand of de afwerkingen daarop waarde hebben, waardoor onderbrekingen of ophakken niet vergunbaar zijn.

Bij d.

De isolerende werking van perlietstuc is beperkt, en om gebruik te maken van de capillair actieve eigenschappen van het materiaal moet de binnenafwerking dampopen zijn. Perlietstuc is een dampopen, capillair actieve isolatie die veel water kan opnemen. Bij een monument kunnen de afwerkingen op de binnenwand waarde hebben, waardoor vervanging van het stucwerk niet vergunbaar is.

Bij f.

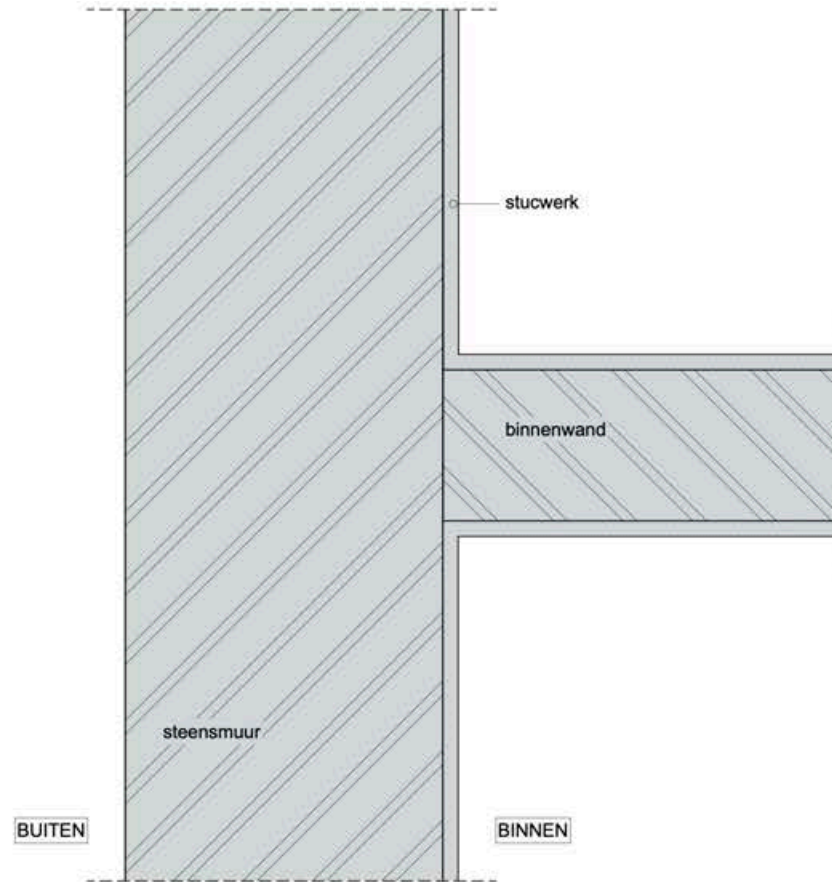
Het opwarmen van de koudebrug kost energie, waardoor een deel van de winst van het isoleren weer verloren gaat.

THEORIE

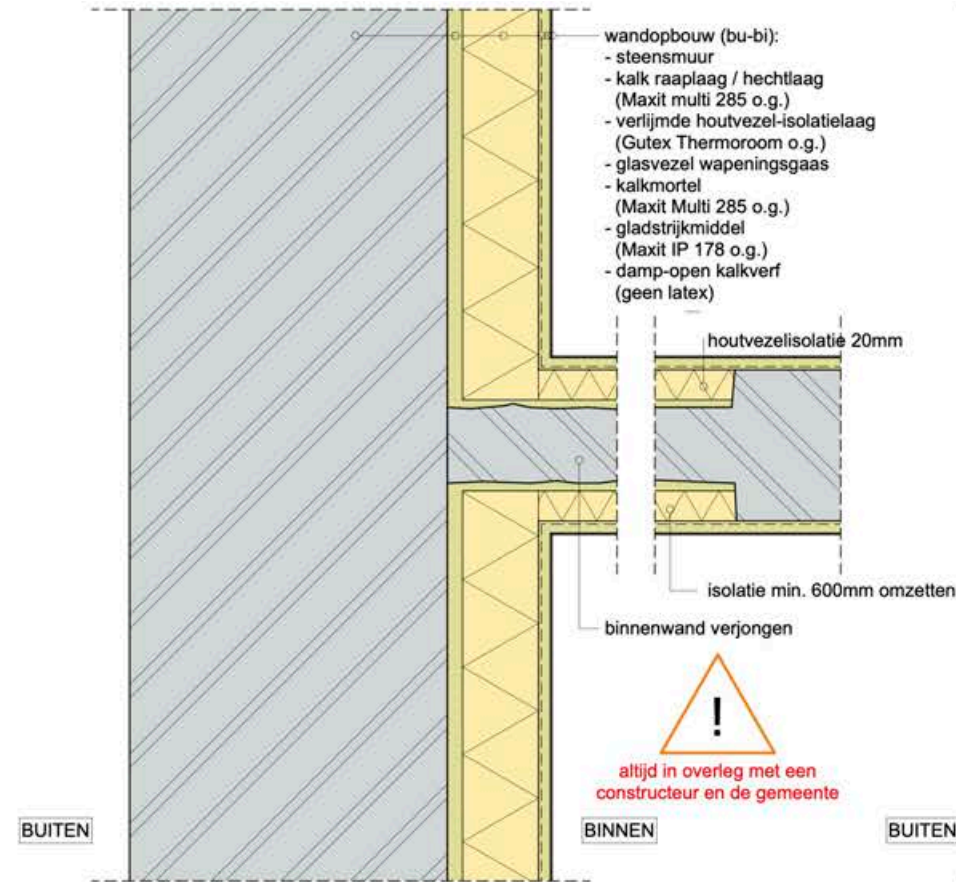
Als de warme binnenlucht afkoelt aan een koude binnenhoek, dan zal deze hier vocht afzetten omdat koude lucht minder waterdamp kan bevatten dan warme lucht. In de hoek tussen twee wanden is bovendien minder luchtstroming, waardoor eventueel condensvocht niet zo goed kan worden afgevoerd.

Als het onderbreken van de koudebrug geen optie is en het opwarmen van de koudebrug ongewenst, dan is flanke ende isolatie de enige oplossing. De warmteweerstand van een constructie is afhankelijk van de dikte en de warmtegeleidingscoëfficiënt van het gebruikte materiaal. Met een materiaal dat slecht isoleert, is bij een grote dikte dus nog steeds voldoende warmteweerstand te realiseren. Dat principe is belangrijk bij flanke ende isolatie. Door ook de binnenwand ter plaatse van de aansluiting op de gevel te isoleren, wordt de afstand die de energie moet afleggen door de binnenwand veel groot.

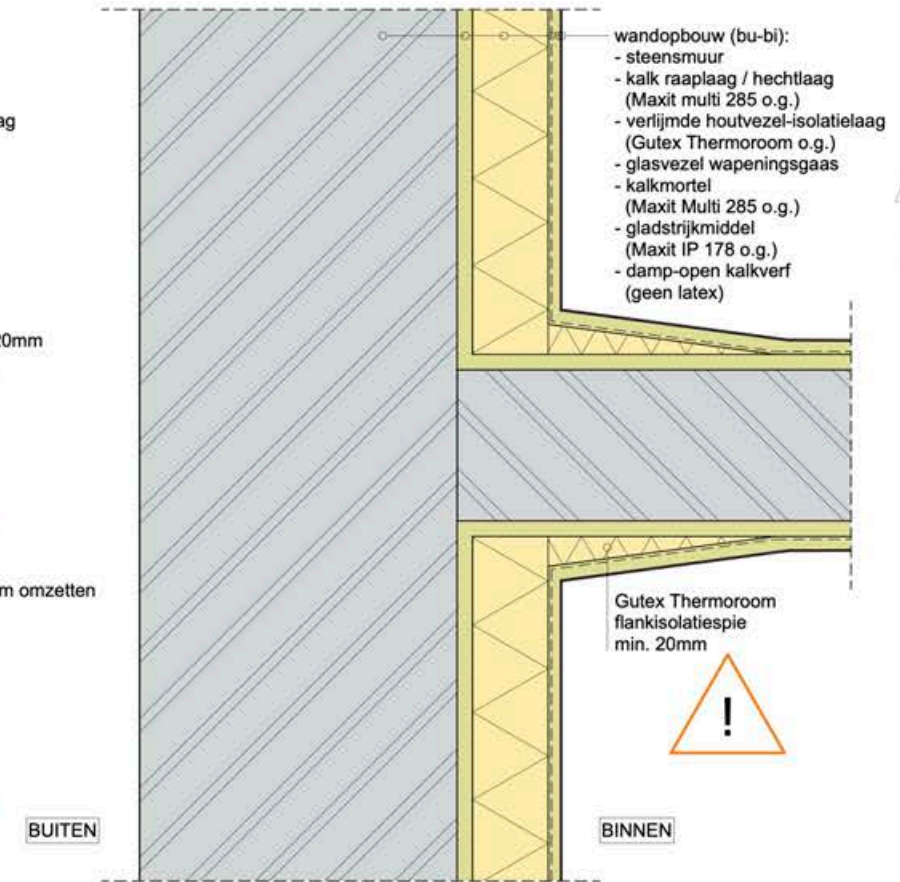
Als de koudebrug in een hoek niet oplosbaar is, is het aan te raden hier geen gordijnen op te hangen of een kast te plaatsen. Daardoor neemt de luchtstroming niet verder af, waardoor condensvocht nog slechter kan worden afgevoerd.



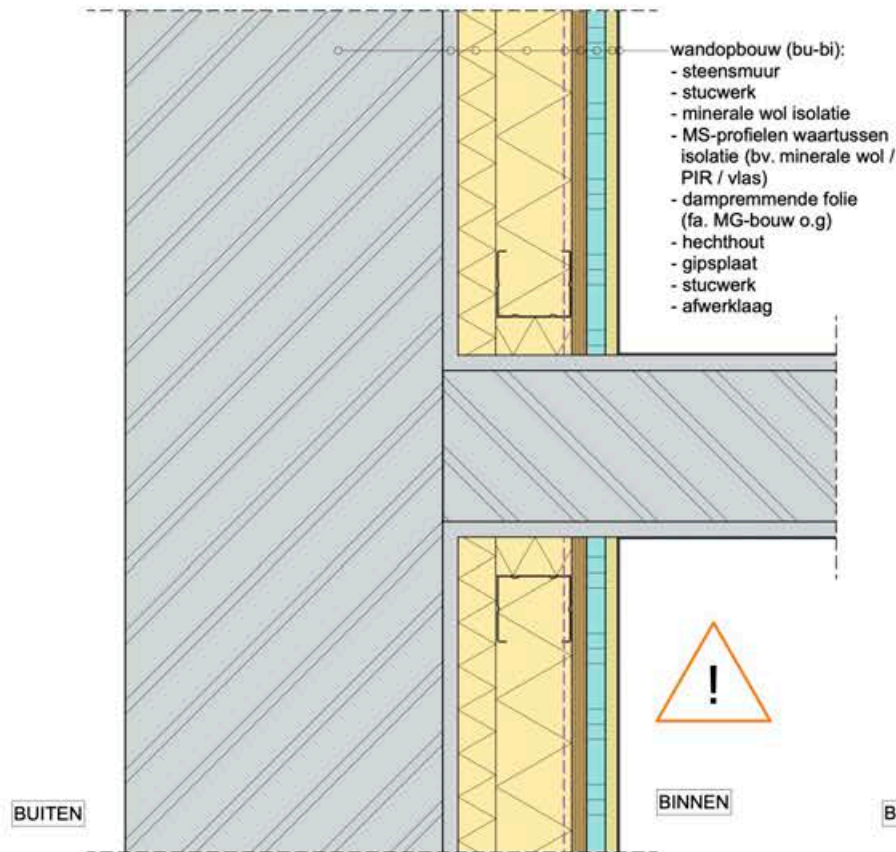
BESTAAND
(horizontaal detail)



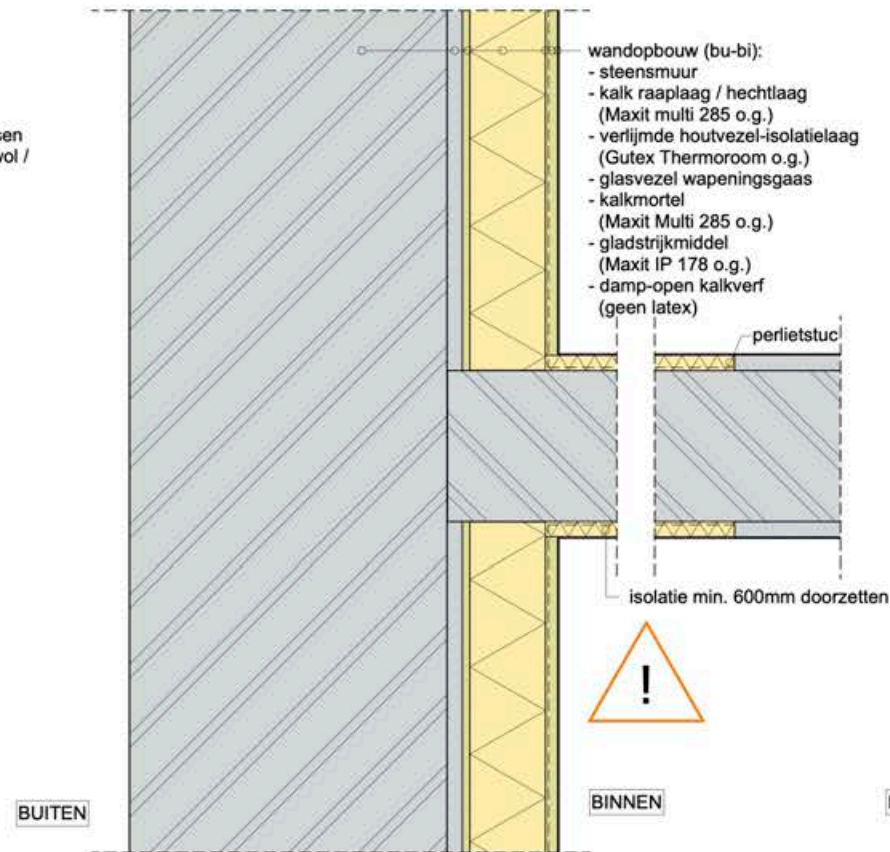
NIEUW
(horizontaal detail)



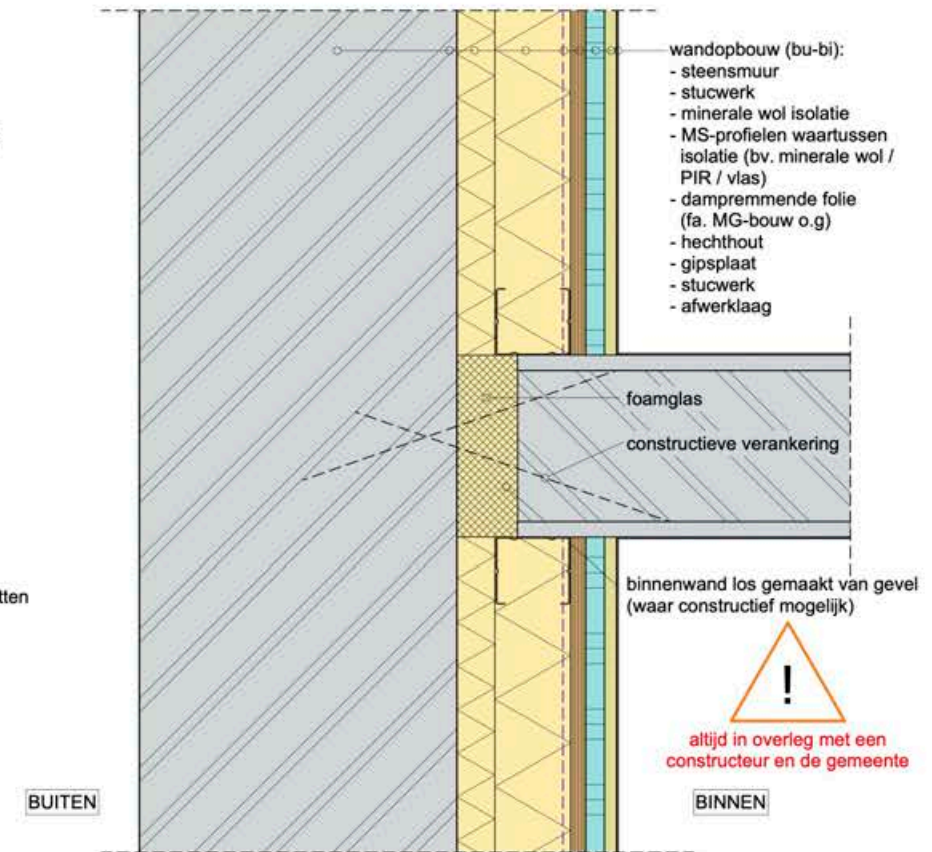
NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)

2.06 SPOUWMUURISOLATIE

INLEIDING

Spouwmuren komen vanaf 1920 vrij algemeen voor ter voorkoming van vochtdoorslag. Ze zijn dan nog ongeïsoleerd, want pas vanaf de oliecrises van 1973 en '79 kwam er meer aandacht voor de isolatie van woningen. Dit type buitengevel kan worden herkend aan de weergave op de bouwtekening, het metselverband en de dikte van de gevel (de oude 'steens' muur zonder spouw is ongeveer 21 cm dik; een spouwmuur is dikker). De voorwaarden voor het aanbrengen van isolatie, de materiaalkeuze en de aandachtspunten zijn de onderwerpen van dit detailblad. Voor het isoleren van de spouw is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Voordat de isolatie kan worden aangebracht, is het belangrijk na te gaan of de gevel geschikt is voor spouwmuurisolatie. Een goed bedrijf kijkt naar de conditie van de gevel en met een endoscoop ook in de spouw. De keuze van het toe te passen product wordt afgestemd op de breedte van de spouw en van de voegen. Over het algemeen zijn EPS-parels (piepschuim bolletjes met een grafietlaagje) toepasbaar vanaf een minimale spouwbreedte van 3 cm en glaswolvlokken vanaf een breedte van 4 à 5 cm. De diameter van het vulpistool verschilt ook. Gebruikelijke diameters zijn 14, 16 en 18 mm. Parels kunnen al worden ingeblazen met de kleinste diameter, glaswolvlokken afhankelijk van het merk met alle diameters of uitsluitend met de grootste. Bij 14 mm duurt het inblazen iets langer, maar de gaten die volgens een vastgesteld patroon op de kruising van de voegen geboord worden zijn kleiner. Hierdoor is de kans veel groter dat de bakstenen niet geraakt worden. Bij seriebouw, zoals een rijtjeshuis, worden er spouwborstels aangebracht om te voorkomen dat de spouwvulling ook naar de aangrenzende woning wordt geblazen. Na afloop van het inblazen van de spouwvulling worden de boorgaten dichtgemaakt met een voegspecie waarvan de samenstelling en kleur is afgestemd op het bestaande werk.

AANDACHTSPUNTEN

Spouwen in historische gebouwen zijn over het algemeen niet al te breed. Vaak kan met een geïsoleerde voorzetwand aan de binnenzijde een flink hoge e isolatiewaarde worden bereikt dan met spouwmuurisolatie. Het is eigenlijk beter om dat eerst te onderzoeken, ook omdat spouwmuurisolatie niet helemaal zonder risico is (zie hieronder).

Voor het isoleren van de spouw moet deze 'schoon' zijn. Er mogen geen andere verbindingen tussen het binnen- en buitenblad zijn dan de spouwankers, zoals bouwpuin of de grote 'speciebaarden' (uitpuilende metselmortel) in het tweede detail van rechts. De gevel mag aan de buitenzijde niet dampremmend zijn afgewerkt, dus bijvoorbeeld zijn geschilderd, dampdicht gepleisterd of opgetrokken in een geglazuurde steen. En de conditie van de gevel moet goed zijn: met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als er al schade zichtbaar is, dan mag ervan uitgegaan worden dat die na de ingreep alleen maar toeneemt. Ook de staat van de spouwankers is een aandachtspunt. Zeker bij isolatiesoorten die opzwellen zoals purschuim komt het voor dat gevels kraken tijdens het vullen en bol komen te staan. Om te voorkomen dat het buitenblad bezwijkt als gevolg van de nieuwe isolatie, of door te weinig of door roest aangetaste ankers, kan het blad van buitenaf vooraf extra vastgezet worden met rvs-spouwankers. Constructief heeft het de voorkeur deze rvs-ankers middenin de baksteen vast te zetten, maar dat is bij monumenten vaak geen optie omdat de afgevoegde gaten afsteken bij de stenen. In de voeg kan meestal wel, maar die heeft niet altijd voldoende sterkte om de ankers in vast te kunnen zetten. Vaak wordt een spouwmuurisolatie aangeboden in combinatie met hydrofoberen: het waterdicht maken van de gevel. Bij monumenten wordt dat meestal niet toegestaan, omdat een foutieve toepassing van hydrofobeermiddelen grote schade aan het gevelwerk kan toebrengen. De behandeling is niet omkeerbaar en moet bovendien ook periodiek worden herhaald. Een gevel die in een technisch goede staat is, heeft geen hydrofobe laag nodig.

Samenvattend is spouwmuurisolatie bij monumenten dus alleen mogelijk bij een dampopen, technisch gezonde gevel met voldoende ruimte voor de isolatie. Dat zouden eigenlijk ook voorwaarden bij onbeschermden woonhuizen moeten zijn. Voor verdere aandachtspunten wordt verwezen naar detailblad 1.06. Raadpleeg beide detailbladen alvorens een keuze te maken voor het wel of niet isoleren van de spouw.

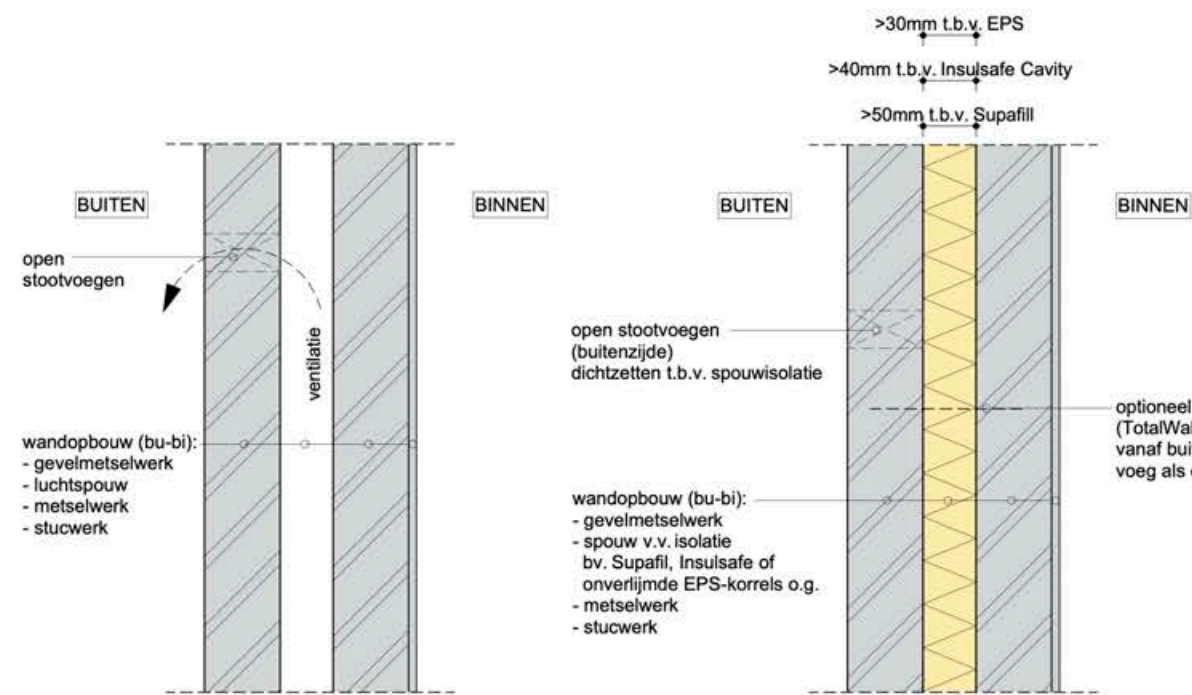
In het rechterdetail is de toepassing van purschuim als spouwmuurisolatie getekend. Dit is werk voor professionals. Als er te veel purschuim wordt aangebracht of onder een te hoge druk, dan kan dat leiden tot schade aan gevels en het opdrukken van raamkozijnen. Bij het aanbrengen worden de componenten di-isocynaat en polyol ter plekke in een exacte verhouding gemengd, waarbij ook de verwerkingstemperatuur goed in de gaten moet worden gehouden. Tijdens de chemische reactie ontstaat polyurethaan, waaraan een blaasmiddel wordt toegevoegd zodat het in de spouwmuur kan worden aangebracht en er in de isolatielaag gasbelletjes ontstaan. Bij de reactie worden er naast een hard schuim ook gassen gevormd die schadelijk zijn voor de gezondheid. Als de componenten bij het aanbrengen niet goed gemengd zijn, dan blijft het schuim zacht en blijven deze gassen vrijkomen. Omdat purschuim zich aan de spouwmuur hecht is het vrijwel niet te verwijderen als er zich onverwachte problemen

voordoen. Daarom wordt purschuim als spouwmuurisolatie in monumenten normaal gesproken niet toegestaan.

Als de spouw geïsoleerd wordt, is het noodzakelijk eerst na te gaan of er geen vleermuizen zitten. Deze dieren zijn wettelijk beschermd, en daarom is bij spouwmuurisolatie eigenlijk ecologisch onderzoek vereist. Dat is een vrij langdurig proces en daarom kiest niet iedereen hiervoor. Als er geen onderzoek is gedaan, dan mag uitsluitend natuurvriendelijk worden nageïsoleerd. Dat betekent dat de spouw alleen kan worden gevuld in de maanden augustus t/m oktober, nadat de vleermuizen eerst een week de gelegenheid hebben gekregen om uit te vliegen. Dat gebeurt door kieren te dichten en flapjes voor uitvliegopeningen aan te brengen die vleermuizen wel naar buiten laten, maar niet naar binnen. Het aanbrengen van vleermuiswerende voorzieningen is werk voor deskundigen; in principe is een gaatje van 7 mm al voldoende voor een vleermuis om naar binnen te kunnen. Buiten de genoemde periode zijn vleermuizen extra kwetsbaar wegens de aanwezigheid van jongen, of ze zijn in winterslaap. De kans is dan groter dat er meerdere dieren worden getroffen doordat ze levend worden opgesloten in de isolatielaag. Overleg op tijd met de gemeente/gemeentelijke eco­loog over de te volgen procedure. Omdat door het isoleren van de spouw een deel van het leefgebied van de vleermuis verdwijnt, kan het zijn dat er compenserende maatregelen gevraagd worden zoals het plaatsen van vleermuis­kasten of het niet-isoleren van een beperkt deel van de spouwmuur.

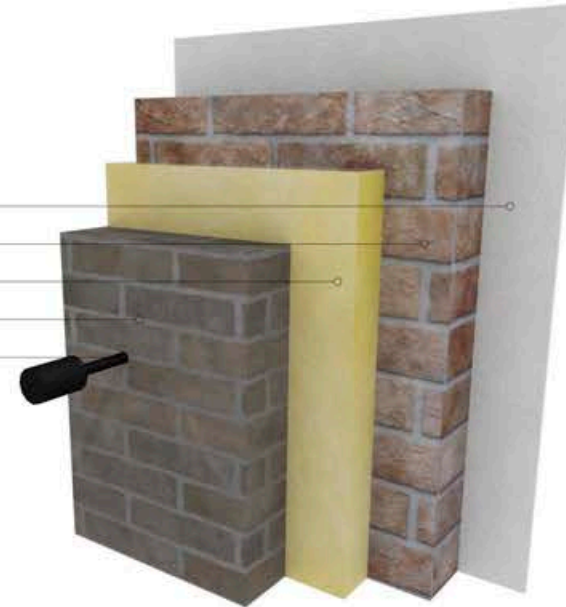
THEORIE

Een spouw wordt doorgaans zwak geventileerd waardoor het gevelmetselwerk ook aan de spouwzijde kan drogen. Uit onderzoek blijkt echter dat spouwen maar heel beperkt bijdragen aan de droging van de gevel. Daarom is het vaak toch verantwoord de spouw te vullen. Dat kan echter niet als de gevel aan de buitenzijde niet kan drogen door een dampdichte glazuur-, pleister- of verflaag. Bij vervuiling van de spouw kunnen vanwege isole en binnen vochtproblemen ontstaan, doordat de vervuiling fungeert als brug voor het vocht, de brug in een gevulde spouw niet meer kan drogen en deze bovendien zorgt voor een koude plek aan de binnenzijde waarop woonvocht kan condenseren. Daarom is het zo belangrijk dat de spouw schoon is. Door spouwmuurisolatie neemt ook de kans op vorstschade toe, omdat de temperatuur van de buitengevel in de winter zal dalen als gevolg van het isoleren. Al roestende ankers blijven door isolatie in de spouw langer nat waardoor ze sneller hun constructieve functie zullen verliezen. En verouderde isolatiematerialen kunnen vocht gaan opnemen – waardoor de isolatiewaarde sterk terugloopt – of ze kunnen inzakken of verpulveren waardoor ongeïsoleerde plekken in de gevel ontstaan. Dit zijn allemaal redenen waarom er bij monumenten meestal naar wordt gestreefd een spouwmuurvulling zo aan te brengen dat hij er eventueel ook weer uit kan.

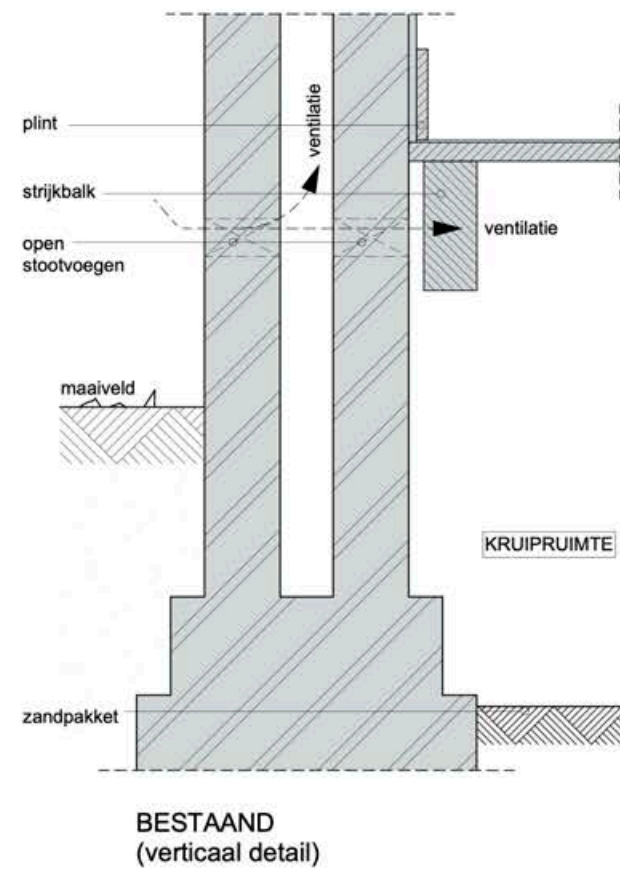


stucwerk
metselwerk
spouwisolatie
gevelmetselwerk
boor op "kruising" voegen
14mm boor t.b.v. onverlijmde EPS korrels o.g.
14mm boor t.b.v. Insulsafe Cavity o.g.
18mm boor t.b.v. Supafil o.g.

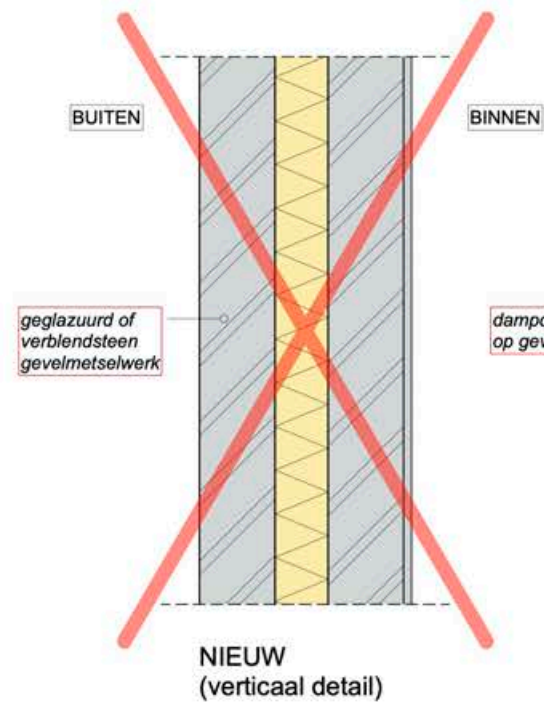
optioneel RVS-spouwankers toepassen
(TotalWall Dryfix o.g.)
vanaf buitenzijde boren (bij voorkeur in de
voeg als deze hard genoeg is)



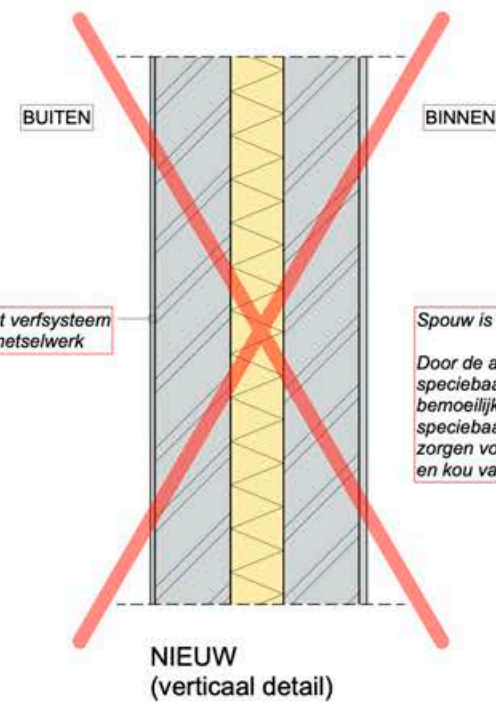
NIEUW
(verticaal detail)



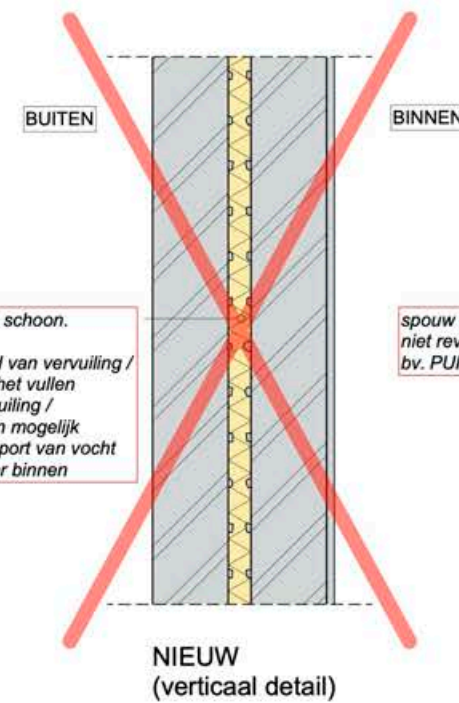
BESTAAND
(verticaal detail)



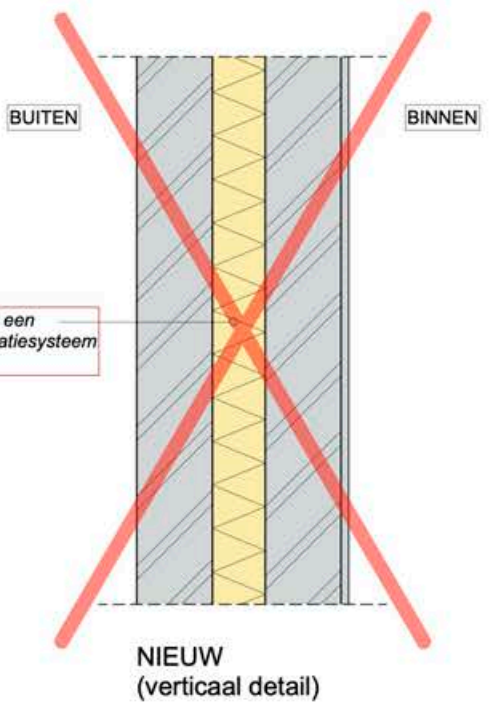
NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)

2.07 VOORZETWANDEN MET EEN GEVENTILEERDE SPOUW

INLEIDING

In de meeste details van geïsoleerde constructies in dit boek zijn luchtsponwen niet als optie opgenomen. Ze vergroten de kans op contact tussen koude en warme lucht en daarmee op condens, verlagen de isolatiewaarde bij een foutieve toepassing aanzienlijk en nemen ruimte in die anders benut zou kunnen worden voor isolatie. Soms zijn er echter redenen om een spouw bij het na-isoleren van een gevel toch te overwegen, maar dan wel eentje die wordt geventileerd met buitenlucht. Dat is het onderwerp van dit detailblad.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad is aan de bovenzijde de zijgevel en kapvoet van een rietgedekte boerderij (a) getekend en onderaan het platte dak en de halfsteens gevel van een aanbouw (b). Bij beide zijn in de nieuwe situatie het dak, de gevel en de begane grondvloer geïsoleerd. Hier ligt de focus op de uitvoering van het isoleren van de gevel.

- De boerderij heeft een 'steens' buitengevel – dat wil zeggen dat de gevel de dikte heeft van de lengte van een baksteen, zo'n 21cm. Een gangbaar metselverband voor zo'n gevel is kruisverband, wat betekent dat het metselwerk afwisselend strekken- en koppenlagen heeft. Vlak boven het maaiveld en onder de kapvoet worden plaatselijk koppen in de koppenlagen uitgeboord om rvs-ventilatiroosters in de buitengevel te kunnen plaatsen. Met de roosters wordt de luchtsponw tussen de gevel en de nieuwe voorzetwand geventileerd.

Na het isoleren van de kap en het maken van de geïsoleerde begane grondvloer, maar voor het aanbrengen van de zandcementdekvloer (eventueel met vloerverwarming), worden tussen de hildebalken geïsoleerde houtskeletbouw-elementen geplaatst. Ter plaatse van de hildebalken worden deze houtskeletbouw-elementen gekoppeld met in het werk uitgetimmerde stroken geïsoleerde voorzetwand. Aan de warme zijde van de isolatie is in de constructie een dampremmende folie toegepast. De aansluitingen van de banen dampremmende folie onderling en op de omringende bouwdelen worden met daarvoor geschikte lijmen, kitten en tapes zo goed mogelijk damp- maar vooral luchtdicht afgewerkt (zie daarvoor ook de hoofdstukken 3 en 5).

- Deze relatief simpele aanbouw heeft een bitumen plat dak en een halfsteens gevel met een dikte van zo'n 10cm. De gevel is gemetseld in halfsteens verband, wat betekent dat de verticale 'stootvoegen' tussen de bakstenen steeds een halve strek (de lengte van een steen) verspringen. Vlak boven het maaiveld en onder het houten boeideel van het platte dak worden plaatselijk stootvoegen uitgeboord om de luchtsponw tussen de gevel en de nieuwe voorzetwand te kunnen ventileren. Daarna wordt op de nieuwe, geïsoleerde betonvloer en onder de dakbalken een geïsoleerd houtskeletbouw-element geplaatst met een dunne isolatieplaat die aan beide zijden is voorzien van een aluminium cachering. Tussen de dakbalken wordt de voorzetwand in het werk uitgetimmerd. Daarna wordt een dampremmende folie aan de warme zijde van de isolatie aangebracht om een aaneensluitend dampscherm te krijgen. De aansluitingen van de banen dampremmende folie onderling en op de omringende bouwdelen worden met daarvoor geschikte lijmen, kitten en tapes zo goed mogelijk damp- maar vooral luchtdicht afgewerkt (zie daarvoor ook de hoofdstukken 3 en 5).

Het platte dak wordt – om mogelijke condensatieproblemen te voorkomen – aan de buitenzijde geïsoleerd (zie voor meer informatie de detailbladen 5.01, 5.08 en 5.16).

ANDACHTSPUNTEN

Ventilatievoorzieningen in monumentale gevels zijn niet altijd acceptabel. Vooral de bij de boerderij getekende roosters kunnen ontsierend zijn. Als er roosters geplaatst mogen worden, zouden deze qua kleur zo goed mogelijk aangepast moeten zijn aan de baksteen van de gevel, zodat ze zo min mogelijk opvallen.

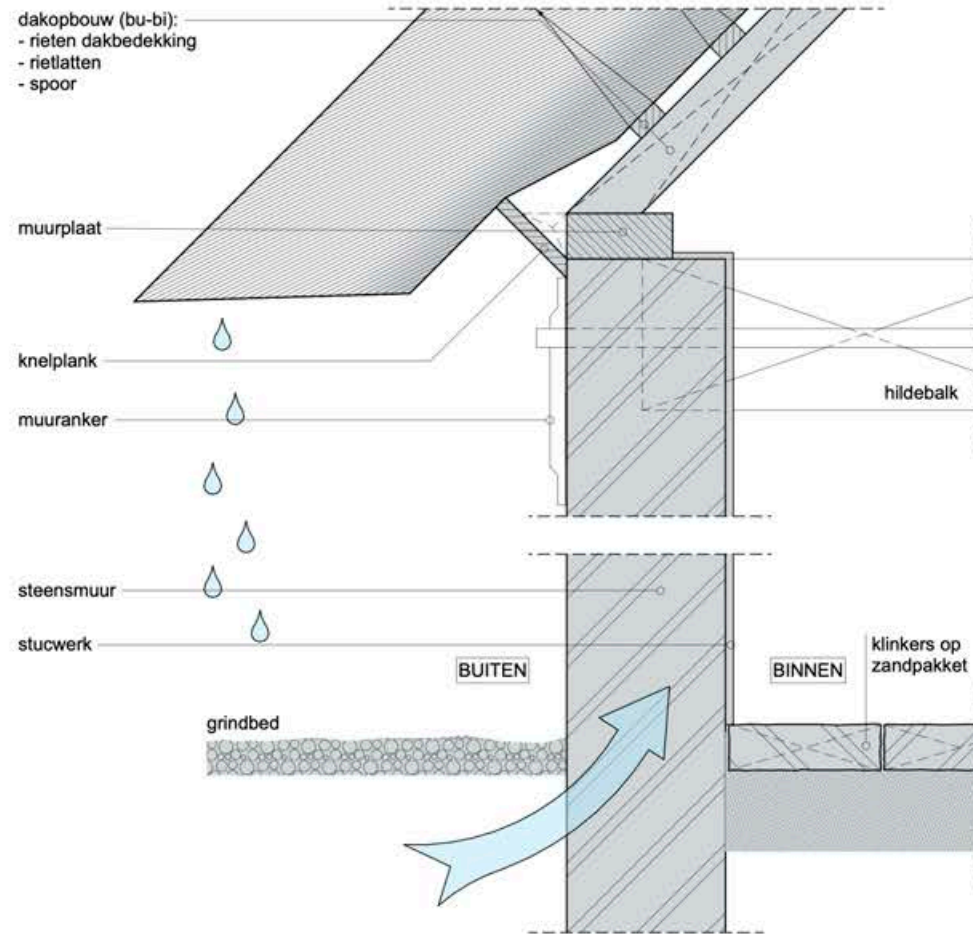
Om trek te krijgen in de spouw is het nodig boven- en onderaan de muur roosters toe te passen. Door temperatuurverschillen (warme lucht is lichter dan koude) komt er dan een luchtstroom op gang. Roosters en open stootvoegen zijn naast ventilatievoorzieningen ook gaten in de gevel, waardoor muizen toegang kunnen krijgen tot de spouw waar ze aan de isolatie knagen en dit materiaal ook graag gebruiken om in te nestelen. Gebruik daarom muisvrije roosters, ook in de nieuwe, open stootvoegen.

THEORIE

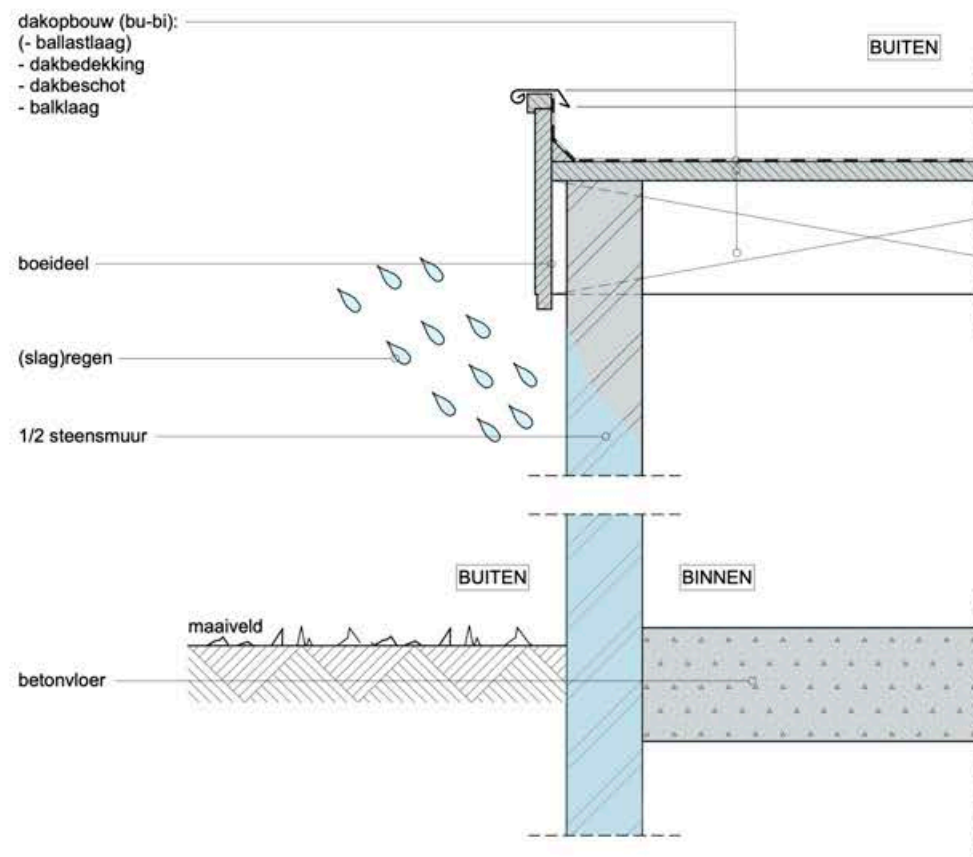
Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of poreuze bakstenen. Als een steens gevel daaraan voldoet, mag worden aangenomen dat deze redelijk waterdicht is en dan is een geventileerde luchtsponw meestal niet nodig.

In de hier getekende gevallen echter, zijn de gevels extra vochtbelast. Bij de boerderij krijgt met name de voet van de gevel veel vocht te verduren door afdrupend regenwater van het rieten dak dat geen goten heeft. Boerderijen hebben bovendien vaak, door jarenlange indringing van de urine van het vee in de muur en ondergrond, last van zouten in de gevel die water aantrekken. Bij het onderste voorbeeld kan een langere periode met (slag)regen leiden tot het doorslaan van de relatief dunne halfsteens gevel. Beide gevels zullen door het isoleren bovendien niet meer van binnenuit opgewarmd worden en vocht kan hierdoor slechter verdampen. Een met buitenlucht geventileerde spouw, waardoor vocht via de spouw kan worden afgevoerd, valt dan te overwegen. Zo wordt ook voorkomen dat vocht van de gevel in de isolatie trekt, met houtrot en natte isolatie die nauwelijks meer isoleert tot gevolg.

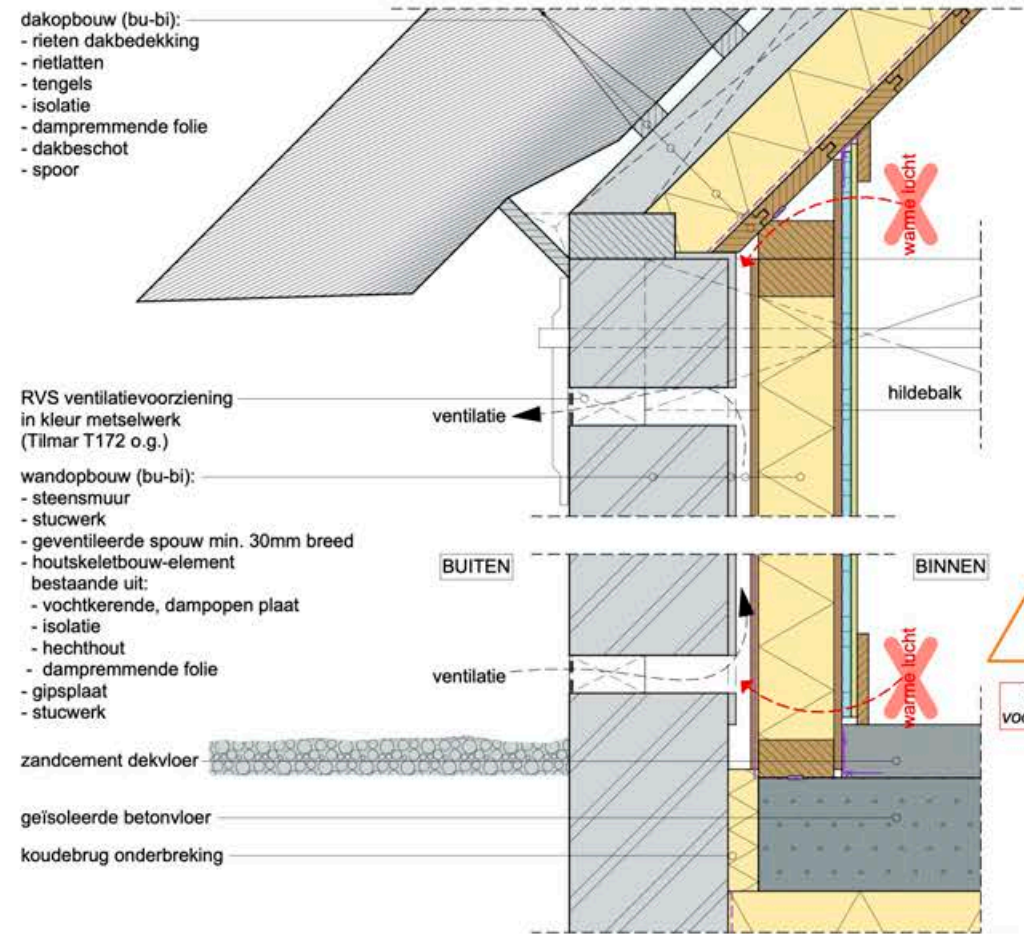
Wat voorkomen zou moeten worden, is dat de spouw tussen de geïsoleerde voorzetwand en de gevel (per ongeluk) geventileerd wordt met binnenlucht; zoals op detailblad 3.02 aan de linkerkant en op dit detailblad aangeduid met de rode pijlen met een kruis erdoor. Hierdoor droogt de constructie niet, maar neemt de kans op condens juist toe! Bovendien verlaagt het binnendringen en afkoelen van binnenlucht in de spouw de isolatiewaarde van de voorzetwand.



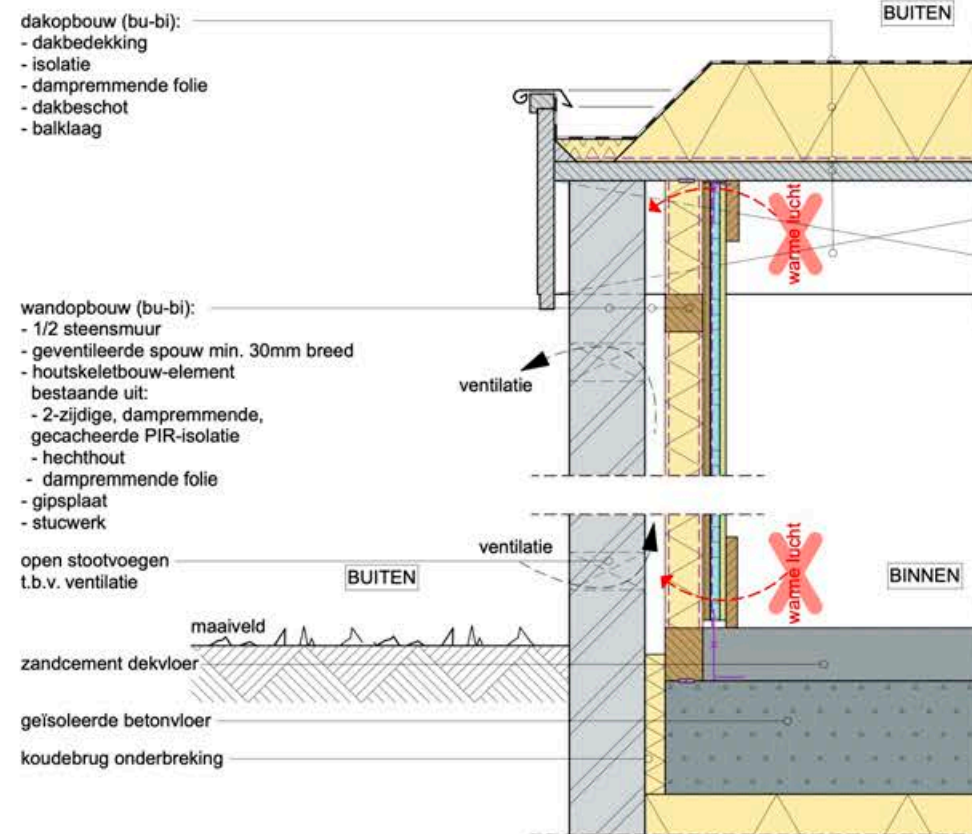
BESTAAND
(verticaal detail)



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



Door het zorgvuldig aanbrengen van een goede luchtdichting, voorkom je dat de binnenlucht achter de voorzetwand kan stromen.

Het maken van een geventileerde luchtsponw is vaak niet nodig en heeft dan ook niet de voorkeur; lees de begeleidende tekst.



Door het zorgvuldig aanbrengen van een goede luchtdichting, voorkom je dat de binnenlucht achter de voorzetwand kan stromen.

Het maken van een geventileerde luchtsponw is vaak niet nodig en heeft dan ook niet de voorkeur; lees de begeleidende tekst.

3 VERDIEPINGS- EN ZOLDERVLOEREN

BLADNR.	BETREFT	DATUM
3.01	VERDIEPINGSVLOER - VOORZETWANDEN -ALGEMEEN BALKOPLEGGING	20.06.2024
3.02	VERDIEPINGSVLOER - VOORZETWANDEN - ALGEMEEN PLAFOND- EN VLOERAANSLUITING	20.06.2024
3.03	VERDIEPINGSVLOER - VOORZETWAND - AANSLUITING OP KOOFLIJST	20.06.2024
3.04	VERDIEPINGSVLOER - VOORZETWAND MET HOUTVEZELPLAAT - DAMPOPEN + CAPILLAIR ACTIEF	20.06.2024
3.05	VERDIEPINGSVLOER - VOORZETWAND MET CALCIUMSILICAATPLAAT - DAMPOPEN + CAPILLAIR ACTIEF	20.06.2024
3.06	VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND METALSTUD – DAMPREMMEND	20.06.2024
3.07	VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND KANT-EN-KLAAR SYSTEEM – DAMPREMMEND	20.06.2024
3.08	ZOLDERVLOER – VLOERISOLATIE	20.06.2024

► **Afbeelding VIII** Zolderverdieping van een grachtenpand. Aan de spijkergaten in de waardevolle, brede vloerdelen is te zien waar de balken liggen. Langs de gevel met de twee ramen ligt dus een strijkbalk.

VERDIEPINGS- &
ZOLDERVLOEREN

3



3.01 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWANDEN – ALGEMEEN BALKOPLEGGING

INLEIDING

Een historische gevel kan zelden aan de buitenzijde worden geïsoleerd, omdat hij daardoor zijn karakter verliest en er lastige aansluitingen ontstaan bij bijvoorbeeld goten en vensters. Dat is de reden dat bij monumenten, beeldbepalende panden en historische panden in beschermde stads- en dorpsgezichten buitengevelisolatie door de gemeente normaal gesproken niet wordt toegestaan, een enkele uitzondering daargelaten. Maar ook eigenaren zelf zien hun sfeervolle, oude huis meestal liever niet verdwijnen achter pleisterwerk of steenstrips.

Toch is het vaak wel mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde. Bouwfysisch gezien is dat een oplossing die meer risico's met zich meebrengt. In dit detailblad wordt uitgelegd wat er na het plaatsen van een geïsoleerde voorzetwand gebeurt met het gedeelte van de vloerbalk dat in de muur ligt en hoe de kans op schade te beperken is. De vloer is een onderdeel van de constructie en die moet natuurlijk wel veilig blijven!

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de gevel geen spouw heeft en dat de verdiepingsvloer bestaat uit vloerdelen op houten balken die in de gevel liggen. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met stucwerk.

Van links naar rechts wordt een indicatie gegeven van het temperatuurverloop in de oplegging van een houten vloerbalk:

- in de bestaande situatie;
- na het plaatsen van een voorzetwand waarbij de isolatie doorloopt tot aan de vloerbalk;
- na het plaatsen van een voorzetwand waarbij de isolatie rondom de vloerbalk plaatselijk onderbroken is.

Uit de beelden van het temperatuurverloop blijkt dat het plaatselijk onderbreken van de isolatielaag leidt tot een temperatuur in de balkoplegging die meer de oorspronkelijke benadert, toen er nog niet geïsoleerd was.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen te laten inspecteren door bijvoorbeeld de Monumentenwacht, omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

Bij het plaatselijk onderbreken van de isolatie is het altijd nodig een dampremmende laag te gebruiken die ter plaatse van de onderbreking doorloopt en goed luchtdicht aansluit op de vloerbalk.

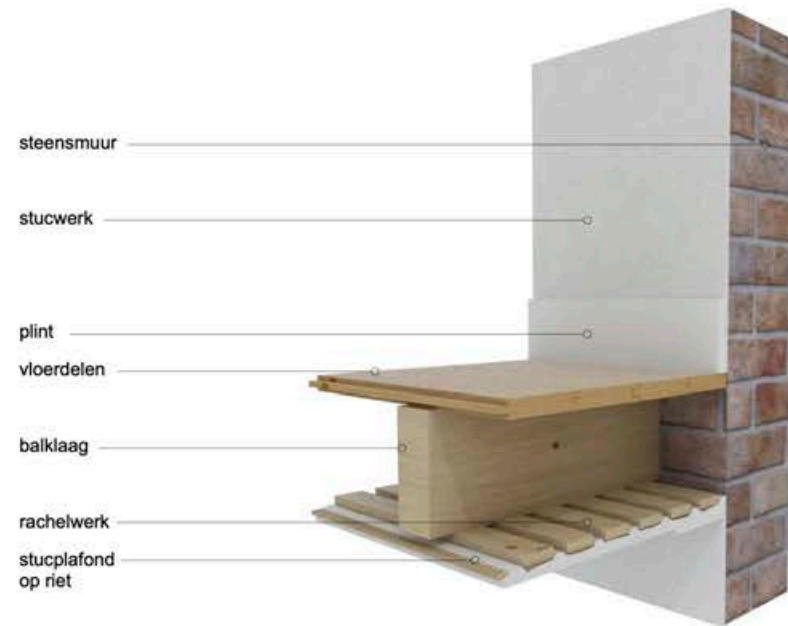
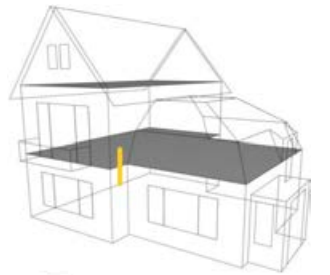
Een klein percentage van de monumenten heeft vertrekken waarbij de binnenzijde van de gevel een belangrijke historische afwerking kent, bijvoorbeeld een schildering. In dat geval zijn voorzetwanden meestal niet mogelijk.

THEORIE

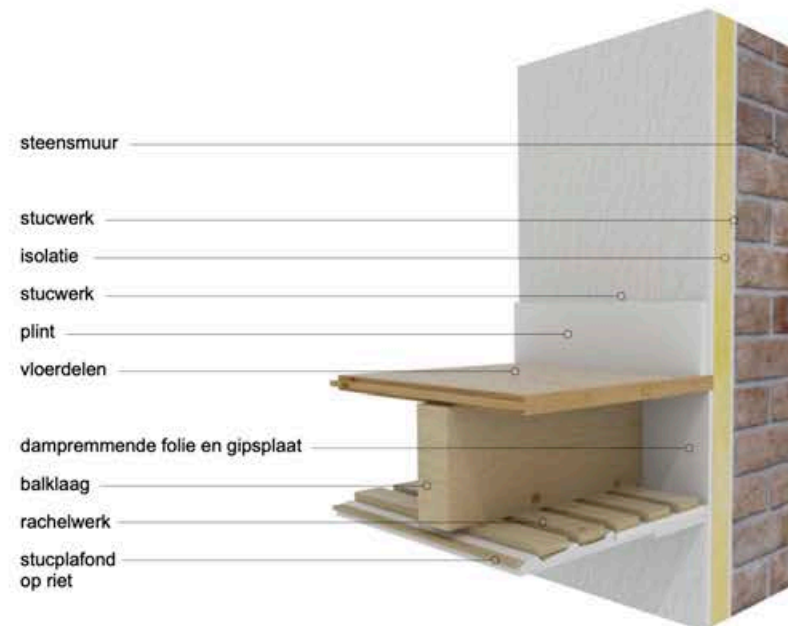
Hout is een organisch materiaal dat kan worden aangetast door schimmels. We noemen dat houtrot. Schimmels hebben vocht nodig om hout te kunnen afbreken. Bij een houtvochtgehalte van meer dan 20% gedurende langere tijd, een temperatuur boven de 4°C en direct contact met zuurstof kan houtrot ontstaan.

Bij het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden is er helaas zelden aandacht voor de eventuele gevolgen voor de balkopleggingen. Dit is wel wenselijk, omdat het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden onbedoeld zelfs constructieve gevolgen kan hebben. Het komt namelijk regelmatig voor dat de koppen van historische balken die in een buitenmuur zijn opgelegd in de bestaande situatie al dicht tegen de genoemde kritische grens van 20% aan zitten. Door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden neemt de kans toe dat deze grens wordt overschreden, met houtrot als gevolg. Dit komt doordat er bij de oplegging van de balken condensatie van woonvocht kan optreden, en ook doordat de buitengevel door het isoleren niet meer van binnen opgewarmd wordt waardoor hij (en de balkkoppen) langer nat blijven na bijvoorbeeld een regenbui.

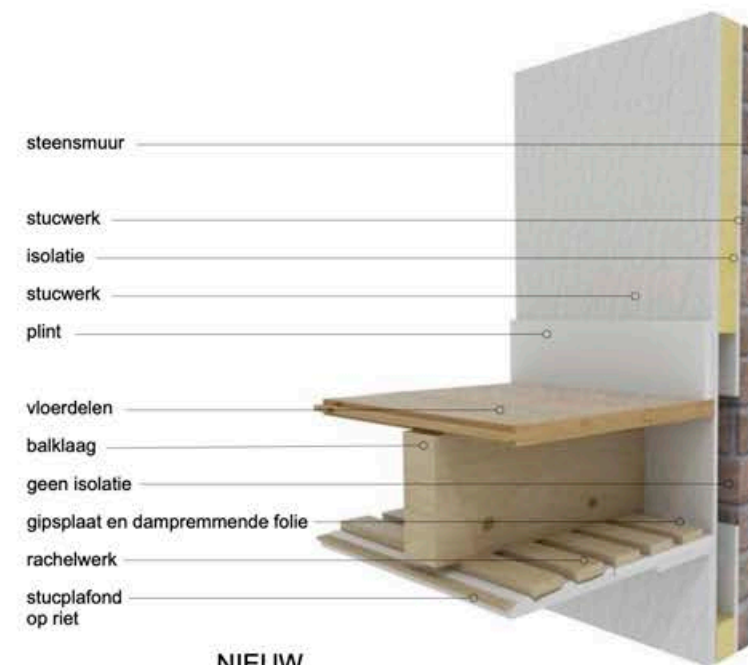
Oplossingen om het risico te verminderen zijn een dampopen, capillair actieve isolatie (zoals in bijv. detailblad 3.04) die enigszins in staat is om vocht her te verdelen over de isolatielaag, of door de isolatie rond de balkoplegging te onderbreken waardoor de gevel hier plaatselijk opwarmt en qua temperatuur en vochtigheid meer de oorspronkelijke situatie benadert (zoals in het detailblad 3.06). Bij die laatste oplossing is het wel belangrijk de dampremmende laag door te zetten zodat niet juist veel condens ontstaat op het koude stuk gevel rond de balk.



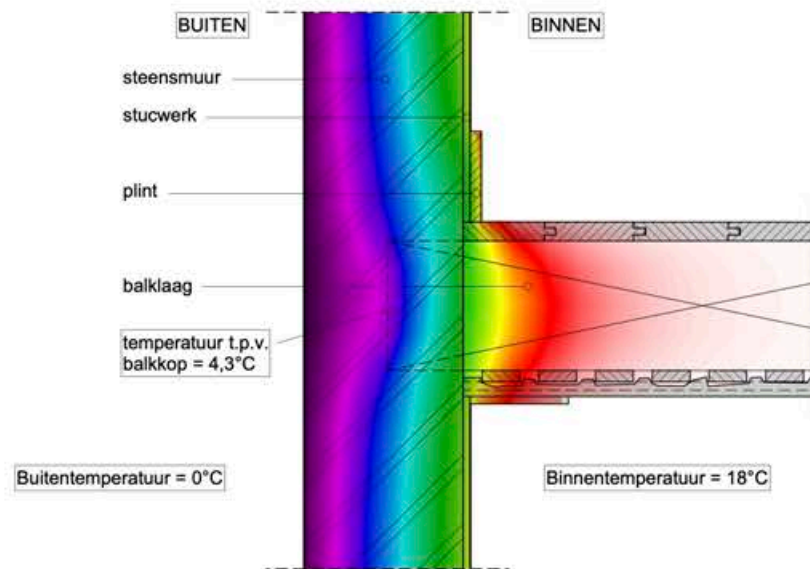
BESTAAND
(verticaal detail)
BALKLAAG - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING



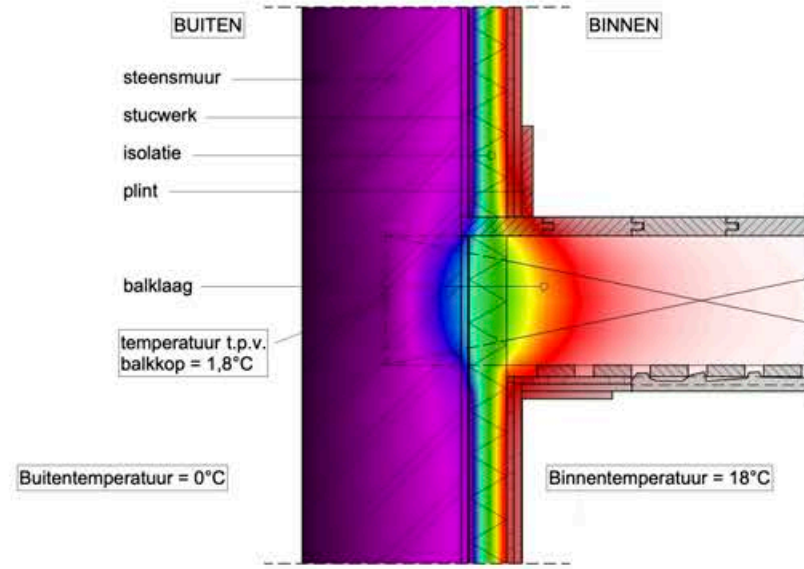
NIEUW
(verticaal detail)
BALKLAAG - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING
ISOLATIE RONDOM VLOERBALK



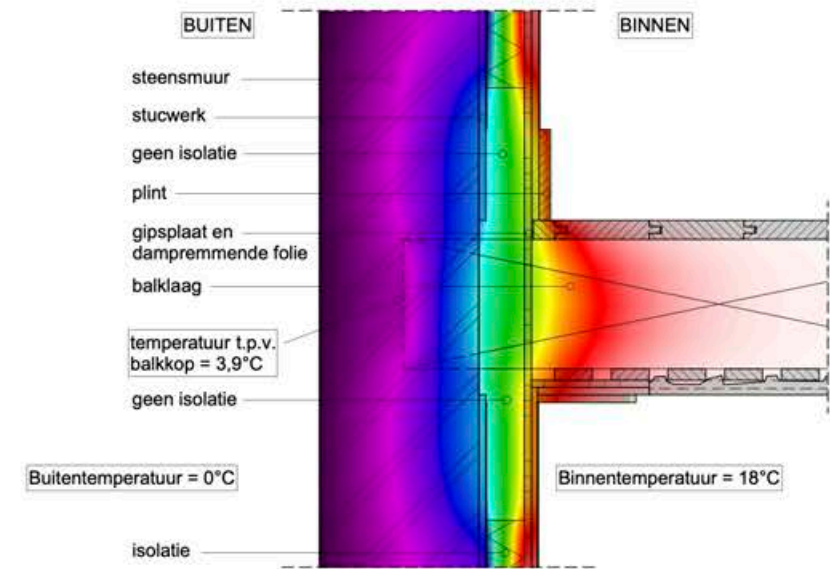
NIEUW
(verticaal detail)
BALKLAAG - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING
ISOLATIE VRIJ VAN VLOERBALK



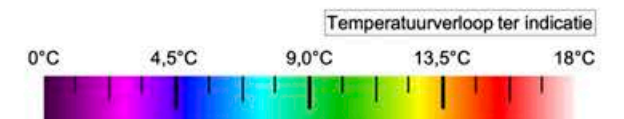
BESTAAND (THERMOGRAFISCH)
(verticaal detail)
BALKLAAG - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING



NIEUW (THERMOGRAFISCH)
(verticaal detail)
BALKLAAG - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING
ISOLATIE RONDOM VLOERBALK



NIEUW (THERMOGRAFISCH)
(verticaal detail)
BALKLAAG - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING
ISOLATIE VRIJ VAN VLOERBALK



3.02 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWANDEN – ALGEMEEN PLAFOND- EN VLOERAANSLUITING

INLEIDING

Een historische gevel kan zelden aan de buitenzijde worden geïsoleerd. Toch is het vaak wel mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde. Bouwfysisch gezien is dat een minder ideale oplossing en daarom is het belangrijk dat er voldoende aandacht is voor de risico's en dat de uitvoering goed is. In dit detail wordt uitgelegd wat er bij een traditionele geïsoleerde voorzetwand (zie blad 2.01) vaak fout gaat en wat een goede oplossing is. Bij monumenten zijn de gevolgen voor een eventueel waardevol interieur een belangrijk extra aandachtspunt en medebepalend voor de mogelijkheden.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een 'steens' gevel is van ongeveer 21 cm dik en dat de verdiepingvloer bestaat uit houten balken die in de gevel liggen met daarop vloerdelen. Aan de onderzijde is de vloer afgewerkt met een stuc-op-riet plafond met een eenvoudige, platte stucplint rondom.

Een mogelijke oplossing in deze situatie is een geïsoleerde voorzetwand te maken met MS-profielen. MS staat voor metalstud. Dit zijn metalen profielen waar mee een stijl- en regelwerk gevormd kan worden. In het detail links is het stijl- en regelwerk vrijgehouden van de gevel. Hierdoor vormen de metalen profielen geen koudebrug tussen binnen en buiten. Tussen de gevel en het stijl- en regelwerk is een flexibele isolatieplaat toegepast, bijvoorbeeld van minerale wol. Ook tussen de stijlen en regels komt zo'n isolatieplaat en het eventuele leidingwerk van de elektrische installatie wordt hier aangebracht. Aan de warme binnenzijde van de isolatie is een dampremmende folie aangebracht en bij de aansluitingen rondom (op de wanden en vloeren) is als luchtdichting een zwelband toegepast die op de profielen wordt geplakt. De wand krijgt zijn stevigheid door het hecht hout/ de underlaymentplaat die op het stijl- regelwerk wordt geschroefd; de gipsplaat en stuc laag daarop verbeteren de brandwerendheid.

Bij de aansluiting met de verdiepingvloer wordt ter plaatse van de balkopleggingen een strook plafond verwijderd om de wand door te kunnen laten lopen. Zo loopt de dampremmende laag ter plaatse van de balk laag ook door. Het plafond wordt daarna hersteld en er wordt een plint in de breedte als voorheen aangebracht, aansluitend op de nieuwe voorzetwand (zie hiervoor detailblad 3.06). Ter plaatse van de strijk balk wordt zoals hier getekend de plafondplint verbreed, omdat de wand niet kan worden doorgezet. Hierdoor heeft de plafondplint overal dezelfde, oorspronkelijke breedte.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen te inspecteren omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

Bij deze opbouw is aan de binnenzijde altijd de getekende dampremmende laag nodig. Sommige isolatieproducten zijn vanuit de fabriek al voorzien van een zo'n laag, die meestal metaalkleurig is en cachering wordt genoemd. Als deze cachering wordt toegepast als de dampremmende laag in de constructie, dan is het belangrijk dat deze in het hele vlak doorloopt en de cachering niet tegelijkertijd met de isolatieplaat bij iedere stijl in de voorzetwand stopt, zoals in detailblad 2.03, linksonder. De naden tussen de platen of dekens moeten worden afgeplakt met een geschikte tape. Ook wandcontactdozen kunnen het beste luchtdicht worden uitgevoerd omdat ze de damprem onderbreken.

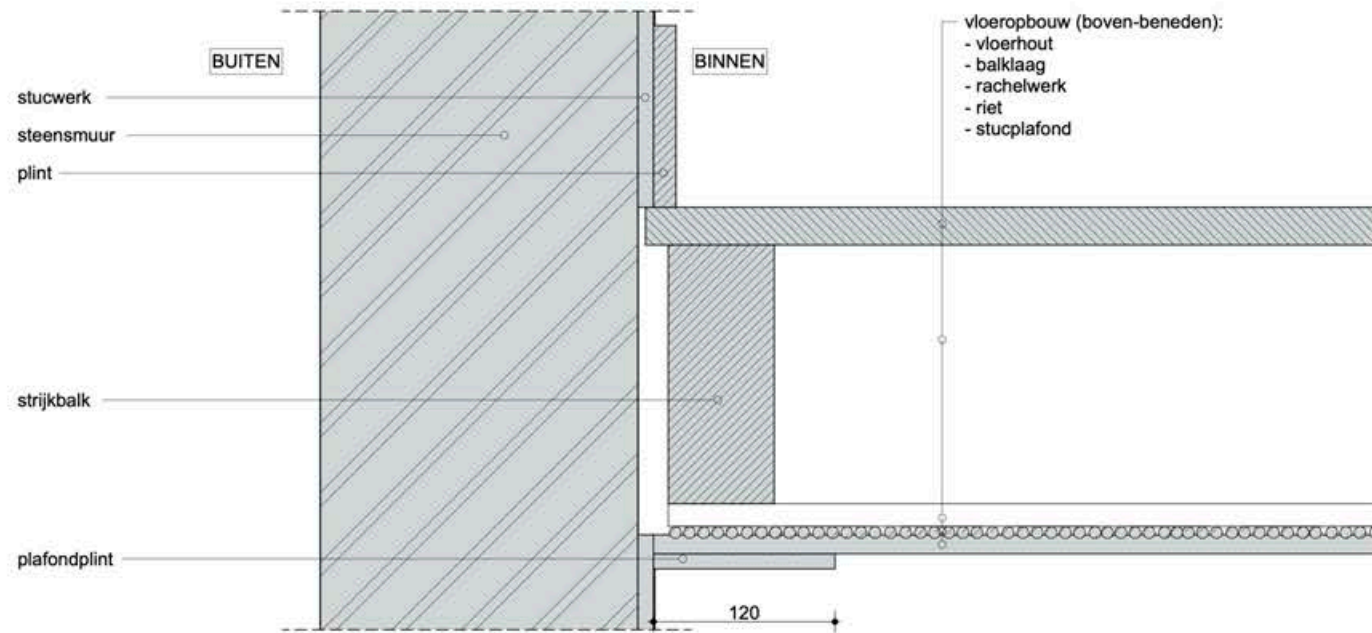
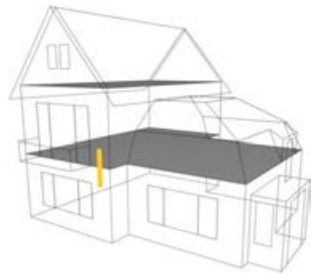
De isolatielaag tussen het stijl- en regelwerk en de gevel moet flexibel genoeg zijn om de oneffenheden van de historische gevel te kunnen volgen, zodat achter de voorzetwand geen doorlopende holle ruimte is waardoor lucht kan stromen.

Het rechterdetail met het kruis erdoor wordt vaak zo uitgevoerd om te voorkomen dat er vocht vanuit de gevel in de isolatie trekt. Er blijft dan een smalle luchtpouw open tussen de gevel en de voorzetwand, en de voorzetwand krijgt aan de kant van de gevel vaak ook nog een waterkerende, dampopen folie. Deze constructie is bouwfysisch minder wenselijk (zie hieronder), maar gaat ook voorbij aan het feit dat een historische gevel die later alsnog geïsoleerd wordt in goede staat moet zijn. Normaal gesproken is een steensmuur, waarvan het voegwerk goed is en de stenen niet poreus, redelijk waterdicht mits er geen sprake is van een hoge vochtbelasting zoals bijvoorbeeld bij een rieten dak zonder goten (zie hiervoor blad 2.07). Bij een gevel die al wel problemen heeft met vorstschade aan de stenen, falend voegwerk en vocht doorslag mag verwacht worden dat deze nog verder toenemen als gevolg van het na-isoleren. De eerste stap bij isoleren zou dan eerst gevelherstel moeten zijn.

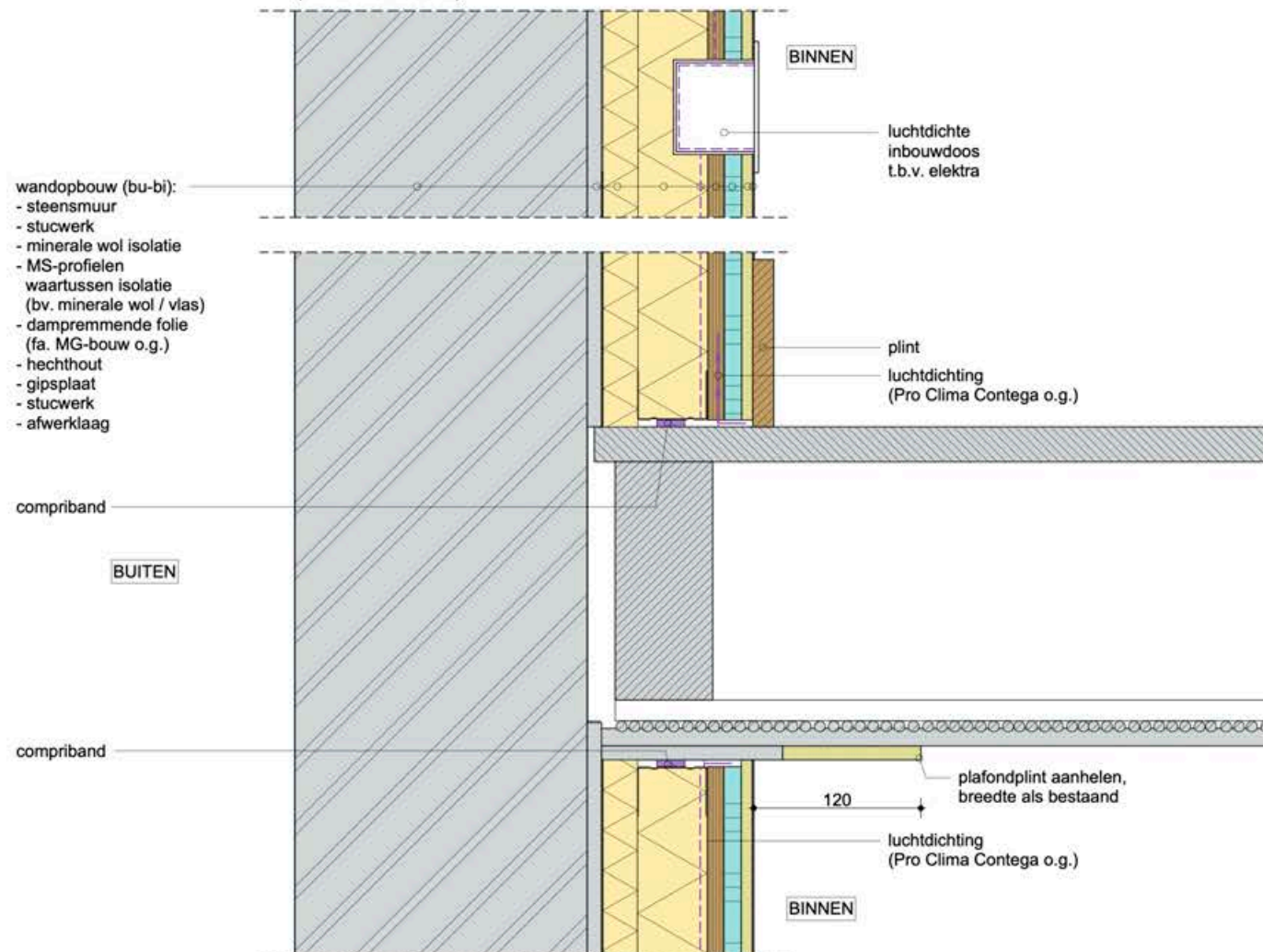
THEORIE

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot bij de balken, wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een zorgvuldige uitvoering van deze folie met goede aansluitingen is belangrijk om schade te voorkomen. En om ervoor te zorgen dat de isolatie doet wat hij behoort te doen: warmte tegenhouden. Immers, het kost veel meer energie om water op te warmen dan lucht, dus een vochtige isolatie presteert slecht.

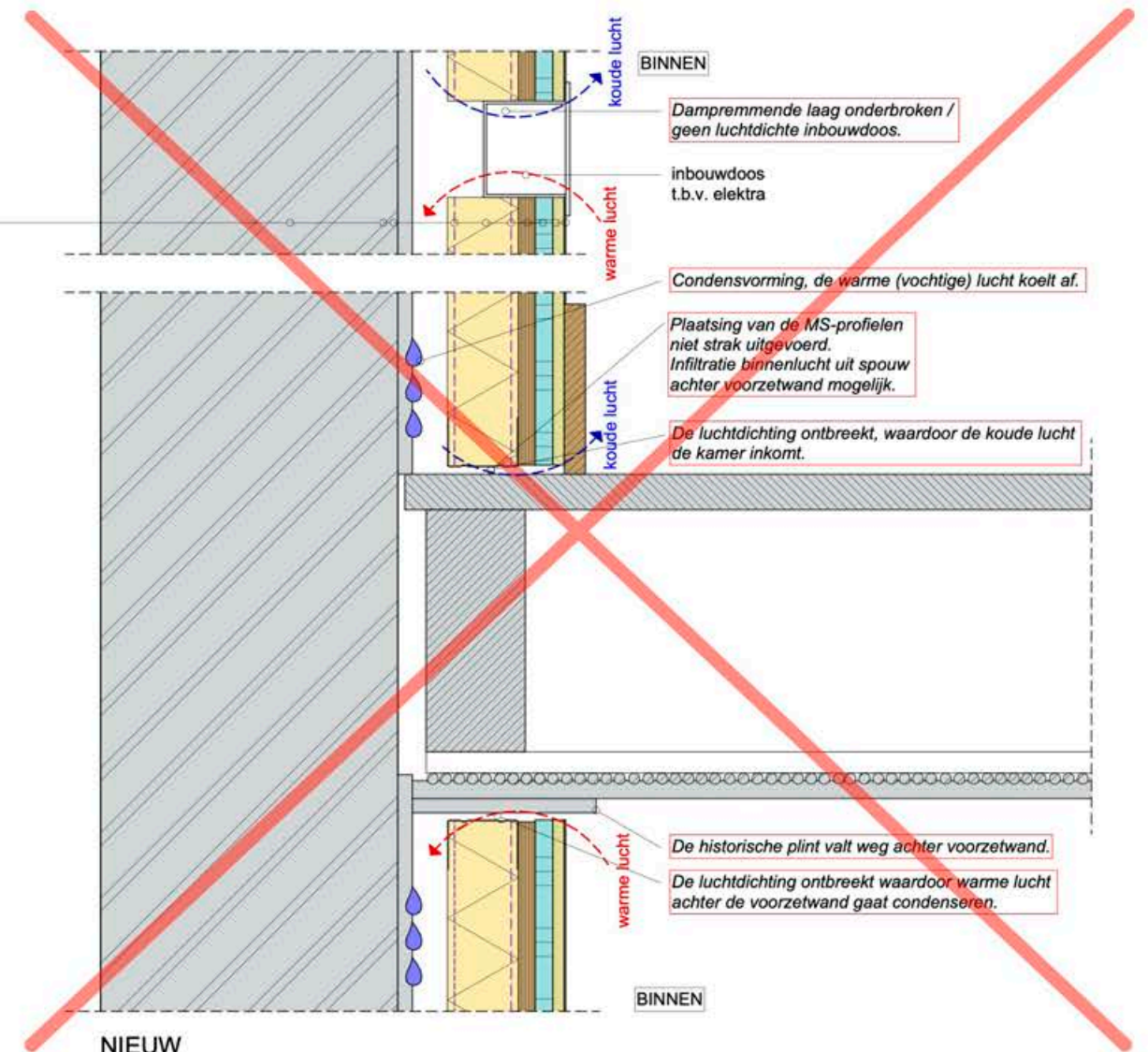
Geïsoleerde voorzetwanden met stijl- en regelwerk, bijvoorbeeld van MS-profielen, worden in de bouw veel toegepast. Helaas is de uitvoering vaak niet optimaal, zoals getekend in het rechterdetail. Door de voorzetwanden te laten stoppen bij de vloeren ontstaat ter plaatse van de balkoplegging een koud punt waar de waterdamp uit het binnenklimaat in de winter gemakkelijk kan condenseren op de koude gevel. Het is daarom meestal beter de voorzetwand te laten doorlopen, zelfs als dat alleen is om de dampremmende folie te kunnen laten aansluiten, zoals in detailblad 3.06. Door het los houden van de voorzetwand van de gevel en aansluitingen en wandcontactdozen die niet luchtdicht zijn, kan bovendien achter de voorzetwand warme binnenlucht komen. Die lucht zet condens af op de gevel doordat hij afkoelt. Door het afkoelen wordt de lucht bovendien zwaarder, waardoor hij naar beneden valt en er een luchtstroming achter de voorzetwand ontstaat. Hierdoor kan de isolatiewaarde van de voorzetwand in de praktijk sterk genvallen.



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)
VOORZETWAND - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING



NIEUW
(verticaal detail)
VOORZETWAND - VLOER- EN PLAFONDAANSLUITING

3.03 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND – AANSLUITING OP KOOFLIJST

INLEIDING

Het aanbrengen van isolatie aan de binnenzijde van een historische gevel is ingewikkeld als er sprake is van een waardevol interieur met een geornamenteerd stucplafond en fraaie betimmeringen. Zeker als het een beschermd interieur betreft waar niet zomaar alles kan en mag. Maar los van een eventuele bescherming zien ook eigenaren zelf mooie, historische details liever niet verdwijnen achter voorzetwanden. De tegenwoordig gangbare isolatiewaardes kunnen in het geval van een gaaf historisch interieur meestal niet gerealiseerd worden, maar vaak is er wel iets mogelijk.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een 'steens' gevel is van ongeveer 21 cm dik met als afwerking een wandbespanning aan de binnenzijde. De stoffen wandbespanning (of het plaatmateriaal met behang dat vaak al eens ter vervanging van de bespanning is aangebracht) is vastgezet op een betengeling. Dat wil zeggen: op houten latten die op hun beurt weer op klossen op de buitenmuur zitten. De verdiepingsvloer bestaat uit houten balken die in de gevel liggen, met daarop vloerdelen. Aan de onderzijde is de vloer afgewerkt met een stuc-op-riet plafond met ornamenten en rijk gedecoreerde kooflijsten bij de aansluiting op de wanden. Bij geornamenteerde stucplafonds en een wandbespanning is er regelmatig ook sprake van een houten lambriserings, zoals linksonder.

De mogelijke isolatiewaarde wordt hier beïnvloed door de kooflijsten die de dikte van de voorzetwand beperken, en eventueel door de historische lambriserings. Er zijn er drie oplossingsrichtingen denkbaar:

- het benutten van de ruimte achter de wandbespanning om isolatie aan te brengen;
- het verschuiven van de kooflijst om een voorzetwand te maken, wat effectief neerkomt op het slopen en kopiëren van de lijst;
- het maken van een sprong in de voorzetwand onder de kooflijst.

Bij a.

Tussen de houten latten van de betengeling wordt een dampopener, capillair actieve isolatie aangebracht (zie voor een introductie op de werking van zo'n systeem detailblad 2.01), zoals bijvoorbeeld een perlietstuc. Om ervoor te zorgen dat de stuc laag niet verbrandt, en te voorkomen dat er in een heel monumentale omgeving veel water moet worden gebruikt, is er eerst een primer op de muur aangebracht. Aan de binnenzijde komt na het aanbrengen van de perlietstuc weer een bespanning of behang.

Bij b.

De kooflijst wordt verwijderd om de voorzetwand een bepaalde dikte te kunnen geven en daarna gereconstrueerd. Ook de betengeling wordt verwijderd. De nieuwe voorzetwand wordt bijvoorbeeld opgebouwd zoals in detail 3.06.

Bij c.

De voorzetwand wordt onder de kooflijst gestopt. Om de wand zo dun mogelijk te houden en daarmee de sprong zo klein mogelijk, is in de wand een isolatiemateriaal met een hoge isolatiewaarde toegepast, zoals een PIR-isolatieplaat, en wordt de betengeling verwijderd. Een dunne laag minerale wol garandeert een goede aansluiting van de isolatie op de gevel, zodat er geen lucht achter de isolatie kan stromen.

Wat de meeste eigenaren niet zullen willen, is dat een deel van de lijst achter de wand verdwijnt (zoals in het detail met het rode kruis erdoor) en bij monumenten wordt dit normaal gesproken ook niet toegestaan.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen aan een inspectie te onderwerpen omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

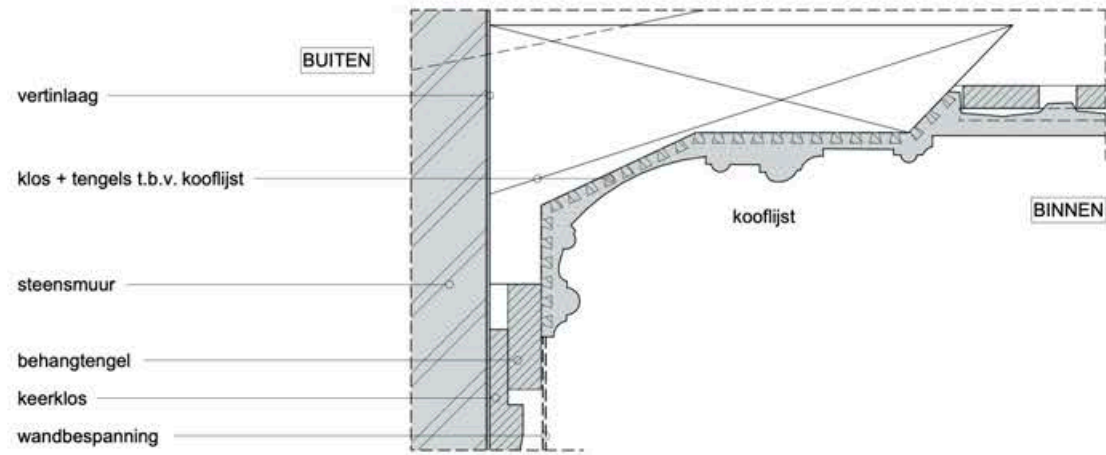
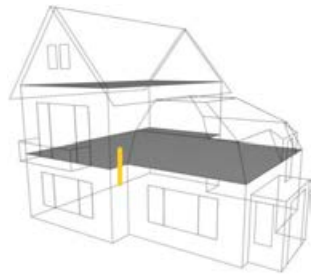
Bij alle getoonde oplossingen, met uitzondering van oplossing b, kan de gevel achter de kooflijst en een eventuele lambriserings niet geïsoleerd worden. Een dampremmende folie kan hier ook niet worden doorgezet. Vanwege het risico op ongezonde situaties (schimmel) en/of schade (houtrot) is het belangrijk in zo'n geval de gekozen oplossing bouwfysisch te laten doorrekenen, en daarbij ook te kijken of er aanvullend klimaatbeheersingsmaatregelen nodig zijn.

Het vervangen van de historische kooflijst en het maken van een sprong (oplossing b en c) zullen bij monumenten vaak niet toelaatbaar zijn (en bij de eventuele aanwezigheid van een historische lambriserings niet voor de hand liggend).

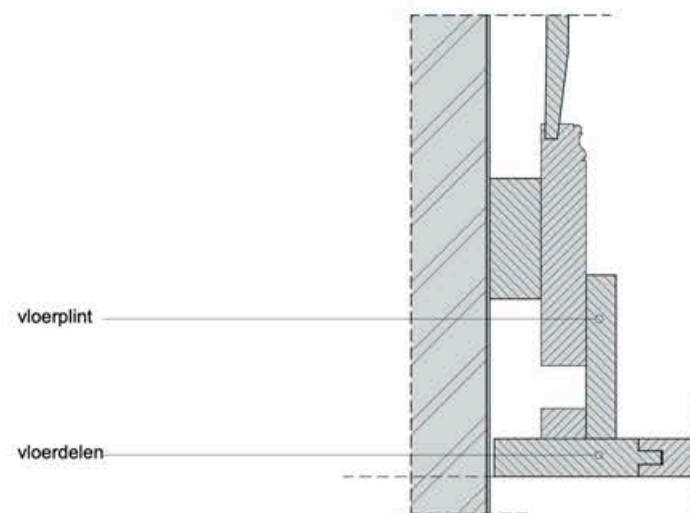
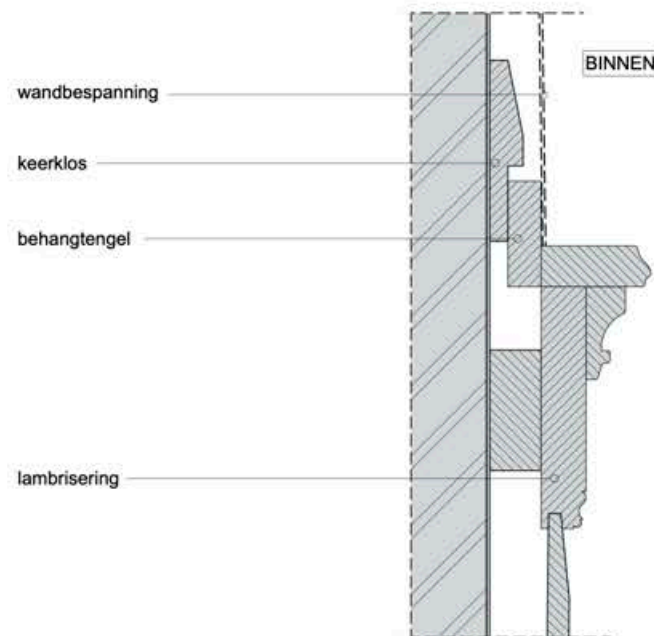
THEORIE

De oplossingen a & c zullen leiden tot temperatuurverschillen tussen de ongeïsoleerde en geïsoleerde delen van de gevel. Ter plaatse van de koude delen is geen damprem aanwezig, waardoor vocht uit het binnenklimaat gemakkelijk bij de gevel kan komen en daar kan condenseren. Naarmate de isolatiewaarde toeneemt, zullen ook de temperatuurverschillen en de risico's toenemen.

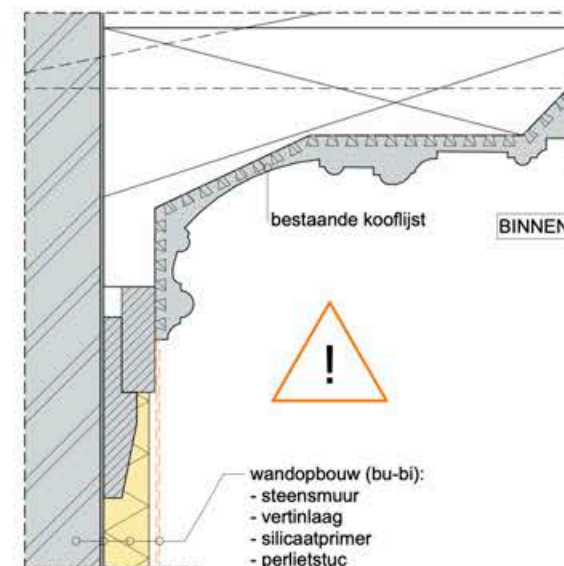
Met een dunne isolatielaag kan echter ook al een mooie besparing worden bereikt. De eerste paar centimeters isolatie verlagen de energiestroom door de gevel namelijk verreweg het meest. Ter illustratie: het aanbrengen van 2 centimeter houtvezelisolatie op een ongeïsoleerde muur levert al 35% minder energieverlies op, terwijl de sprong van 10 naar 12 centimeter houtvezelisolatie een extra besparing oplevert van 1% (65% in plaats van 64%). Het effect van extra isoleren neemt dus sterk af naarmate de dikte van de isolatielaag groter is.



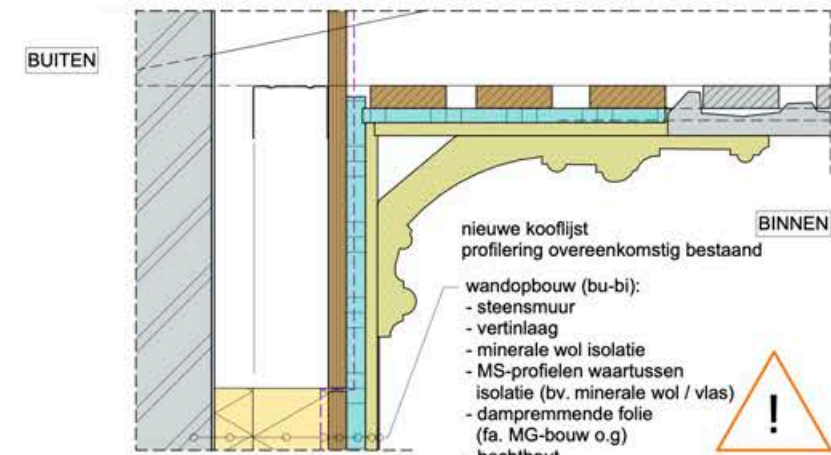
BESTAAND
(verticaal detail)



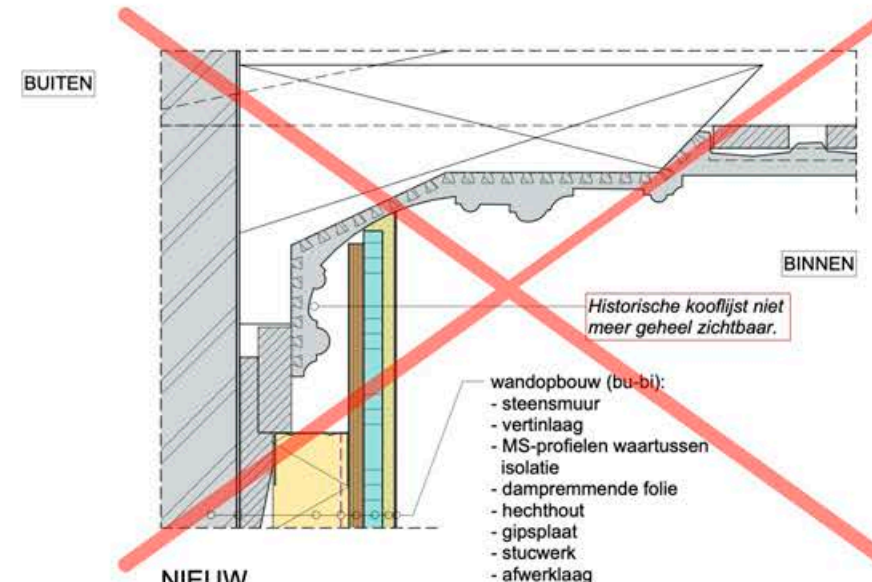
BESTAAND
(verticaal detail)
LAMBRISERING



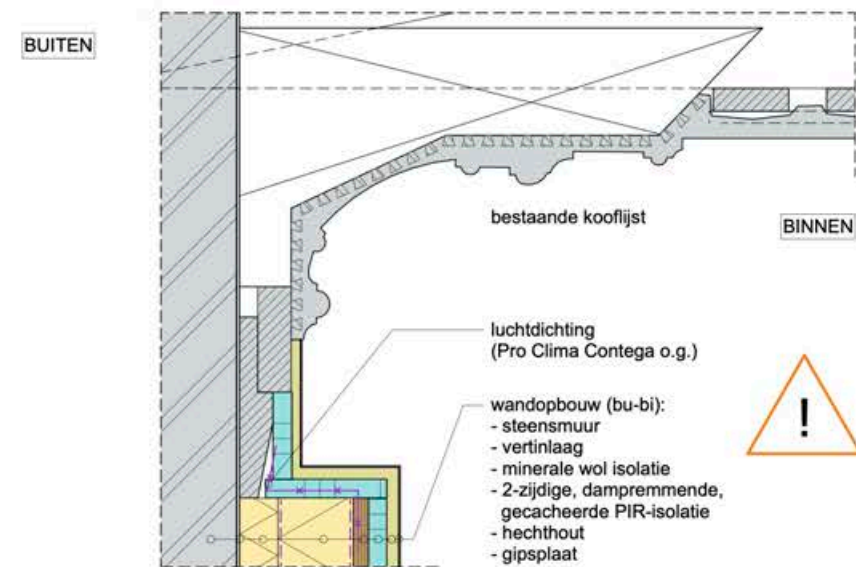
NIEUW
(verticaal detail)
AANSLUITING OP BESTAANDE KOOFLIJST



NIEUW
(verticaal detail)
AANSLUITING OP NIEUWE KOOFLIJST



NIEUW
(verticaal detail)
AANSLUITING OP BESTAANDE KOOFLIJST



NIEUW
(verticaal detail)
AANSLUITING OP BESTAANDE KOOFLIJST

3.04 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND MET HOUTVEZELPLAAT – DAMPOPEN + CAPILLAIR ACTIEF

INLEIDING

Het aan de binnenzijde isoleren van een historisch gebouw leidt tot minder warmteverlies, maar ook tot een andere vochthuishouding in huis. Als daar geen rekening mee wordt gehouden, dan kan dat leiden tot ongezonde situaties of schade aan het pand. De gedachte achter zogenaamde 'capillair actieve' isolatiematerialen is dat ze het risico op schimmel, vorstschade aan de bakstenen of rotte balkkoppen zouden kunnen verminderen. Een voorzetwand met dit type isolatie vraagt wel om een andere aanpak dan een meer traditionele voorzetwand met een vorm van dampremming. In dit detail is de aansluiting van een voorzetwand met houtvezel-isolatieplaten op een verdiepingsvloer getekend.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Bestaande afwerklagen van gips, behang of latex aan de binnenzijde van de gevel en loszittende delen moeten worden verwijderd zodat een dampopen en goede aansluiting gerealiseerd kan worden tussen de houtvezel-isolatieplaten en de buitengevel. Zo nodig kan de gevel worden geëgaliseerd met een kalkmortel als de ondergrond niet vlak genoeg is. Bij de aansluiting met de verdiepingsvloer wordt een strook plafond verwijderd om de isolatie door te kunnen laten lopen. Eventueel kan om diezelfde reden ook een strook vloerhout worden verwijderd.

Om te voorkomen dat koude buitenlucht en warme binnenlucht elkaar kunnen ontmoeten met condensatie als gevolg, is eerst een verspuitbare luchtdichting aangebracht. Rondom de isolatiewand en bij doorbrekingen (zoals bij de balkopleggingen) is het daarna nodig een voegdichtingsband aan te brengen. De isolatieplaten worden vervolgens in halfsteens verband aangebracht op de ondergrond met bijvoorbeeld een Gutex minerale hechtpleister of Hessler HP14 kalkhechtmortel zoals hier getekend. De isolatielaag moet zo goed mogelijk aansluiten op de ondergrond en op de balken. Bij de strijk balk, waar weinig ruimte is, kan van boven of beneden tussen de balk en de muur een dunne plaat houtvezelisolatie worden geschoven. Het is aan te raden daarvoor een extra stevige plaat te gebruiken zoals de Gutex Thermoflo .

Voor de zekerheid is het goed de isolatieplaten extra vast te zetten schroefschotelpluggen (Ø 60mm). Op de isolatieplaten kunnen veel verschillende pleistersystemen op minerale- of leembasis worden toegepast. Over het algemeen bestaan die uit twee lagen: een raaplaag waarin een kunststof wapening wordt gedrukt om scheurvorming in de wand te voorkomen en een afwerklaag. Het plafond wordt na het isoleren hersteld en er wordt een plafondplint in de breedte als voorheen aangebracht, aansluitend op de nieuwe voorzetwand.

ANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen aan een inspectie te onderwerpen omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

Tussen de isolatielaag en de gevel zouden geen luchtlagen of holtes mogen zijn.

Een capillair actief isolatiesysteem is dampopen en moet dat blijven. Daarom is het nodig niet-dampopen afwerklagen op de gevel eerst te verwijderen. Als die onderdeel zijn van de waarden van een monument, dan is dat geen optie en is een traditionele opbouw waarschijnlijk een betere keuze. Ook de afwerking aan de binnenzijde dient dampopen te blijven. Er kan daarom bijvoorbeeld worden geschilderd met een kalk-, leem-, krijt- of minerale verf. Door het aanbrengen van tegels of een onvoldoende dampopen behang of door het sauzen met latex verliest het systeem echter zijn werking. Dat de afwerking dampopen moet blijven is belangrijk om door te geven aan nieuwe eigenaren als het pand verkocht wordt!

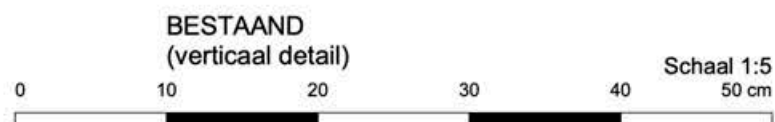
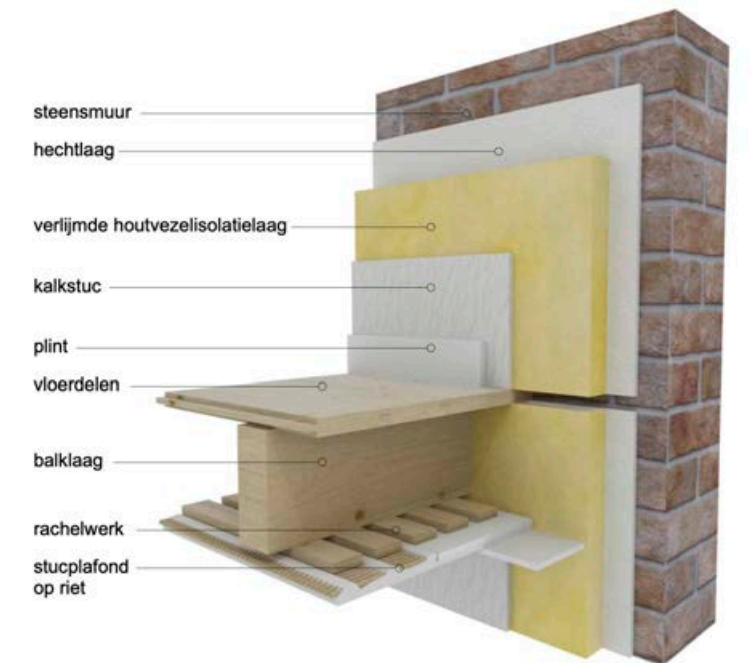
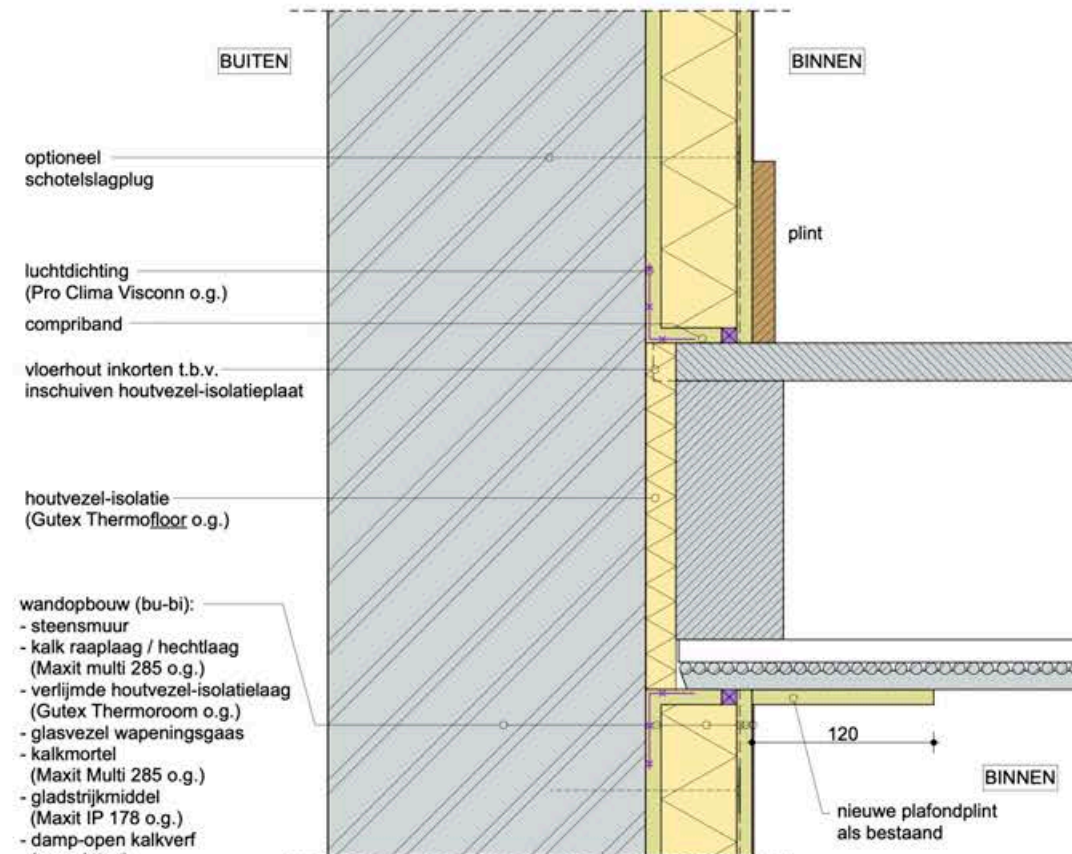
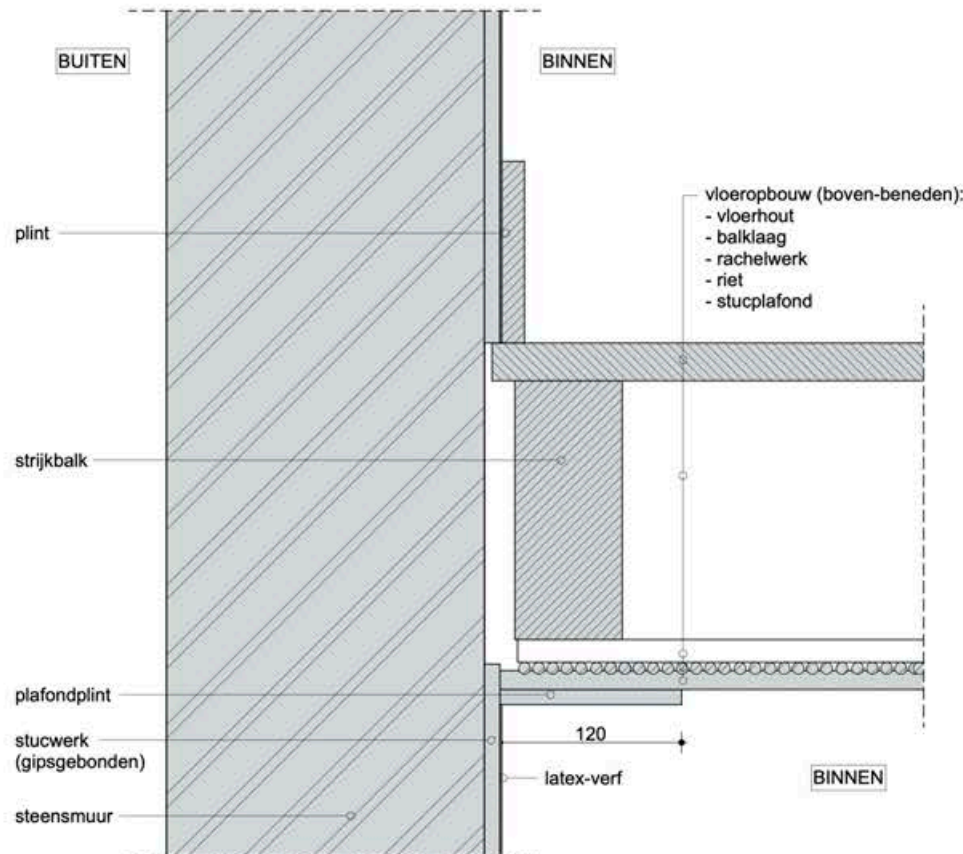
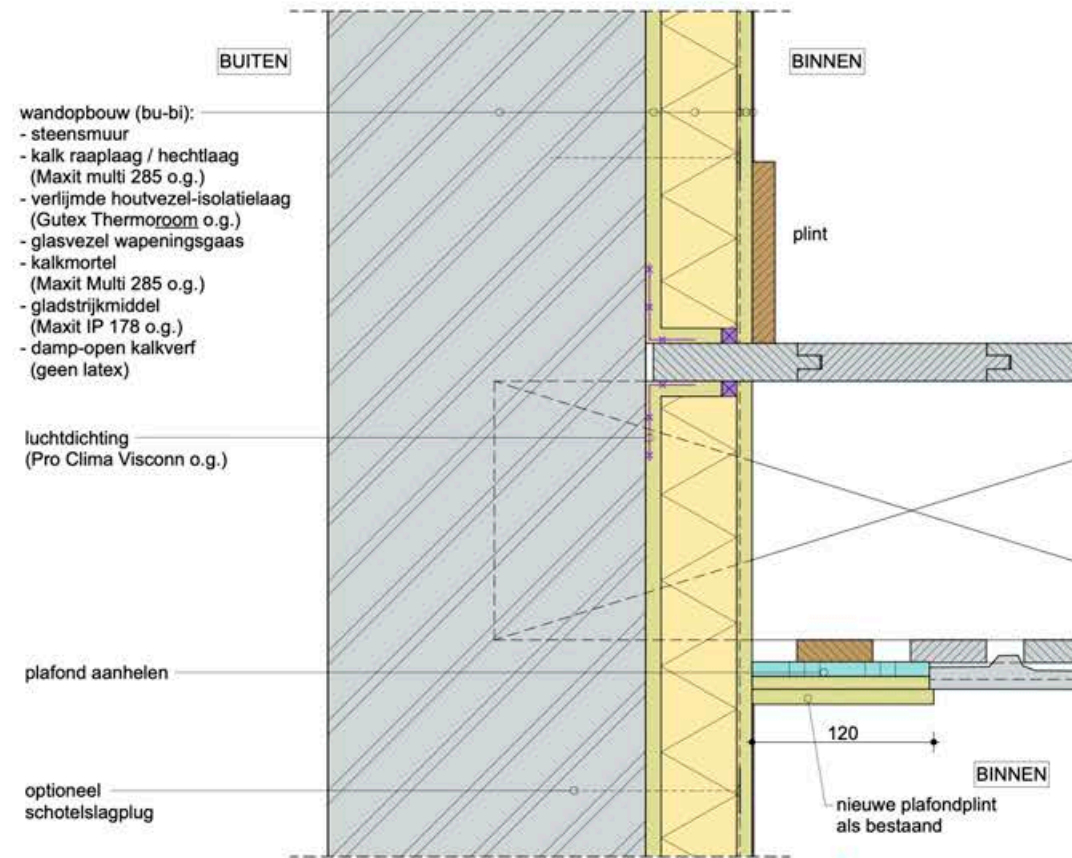
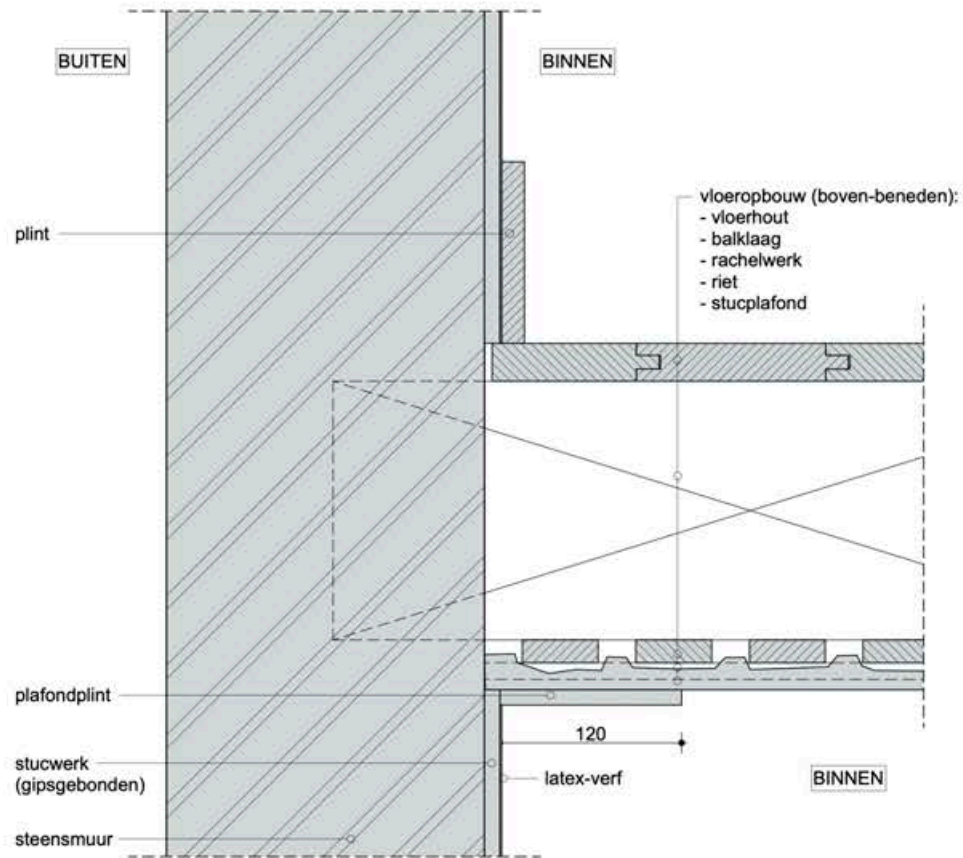
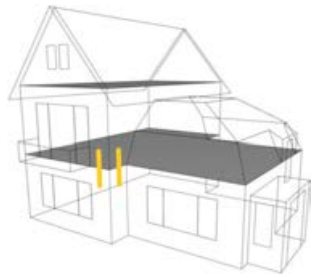
Bij een dikte van meer dan 10cm is het toch ook bij houtvezelisolatie nodig een vorm van dampremming toe te passen, bijvoorbeeld de vochtvariabele Pro Clima Intello folie. Een alternatief is de constructie bouwfysisch te laten doorrekenen om er zeker van te zijn dat er geen problemen optreden.

THEORIE

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot bij de balken, wordt bij een traditionele isolatie aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een capillair actieve isolatie werkt anders (zie ook detailblad 2.01): op het grensvlak van de isolatie en de gevel ontstaat nog steeds condens, maar dit wordt door de capillaire werking van het materiaal verdeeld over de isolatie en naar ook naar binnen toe afgevoerd. Dat werkt alleen als de isolatie overal strak aansluit op de gevel. Vocht van buiten, bijvoorbeeld als de gevel erg nat is geworden door langdurige regen, kan door een capillair actieve isolatie ook naar binnen worden getransporteerd. Dat kan een overweging zijn om voor een capillair actieve isolatie te kiezen.

Een andere reden kan het vochtbufferende karakter van zo'n systeem zijn. Historische gebouwen kunnen door hun materiaalgebruik goed waterdamp opnemen en afgeven. Door een damprem aan te brengen, aan de binnenzijde van een geïsoleerde voorzetwand gipsplaten toe te passen en te schilderen met dampdichte verfsystemen kan een groot deel van het wandoppervlak dit niet meer doen. Het damptransport naar buiten toe concentreert zich op onderdelen die niet zijn afgedekt aan de binnenzijde, zoals kozijnen. Met een capillair actieve isolatie blijven de gevels in staat om waterdamp op te nemen, waardoor waardoor de beheersing van het vocht wat minder afhankelijk is van de aanwezige installaties.

Over het algemeen is capillair actieve isolatie duurder dan traditionele isolatie en is de isolatiewaarde lager. Ook moeten bewoners altijd bewust blijven omgaan met de afwerking van de binnenzijde en heeft deze isolatievorm soms zelfs consequenties voor de mogelijke plaats van meubilair. Capillair actieve isolatie is daarom één van de mogelijke oplossingen in een historisch gebouw, niet altijd zondermeer de beste.



3.05 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND MET CALCIUMSILICAATPLAAT – DAMPOPEN + CAPILLAIR ACTIEF

INLEIDING

Het aan de binnenzijde isoleren van een historisch gebouw leidt tot minder warmteverlies, maar ook tot een andere vochthuishouding in huis. Als daar geen rekening mee wordt gehouden, dan kan dat leiden tot ongezone situaties of schade aan het pand. De gedachte achter zogenaamde 'capillair actieve' isolatiematerialen is dat ze het risico op schimmel, vorstschade aan de bakstenen of rotte balkkoppen zouden kunnen verminderen. Een voorzetwand met dit type isolatie vraagt om een andere aanpak dan een meer traditionele voorzetwand met een vorm van dampremming. In dit detail is de aansluiting van een voorzetwand met capillair actieve calciumsilicaat-isolatieplaten op een verdiepingsvloer getekend.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Bestaande afwerklagen van gips, behang of latex aan de binnenzijde van de gevel en loszittende delen moeten worden verwijderd zodat een dampopen en goede aansluiting gerealiseerd kan worden tussen de isolatieplaten en de buitengevel. Omdat calciumsilicaatplaten harde en stijve platen zijn, is het meestal nodig eerst de gevel te egaliseren met een daarvoor geschikte minerale pleisterlaag, bijvoorbeeld de KP-egalisatiepleister van dezelfde fabrikant. Bij de balkopleggingen van de verdiepingsvloer wordt een strook plafond verwijderd om de isolatie hier door te kunnen laten lopen. Bij de strijkbalk lukt dat niet met dit systeem – hier kan het plafond blijven zitten. Eventueel kan vanwege de wens om de wand naadloos te laten doorlopen bij de balkopleggingen ook een strook vloerhout worden verwijderd.

Om te voorkomen dat koude buitenlucht en warme binnenlucht elkaar kunnen ontmoeten met condensatie als gevolg, is eerst een verspuitbare luchtdichting aangebracht. Rondom de isolatiewand en bij doorbrekingen (zoals bij de balkopleggingen) is het daarna nodig een voegdichtingsband aan te brengen. De isolatieplaten worden vervolgens van onderaf aangebracht op de ondergrond met een lijmmortel uit isolatiesysteem. De isolatieplaten moeten zo goed mogelijk aansluiten op de ondergrond en op de balken. De kopse kanten van de platen dienen ook te worden voorzien van lijm, zodat de naden tussen de platen goed opgevuld zijn. Door de platen in halfsteens verband aan te brengen, worden doorlopende naden (en scheuren) vermeden. Eventueel kunnen de platen nog extra vastgezet worden met schotelslagpluggen.

Na het drogen van de lijm kunnen de platen met een dampopen binnenpleister worden afgewerkt. Hierin wordt een wapeningsgaas aangebracht om scheurvorming te voorkomen.

Het plafond wordt na het isoleren hersteld en er wordt een plafondplint in de breedte als voorheen aangebracht, aansluitend op de nieuwe voorzetwand. Bij de strijkbalk wordt de plafondplint verbreed.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen aan een inspectie te onderwerpen omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

Tussen de isolatielaag en de gevel zouden geen luchtlagen of holtes mogen zijn.

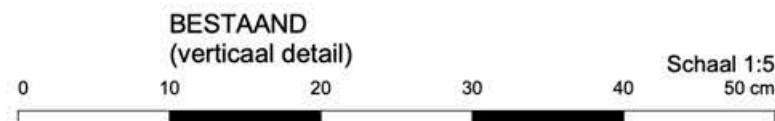
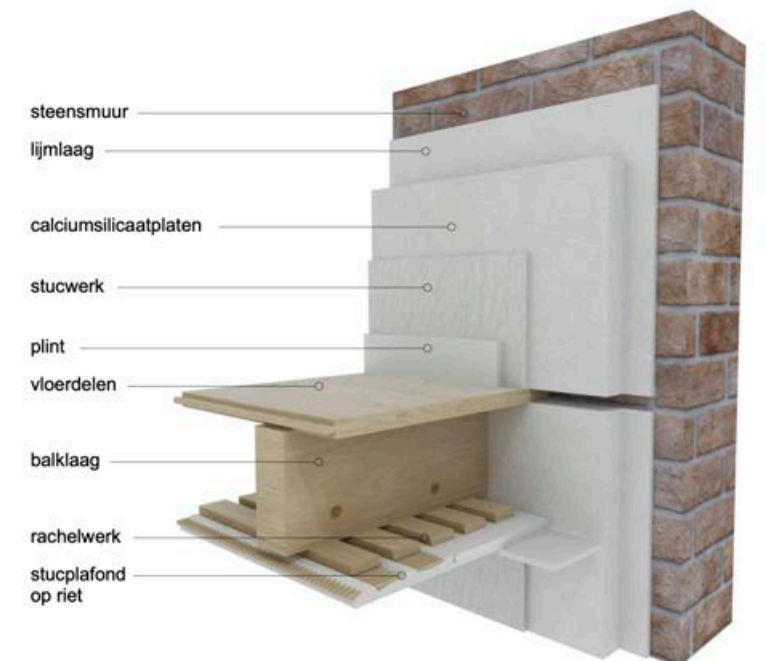
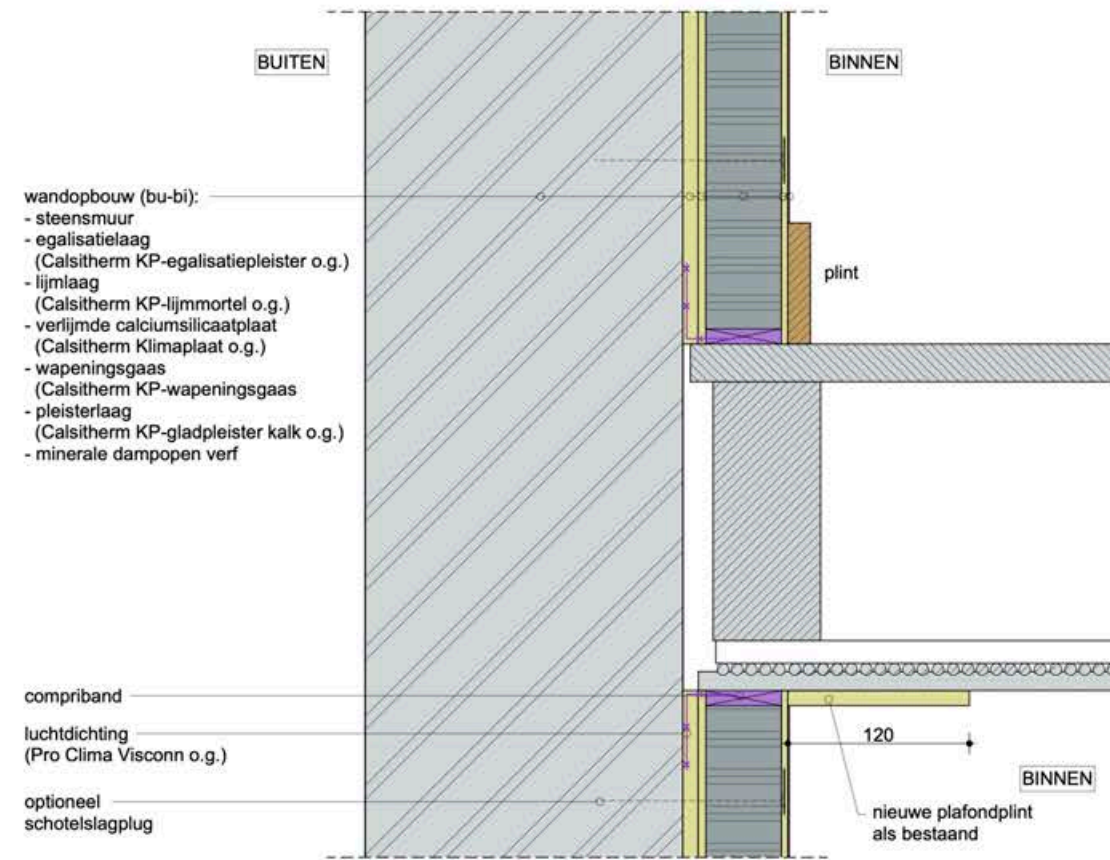
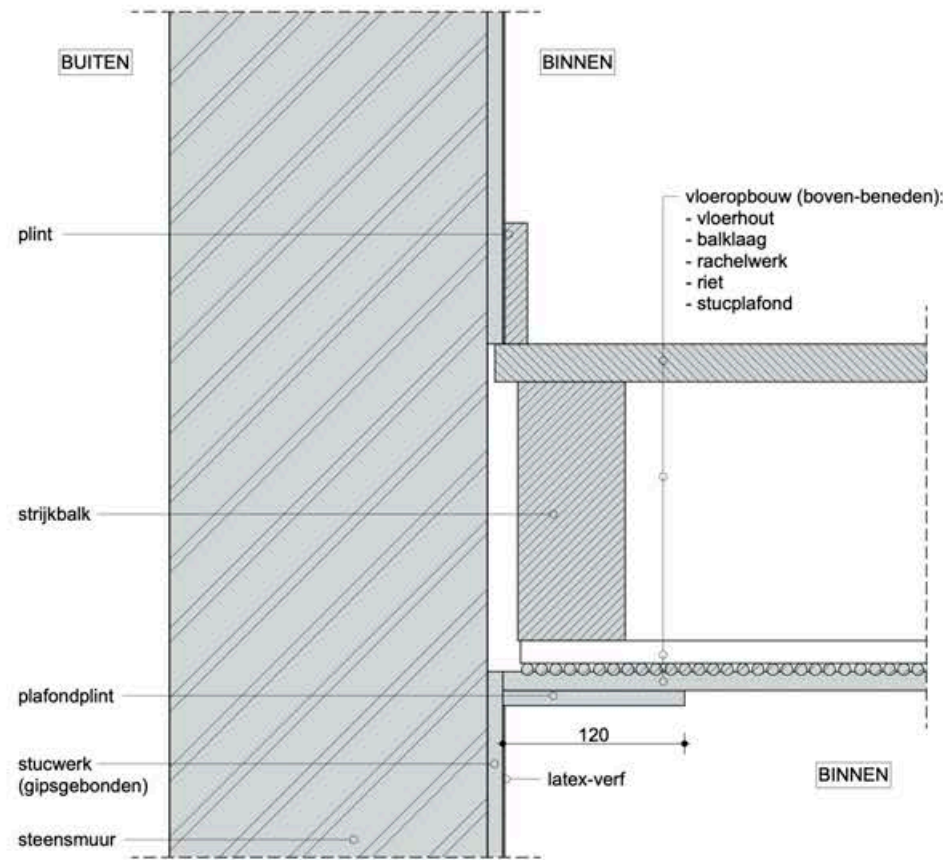
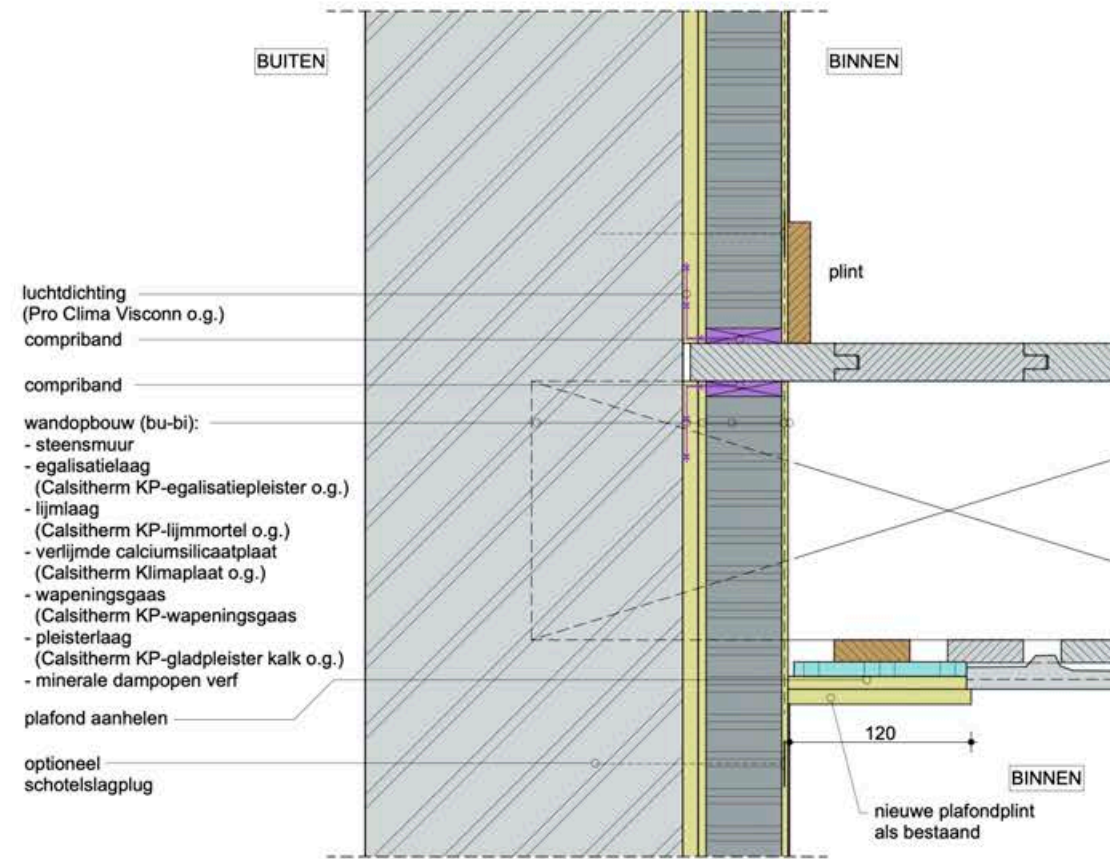
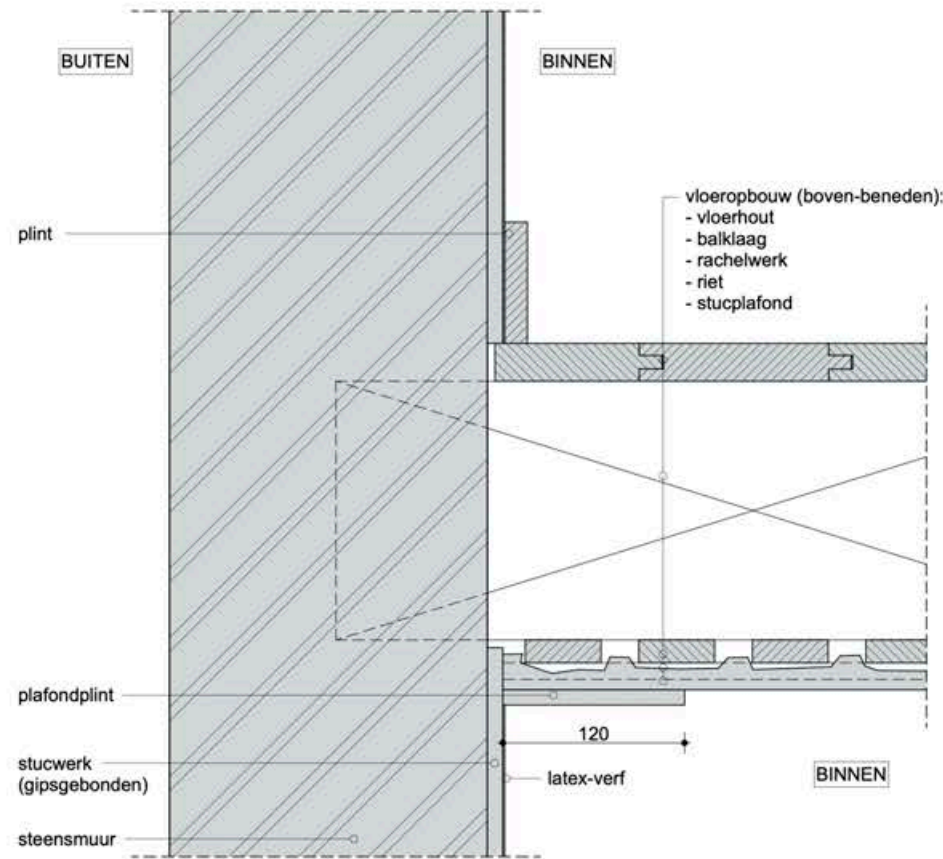
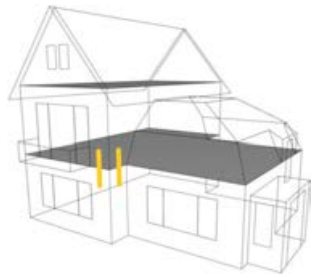
Een capillair actief isolatiesysteem is dampopen en moet dat blijven. Daarom is het nodig niet-dampopen afwerklagen op de gevel eerst te verwijderen. Als die onderdeel zijn van de waarden van een monument, dan is dat geen optie en is een traditionele opbouw waarschijnlijk een betere keuze. Ook de afwerking aan de binnenzijde dient dampopen te blijven. Er kan daarom bijvoorbeeld worden geschilderd met een kalk-, leem-, krijt- of minerale verf. Door het aanbrengen van tegels of een onvoldoende dampopen behang of door het sauzen met latex verliest het systeem echter zijn werking. Dat de afwerking dampopen moet blijven is belangrijk om door te geven aan nieuwe eigenaren als het pand verkocht wordt!

THEORIE

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot bij de balken, wordt bij een traditionele isolatie aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een capillair actieve isolatie werkt anders (zie ook detailblad 2.01): op het grensvlak van de isolatie en de gevel ontstaat nog steeds condens, maar dit wordt door de capillaire werking van het materiaal verdeeld over de isolatie en naar ook naar binnen toe afgevoerd. Dat werkt alleen als de isolatie overal strak aansluit op de gevel. Vocht van buiten, bijvoorbeeld als de gevel erg nat is geworden door langdurige regen, kan door een capillair actieve isolatie ook naar binnen worden getransporteerd. Dat kan een overweging zijn om voor een capillair actieve isolatie te kiezen.

Een andere reden kan het vochtbufferende karakter van zo'n systeem zijn. Historische gebouwen kunnen door hun materiaalgebruik goed waterdamp opnemen en afgeven. Door een damprem aan te brengen, aan de binnenzijde van een geïsoleerde voorzetwand gipsplaten toe te passen en te schilderen met dampdichte verfsystemen kan een groot deel van het wandoppervlak dit niet meer doen. Het damptransport naar buiten toe concentreert op onderdelen die niet zijn afgedekt aan de binnenzijde, zoals kozijnen. Met een capillair actieve isolatie blijven de gevels in staat om waterdamp op te nemen, waardoor de beheersing van het vocht wat minder afhankelijk is van de aanwezige installaties.

Over het algemeen is capillair actieve isolatie duurder dan traditionele isolatie en is de isolatiewaarde lager. Ook moeten bewoners altijd bewust blijven omgaan met de afwerking van de binnenzijde en heeft deze isolatievorm soms zelfs consequenties voor de mogelijke plaats van meubilair. Capillair actieve isolatie is daarom één van de mogelijke oplossingen in een historisch gebouw, niet altijd zondermeer de beste.



3.06 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND METALSTUD – DAMPREMMEND

INLEIDING

Het aan de binnenzijde isoleren van de gevel van een historisch gebouw is natuurlijk bedoeld om in de winter minder warmte te verliezen. Een gevolg is echter wel dat de gevel en de houten balken die daarin zijn opgelegd zullen afkoelen. Bouwfysisch gezien is dat niet ideaal en constructief zelfs wat risicovol. In dit detailblad is getekend hoe de risico's voor de balken te beperken zijn bij een traditionele voorzetwand met stijl- en regelwerk, flexibele isolatieplaten en een dampremmende folie. Ook is aandacht besteed aan het voorkomen van ongezonde situaties door condensatie en schimmel en aan een zo optimaal mogelijk presterende isolatie.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Vooruitlopend op het plaatsen van de voorzetwand wordt bij de balkopleggingen een strook plafond en vloer verwijderd om de wand door te kunnen laten lopen. Hierna wordt het stijl- en regelwerk – van in dit geval van metaalprofielen – op enige afstand van de gevel geplaatst. Hierdoor vormen de profielen geen koudebrug tussen binnen en buiten. Bij de aansluitingen rondom (op de wanden en vloeren) is op de profielen als luchtdichting een zwelband geplakt.

Tussen de gevel en het stijl- en regelwerk is een flexibele isolatieplaat toegepast, bijvoorbeeld van minerale wol. Ook tussen de stijlen en regels komt zo'n isolatieplaat. Aan de warme binnenzijde van de isolatie is een dampremmende folie aangebracht. Deze folie loopt ter plaatse van de balkopleggingen van de verdiepingvloer door, terwijl rond de opleggingen een strook van de wand juist niet geïsoleerd wordt. Om de aansluiting van de folie op de balken zo lucht- en dampdicht mogelijk uit te voeren, wordt de folie op een waterbestendige multiplexplaten gelijmd die heel precies rond de balken passen bovendien nog zijn afgekit.

Voor de isolatie en folie komt een tweede stijl- en regelwerk te staan waarop voor de stevigheid een underlaymentplaat wordt geschroefd; de gipsplaat en stuclaag op deze plaat zorgen voor een goede brandwerendheid. Door de installatiespouw tussen de dampremmende folie en de underlaymentplaat hoeft de folie niet geperforeerd te worden door leidingwerk en wandcontactdozen.

Het plafond wordt na het plaatsen van de wand hersteld en er wordt een plafondplint in de breedte als voorheen aangebracht, aansluitend op de nieuwe voorzetwand.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen aan een inspectie te onderwerpen omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

Bij deze opbouw is aan de binnenzijde altijd de getekende dampremmende laag nodig. Sommige isolatieproducten zijn vanuit de fabriek al voorzien van een zo'n laag, die meestal metaalkleurig is en cachering wordt genoemd. Omdat het bij dit detail belangrijk is dat de dampremming bij de balkoplegging doorloopt, kan de cachering niet als damprem worden gebruikt en is een aparte dampremmende folie nodig die bij de naden goed moet worden afgeplakt met een daarvoor bedoelde tape.

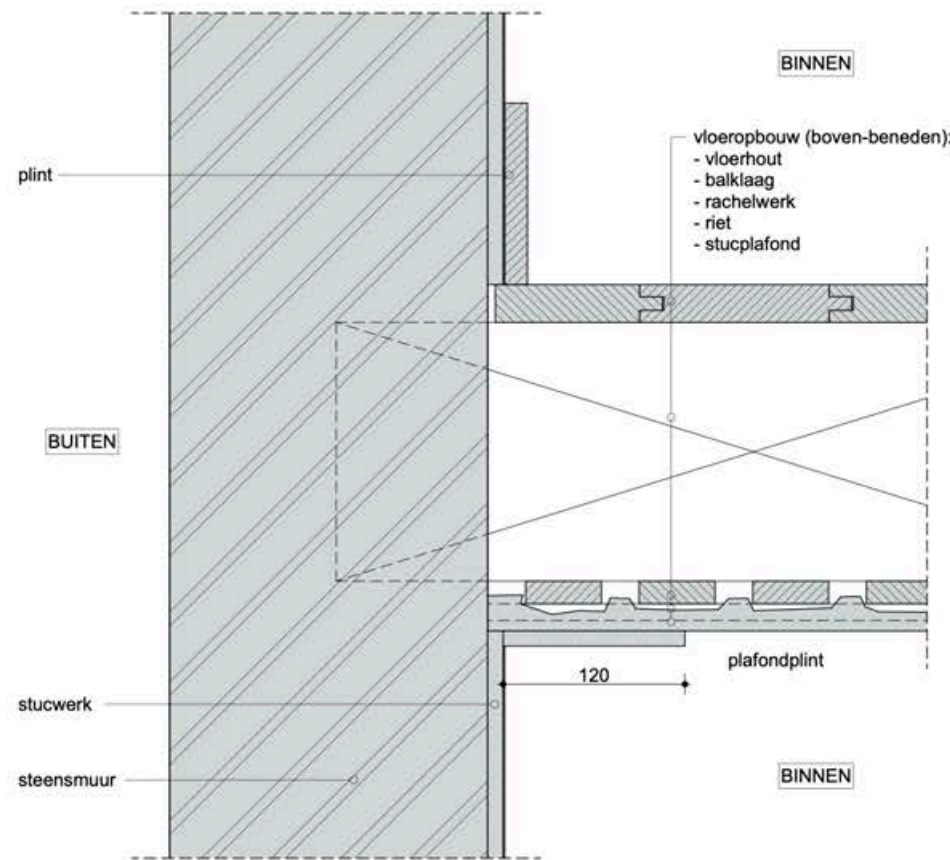
De isolatielaag tussen het stijl- en regelwerk en de gevel moet flexibel genoeg zijn om de oneffenheden van de historische gevel te kunnen volgen, zodat er achter de voorzetwand geen holle ruimtes zijn.

THEORIE

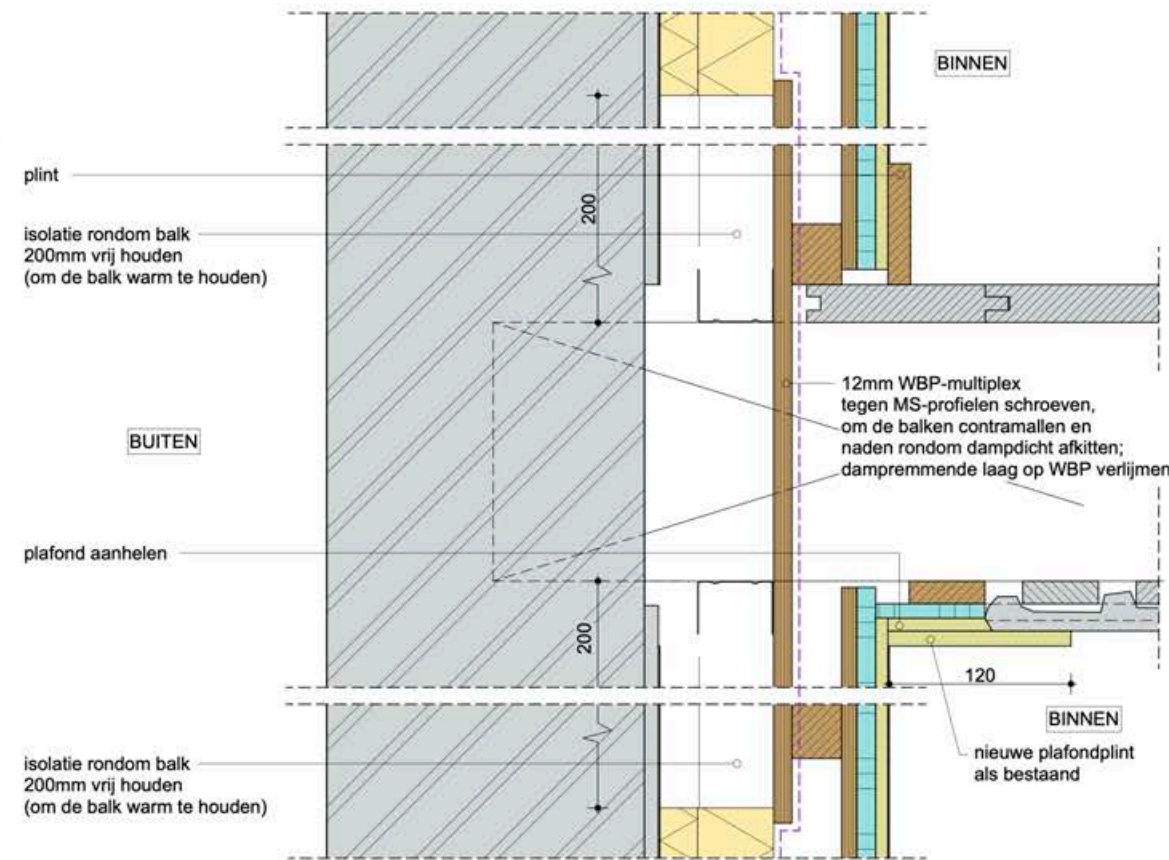
Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot bij de balken, wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een zorgvuldige uitvoering van deze folie met goede aansluitingen is belangrijk om schade en ongezonde situaties te voorkomen. En om ervoor te zorgen dat de isolatie doet wat hij behoort te doen: warmte tegenhouden. Immers, het kost veel meer energie om water op te warmen dan lucht, dus een vochtige isolatie presteert slecht.

Tegelijkertijd is het vaak best een uitdaging om alle aansluitingen volledig lucht- en dampdicht te krijgen in een historisch gebouw. Om te voorkomen dat er door gebrekkige aansluitingen binnenlucht achter de wand langs stroomt en er condens ontstaat (zie detailblad 3.02), is het belangrijk dat de isolatie goed aansluit op de gevel. Het toepassen van een luchtopbouw tussen de voorzetwand en een steens gevel is niet nodig als de gevel in goede staat is en niet vochtbelast (zoals bij een rieten dak zonder goten).

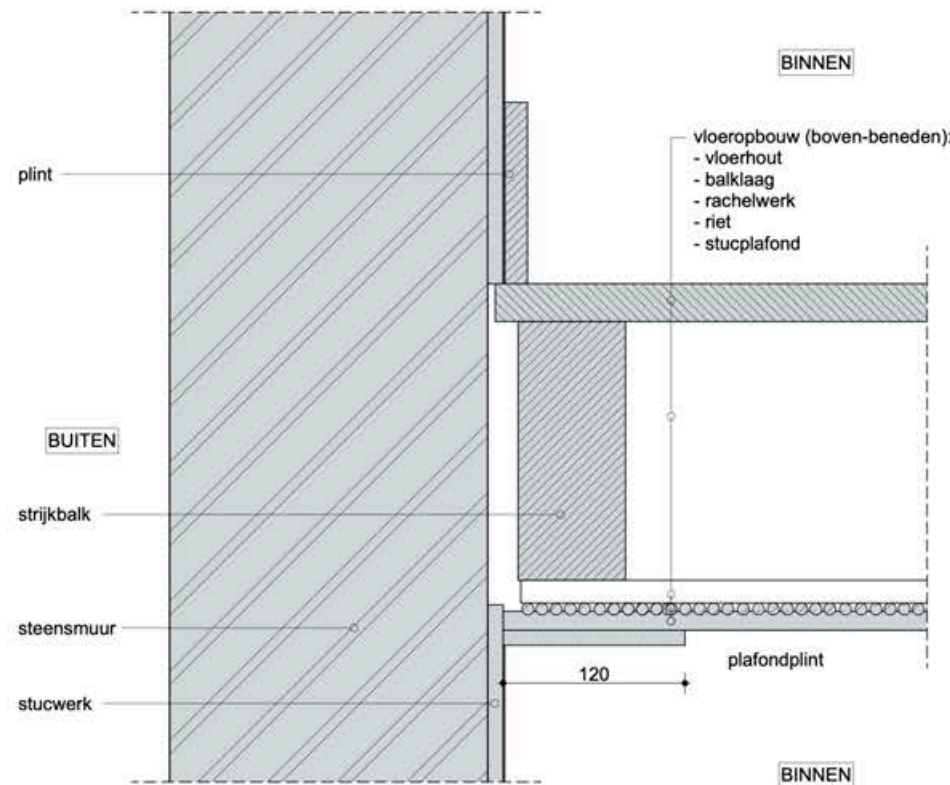
Het komt regelmatig voor dat de koppen van historische balken die in een buitenmuur zijn opgelegd in de bestaande situatie al dicht tegen de vochtigheidsgrens aan zitten waarbij houtrot optreedt. Door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden neemt de kans toe dat de genoemde grens wordt overschreden. Door rond de balkopleggingen plaatselijk niet te isoleren blijft de gevel hier warmer en benadert de situatie na het plaatsen van de voorzetwand qua temperatuur en vochtigheid meer de oorspronkelijke (zie detailblad 3.01). Het is dan wel belangrijk dat de dampremmende laag doorgezet wordt zodat niet juist veel condens ontstaat op het koude stuk gevel rond de balk.



BESTAAND
(verticaal detail)



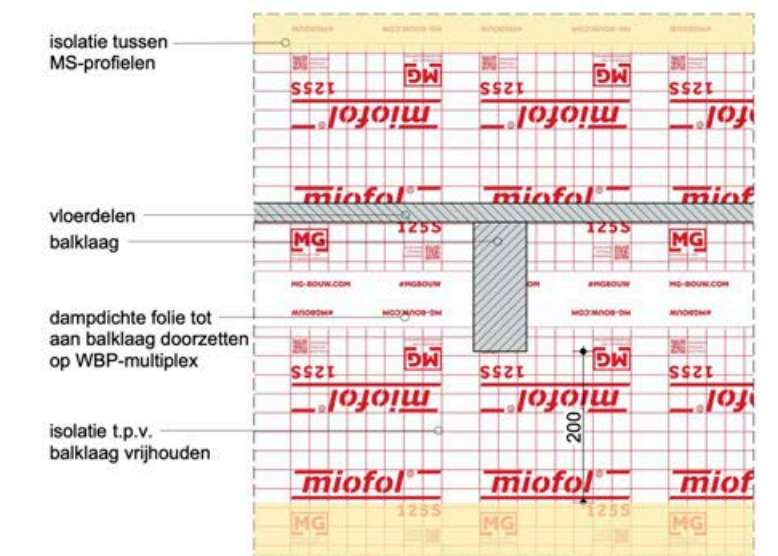
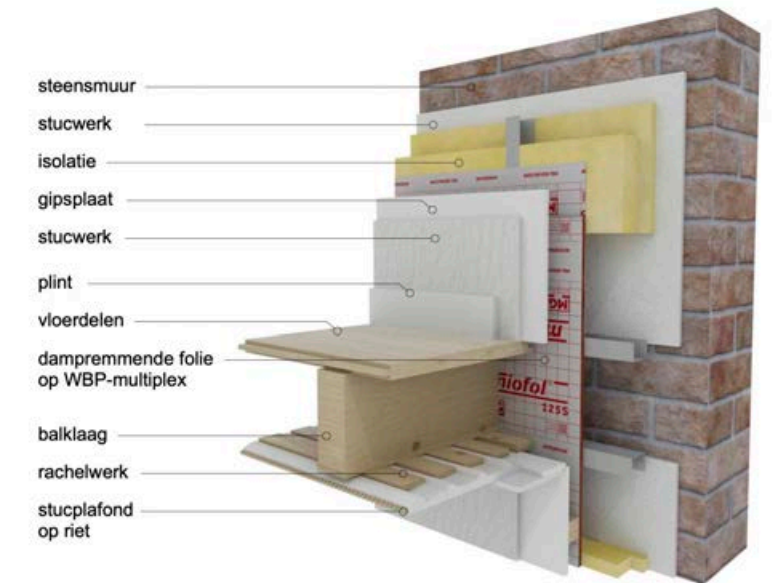
NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND



NIEUW
(verticaal detail)
AANZICHT VOORZETWAND M.B.T. DE ISOLATIE
SCHAAL 1:10

3.07 VERDIEPINGSVLOER – VOORZETWAND KANT-EN-KLAAR SYSTEEM – DAMPREMMEND

INLEIDING

Het aan de binnenzijde isoleren van de gevel van een historisch gebouw is natuurlijk bedoeld om in de winter minder warmte te verliezen. Een gevolg is echter wel dat de gevel en de houten balken die daarin zijn opgelegd zullen afkoelen. Bouwfysisch gezien is dat niet ideaal en constructief zelfs wat risicovol. In dit detailblad is getekend hoe de risico's voor de balken te beperken zijn bij een kant-en-klare geïsoleerde voorzetwand met een isolatieschuim. Ook is aandacht besteed aan het voorkomen van ongezonde situaties door condensatie en schimmel en aan een zo optimaal mogelijk presterende isolatie.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Kant-en-klare geïsoleerde voorzetwanden met isolatieschuim kunnen een aantrekkelijke oplossing zijn omdat daarmee de gevel in één handeling wordt geïsoleerd en afgewerkt. Bovendien isoleren materialen als polyisocyanuraat (PIR) en polyurethaan (PUR) relatief goed, waardoor voorzetwanden met deze materialen vaak dunner kunnen blijven dan bij andere isolatiesoorten. In dit detail is een kant-en-klare isolatieplaat toegepast, bestaande uit een harde plaat PIR-isolatieschuim, een aluminiumcachering als damprem en een houten plaat aan de binnenzijde.

Voor een goede aansluiting op de verdiepingsvloer wordt er rondom een strook plafond verwijderd en bij de balkopleggingen ook een strook vloer. Op de binnenzijde van de gevel wordt met stelschroeven een waterpas rachelwerk van horizontale latten aangebracht. Tussen de latten komt een dunne laag steenwolisolatie. De vloerbalken worden op de plaats waar ze straks in de voorzetwand zitten omwikkeld met een luchtdichte isolatietape.

De isolatieplaten worden op maat gezaagd. Bij de aansluiting op balkopleggingen, op vloeren en wanden dient een kleine speling te worden gehanteerd. Zo nodig worden aan de buitenmuurzijde van de isolatieplaat voor het plaatsen groeven aangebracht voor elektrische leidingen die met isolatieschuim worden vastgezet. Ook (luchtdichte) wandcontactdozen kunnen alvast worden aangebracht. Rondom de uitsparingen voor de balken in de platen wordt het isolatieschuim plaatselijk voorzichtig verwijderd, zonder daarbij het aluminium dampscherm op het gips te beschadigen. De isolatieplaten worden nu van onderaf tussen de balken gekanteld en met schroeven vastgezet op het rachelwerk. De aansluitingen van de isolatieplaten onderling en van de voorzetwand op de balken, wanden en vloeren worden luchtdicht opgevuld met een flexibel isolatieschuim. Als de isolatie is aangebracht, wordt met korte schroeven (<20mm) een gipsplaat op de wand vastgezet die kan worden afgestuct.

Het plafond wordt na het isoleren hersteld en er wordt een plafondplint in de breedte als voorheen aangebracht, aansluitend op de nieuwe voorzetwand.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Ook is het verstandig de balkkoppen te inspecteren omdat al vochtige of aangetaste balken door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden verder achteruit zullen gaan.

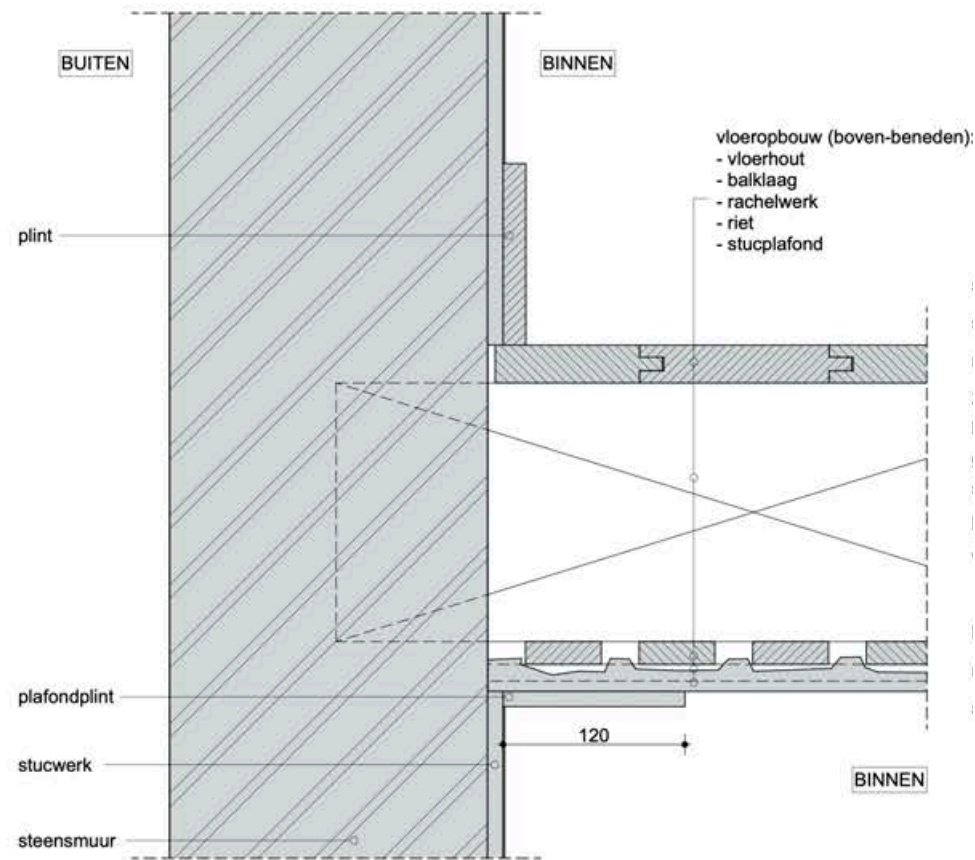
De isolatielaag tussen het rachelwerk moet flexibel genoeg zijn om de oneffenheden van de historische gevel te kunnen volgen, zodat er achter de voorzetwand geen holle ruimtes zijn.

THEORIE

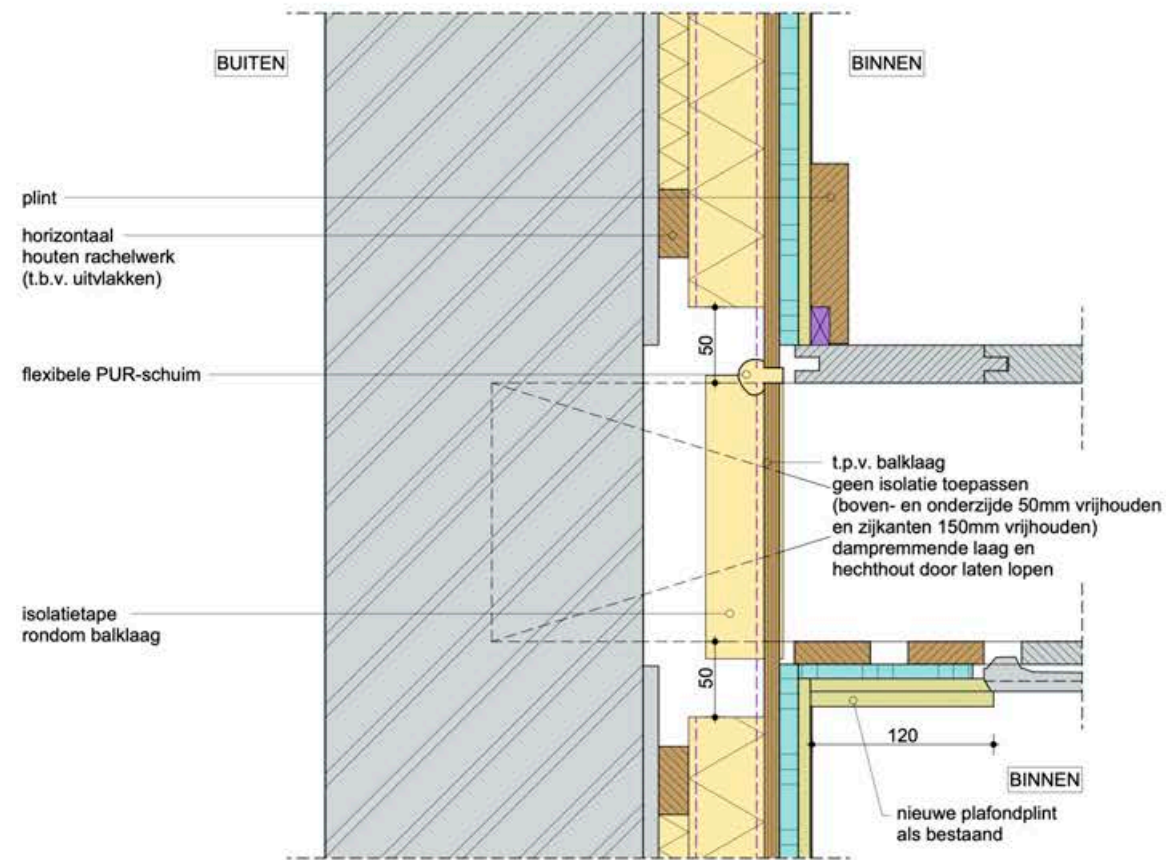
Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om te voorkomen dat er op het grensvlak van de voorzetwand en de gevel condens ontstaat en daardoor mogelijk schimmel of houtrot bij de balken, wordt is aan de binnenzijde van het PIR een dampremmende aluminiumcachering aangebracht.

Ondanks het gebruik van isolatieschuim bij de aansluitingen is het vaak best een uitdaging om deze volledig lucht- en dampdicht te krijgen in een historisch gebouw. Om te voorkomen dat er door gebrekkige aansluitingen binnenlucht achter de wand langs stroomt en er condens ontstaat (zie detailblad 3.02), is er een dunne isolatielaag achter de kant-en-klare wand aangebracht. Het toepassen van een luchtsponw tussen de voorzetwand en een steens gevel is namelijk niet nodig als de gevel in goede staat is en niet vochtbelast (zoals bij een rieten dak zonder goten).

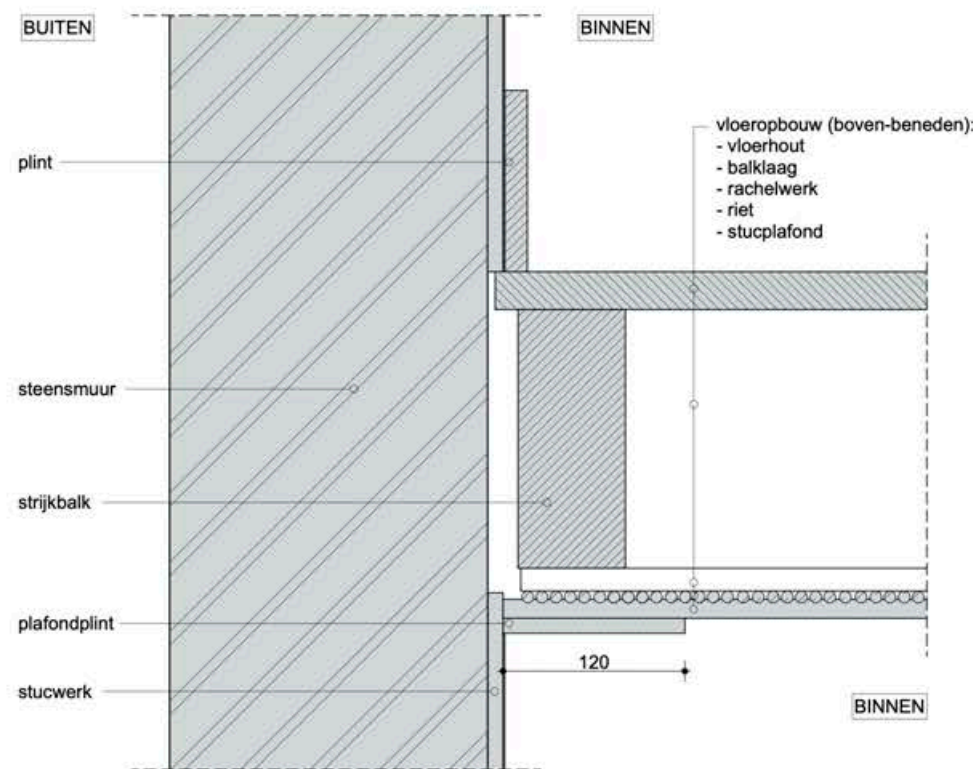
Het komt regelmatig voor dat de koppen van historische balken die in een buitenmuur zijn opgelegd in de bestaande situatie al dicht tegen de vochtigheidsgrens aan zitten waarbij houtrot optreedt. Door het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden neemt de kans toe dat de genoemde grens wordt overschreden. Door rond de balkopleggingen de isolatie plaatselijk weg te halen blijft de gevel hier warmer en benadert de situatie na het plaatsen van de voorzetwand qua temperatuur en vochtigheid meer de oorspronkelijke (zie detailblad 3.01).



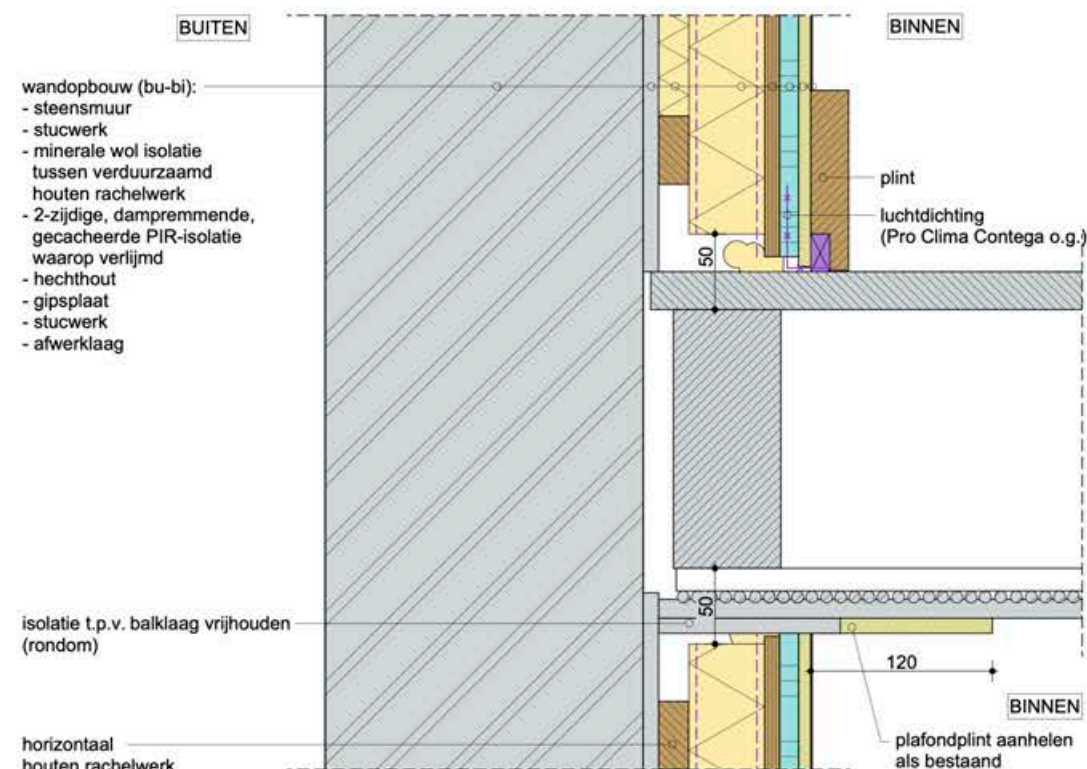
BESTAAND
(verticaal detail)



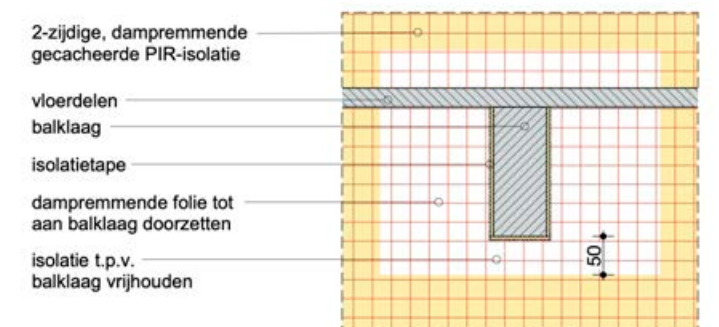
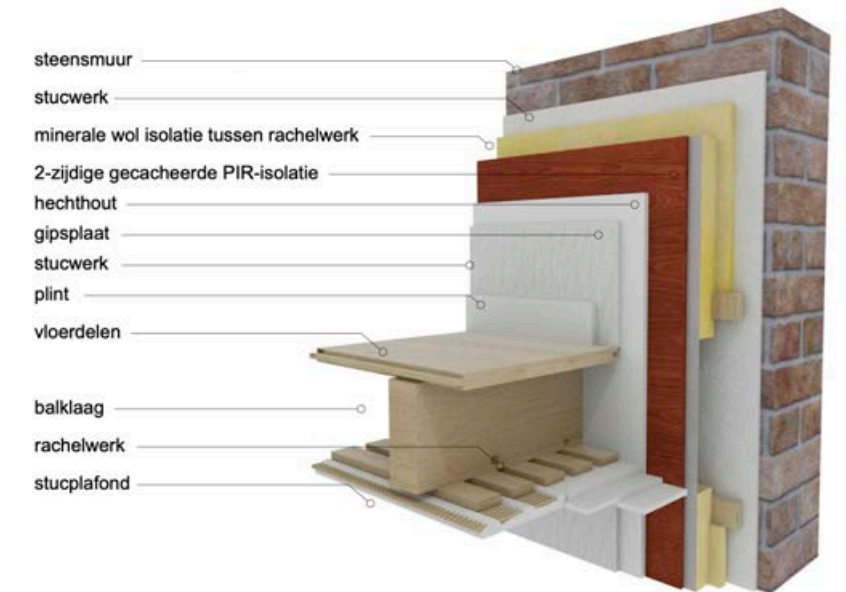
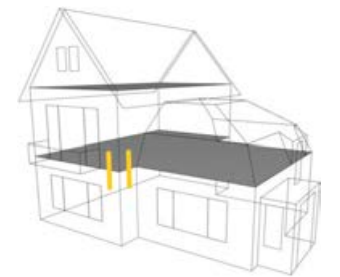
NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND



NIEUW
(verticaal detail)
AANZICHT VOORZETWAND M.B.T. DE ISOLATIE
SCHAAL 1:10



3.08 ZOLDERVLOER – VLOERISOLATIE

INLEIDING

Zolders zijn meestal niet in gebruik als verblijfsruimte. Vaak staan er spullen opgeslagen die de bewoners graag willen bewaren of die één keer per jaar nodig zijn, zoals de kerstversiering. Als dat de manier is waarop de zolder gebruikt wordt, dan is het zonde dit volume in het huis te verwarmen. Door de vloer te isoleren, komt de zolder buiten de 'geïsoleerde schil' te liggen. Dat scheelt veel warmteverlies. Een bijkomend voordeel is dat het dak boven de zolder niet meer geïsoleerd hoeft te worden. Het isoleren van een zoldervloer is in de meeste gevallen goedkoper dan het isoleren van het dak en kan door een handige doe-het-zelver ook zelf uitgevoerd worden.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

In dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een ongeïsoleerde, houten zoldervloer is met daaronder een stuc-op-riet plafond. Er zijn drie mogelijke oplossingen voor het na-isoleren getekend:

- van onderaf, met nieuwe plafonds op de verdieping onder de zolder (linksonder);
- van bovenaf, met een nieuwe, geïsoleerde vloer op de zoldervloer (rechtsonder);
- met isolatie die tussen de bestaande vloer en het plafond daaronder wordt geblazen (rechtsboven).

Bij a.

De bestaande stuc-op-riet plafonds onder de zoldervloer worden gesloopt. Tussen de vloerbalken worden steenwol isolatieplaten toegepast. Omdat deze platen een beetje in te drukken zijn, kunnen ze wat groter worden gesneden dan de ruimte tussen de vloerbalken. Bij het aanbrengen klemmen de platen zich daardoor enigszins vast en sluiten ze goed aan op de balken. Onder de isolatie wordt een dampremmende folie vastgeniet op de balken. Op nieuwe rachels die op de vloerbalken worden geschroefd komen stucplaten die in het werk worden afgestuct. Dit detail is ook uit te voeren met een andere flexibele isolatieplaat, bijvoorbeeld een houtvezelplaat.

Bij b.

Bij deze oplossing wordt eerst een dampopen spinvliesfolie ter luchtdichting op de zoldervloer aangebracht, daarop houten balkjes en hiertussen vlassisolatiedekens. Op de balkjes wordt een underlaymentplaat geschroefd, waardoor de zoldervloer toch beloopbaar blijft.

Bij c.

Tussen de vloerdelen en het stucplafond daaronder wordt tussen de balken cellulose isolatie ingeblazen. Dat gebeurt door een bedrijf en kan snel worden uitgevoerd. Om de isolatie in te kunnen blazen, worden plaatselijk gaten in het vloerhout geboord met een diameter van 6-7cm. De gaten worden afgesloten met een kurk. In plaats van gaten te boren, kan er tijdelijk ook een vloerdeel worden verwijderd. Vanaf daar kan het balkvak dan in beide richtingen ongeveer 3m worden volgeblazen.

ANDACHTSPUNTEN

Bij alle oplossingen is het belangrijk ervoor te zorgen dat de zolder goed geventileerd wordt om eventueel condensvocht af te voeren. Idealiter zou het er een beetje moeten waaien. Dat kan door tegenover elkaar roosters aan te brengen in het dakbeschot of in eventuele ramen. Bij de werkzaamheden moet het zolderluik niet worden vergeten. Een isolatieplaat en tocht dichting zorgen er hier voor dat het luik geen lek vormt in de zoldervloer.

Hernieuwbare isolatiematerialen, waarvan de productie weinig energie vraagt en de bronnen niet uitgeput kunnen raken heeft altijd de voorkeur. In de getoonde details hebben vlassisolatie of cellulose daarom de voorkeur. Vlassisolatie wordt gemaakt van een restmateriaal dat ontstaat bij de productie van linnen, en cellulosevlokken van oude kranten. Beide hebben bovendien enigszins vochtbufferende eigenschappen.

Bij a.

Deze oplossing is bouwfysisch het meest optimaal, omdat woonvocht aan de warme zijde wordt tegengehouden door de dampremmende folie. Het is belangrijk de folie aan de randen goed luchtdicht te laten aansluiten en zo min mogelijk onderbrekingen te creëren (zoals bij een centraaldoos/ verlichtingspunt). Deze oplossing is bij monumenten alleen mogelijk als de stucplafonds geen historische waarde hebben, dus niet geornamenteerd zijn of zijn voorzien van een beschildering.

Bij b.

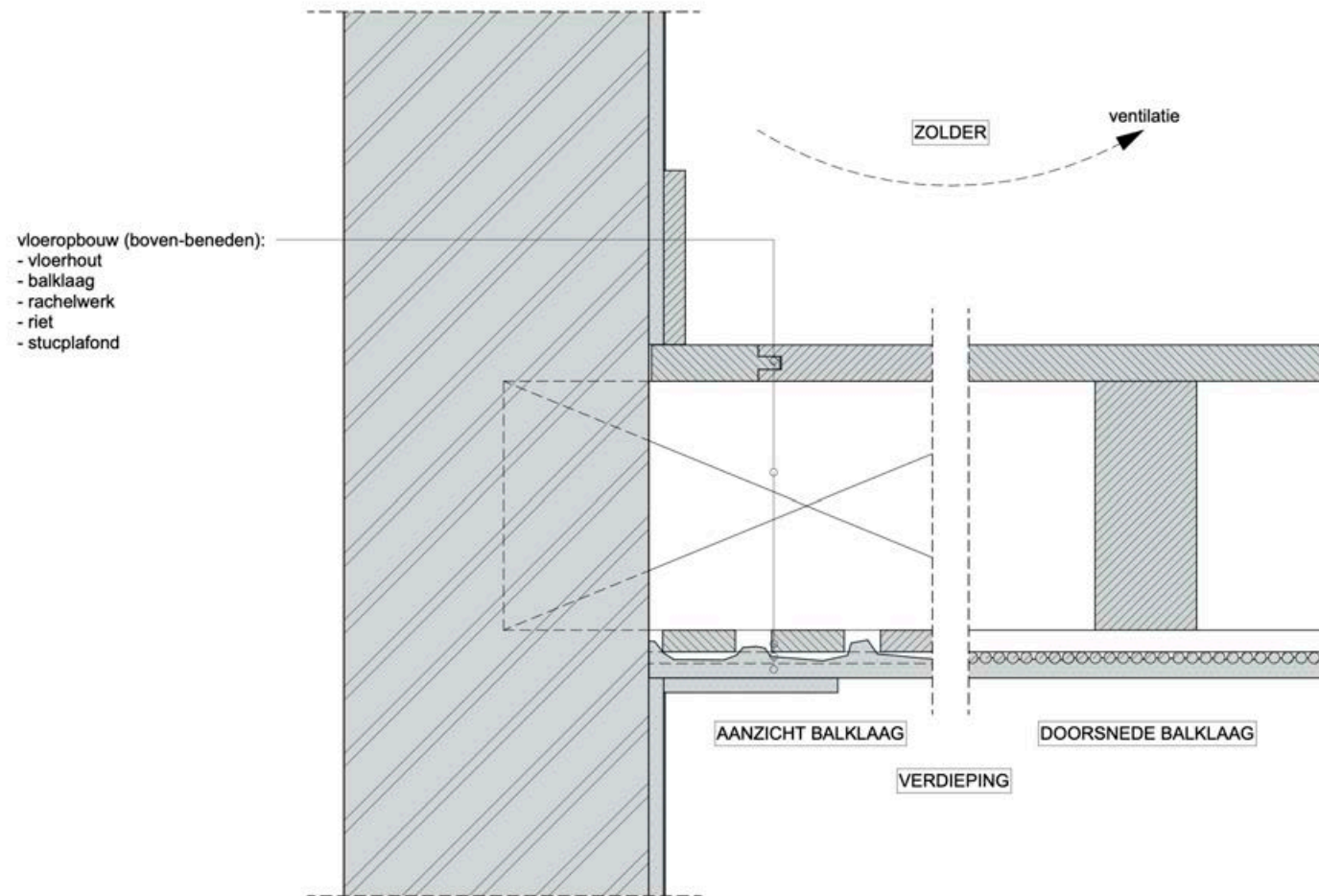
Een extra geïsoleerde vloer op de vloer is een omkeerbare oplossing die goed bij monumenten past. Stem de dimensionering van de balken en het vloerhout af op de belasting en controleer of de bestaande vloer deze extra vloer kan dragen. Over het algemeen zal dat bij een beloopbare zoldervloer geen probleem zijn.

Bij c.

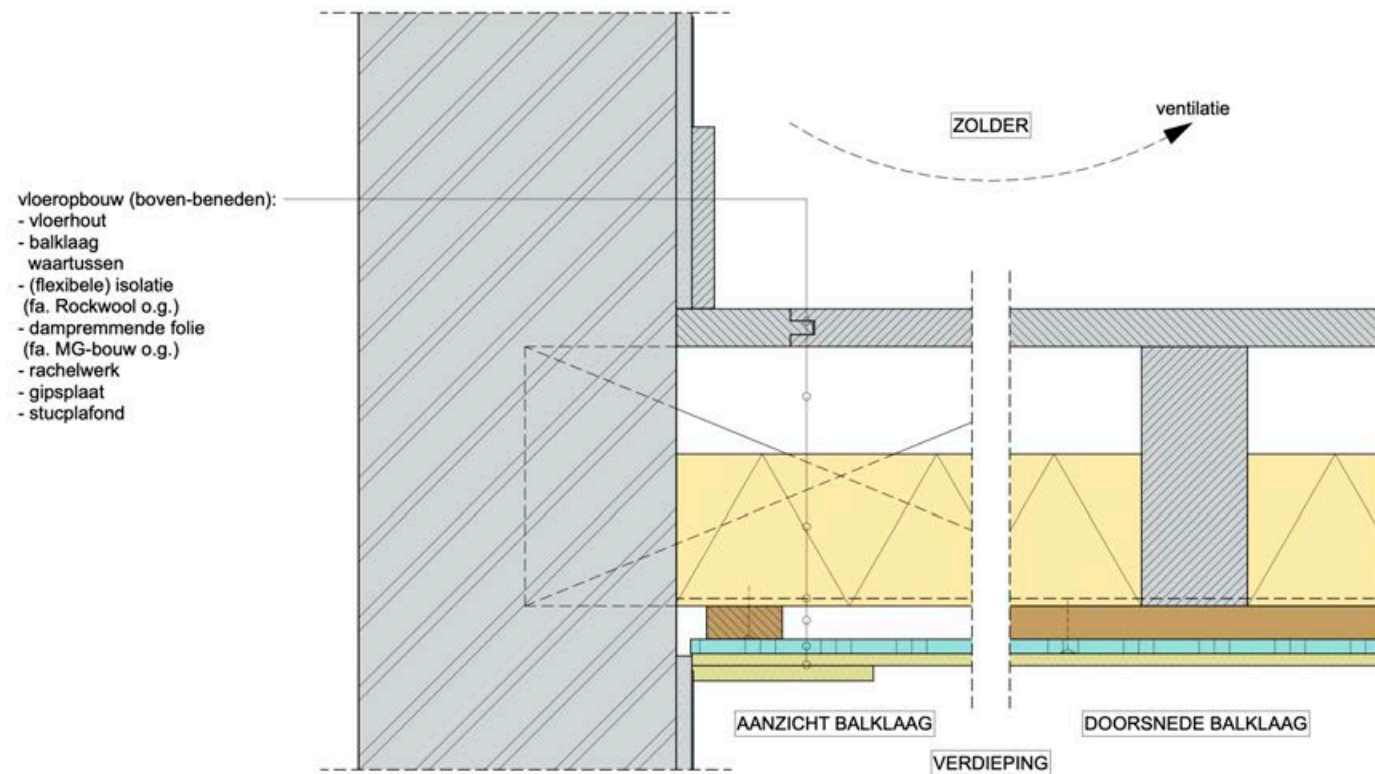
Stuc-op-riet plafonds zijn opgebouwd uit rietstengels die met metaaldraad en nageltjes zijn vastgezet op houten latten. De stucmortel is aangebracht op het riet. Een bekend probleem is dat de metaaldraad gaat corroderen, waardoor de draagkracht van het plafond afneemt. Controleer daarom altijd of het historische plafond het extra gewicht van ca. 20cm cellulose aankan. Verder zou het bedrijf dat inblaast moeten nagaan of er nog maatregelen nodig zijn om te voorkomen dat de cellulose op plaatsen komt waar je deze niet wilt hebben: bijvoorbeeld in de centraaldozen van de elektrische installatie of rondom inbouwspots en transformatoren. Om ervoor te zorgen dat spots hun warmte kwijt blijven kunnen, worden hierover kunststof kappen geplaatst.

THEORIE

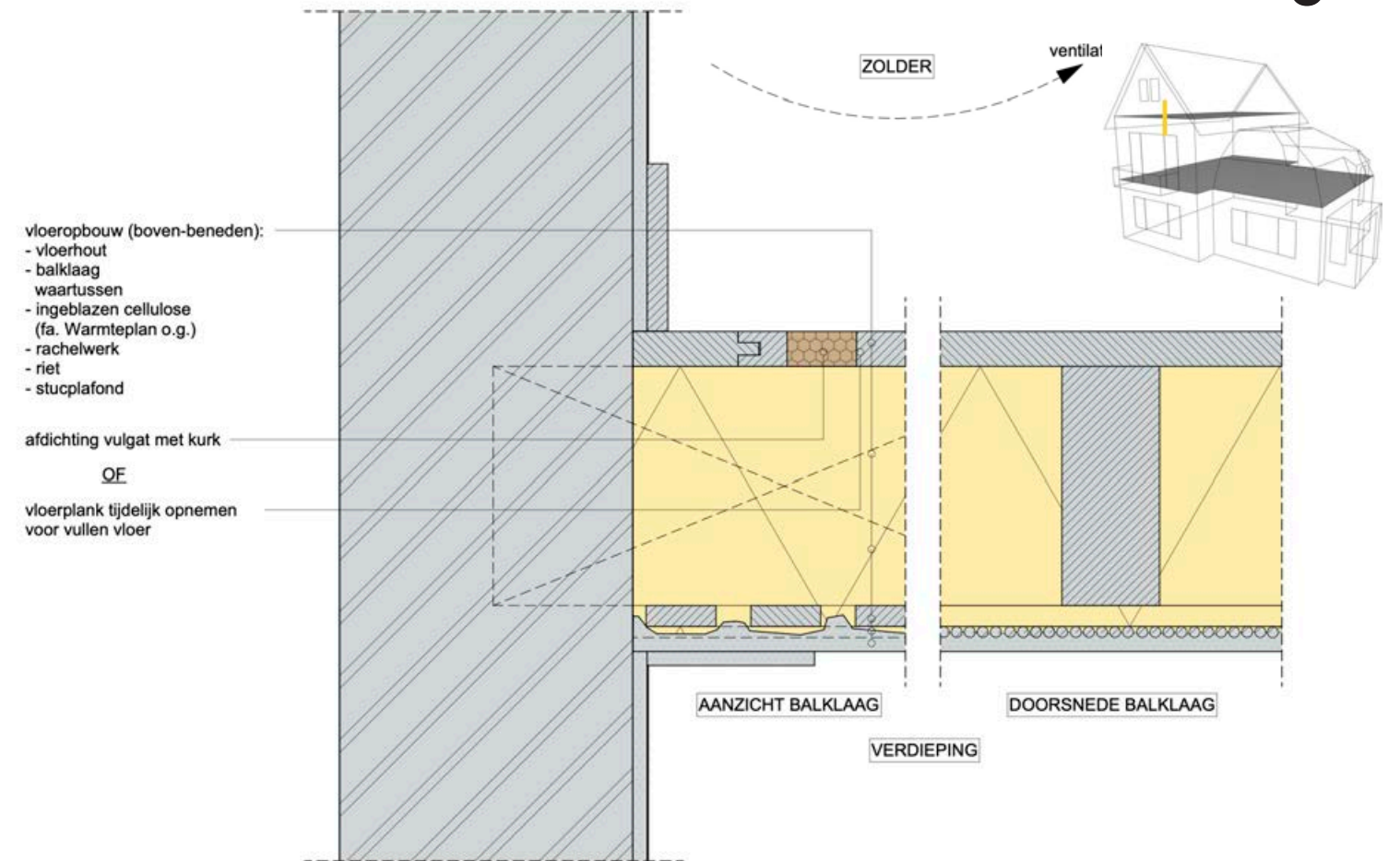
Warmte stijgt op. Om dat simpele feit levert het isoleren van een kap, of zoals hier een zoldervloer, relatief veel op in vergelijking met andere isolatiemaatregelen. Een geïsoleerde zoldervloer gaat niet alleen energieverlies in de winter tegen. De isolatie vertraagt ook de opwarming van de slaapkamers onder de zolderverdieping in de zomer. Deze opwarming is het gevolg van het feit dat de zon de dakbedekking (meestal dakpannen) aanstraalt, waardoor die als een radiator warmte gaat afgeven aan het binnenklimaat. Deze warmte blijft door de isolatie langer op zolder hangen. Als de gebruikte isolatie bovendien wat meer massa heeft dan de meeste isolatie – zoals cellulose – dan duurt het nog langer voordat de warmte doordringt tot de slaapkamers. En als de zolder 's nachts zijn warmte kwijt kan aan het buitenklimaat, dan kan dat moment nog verder worden uitgesteld. We noemen dat zomernachtkoeling.



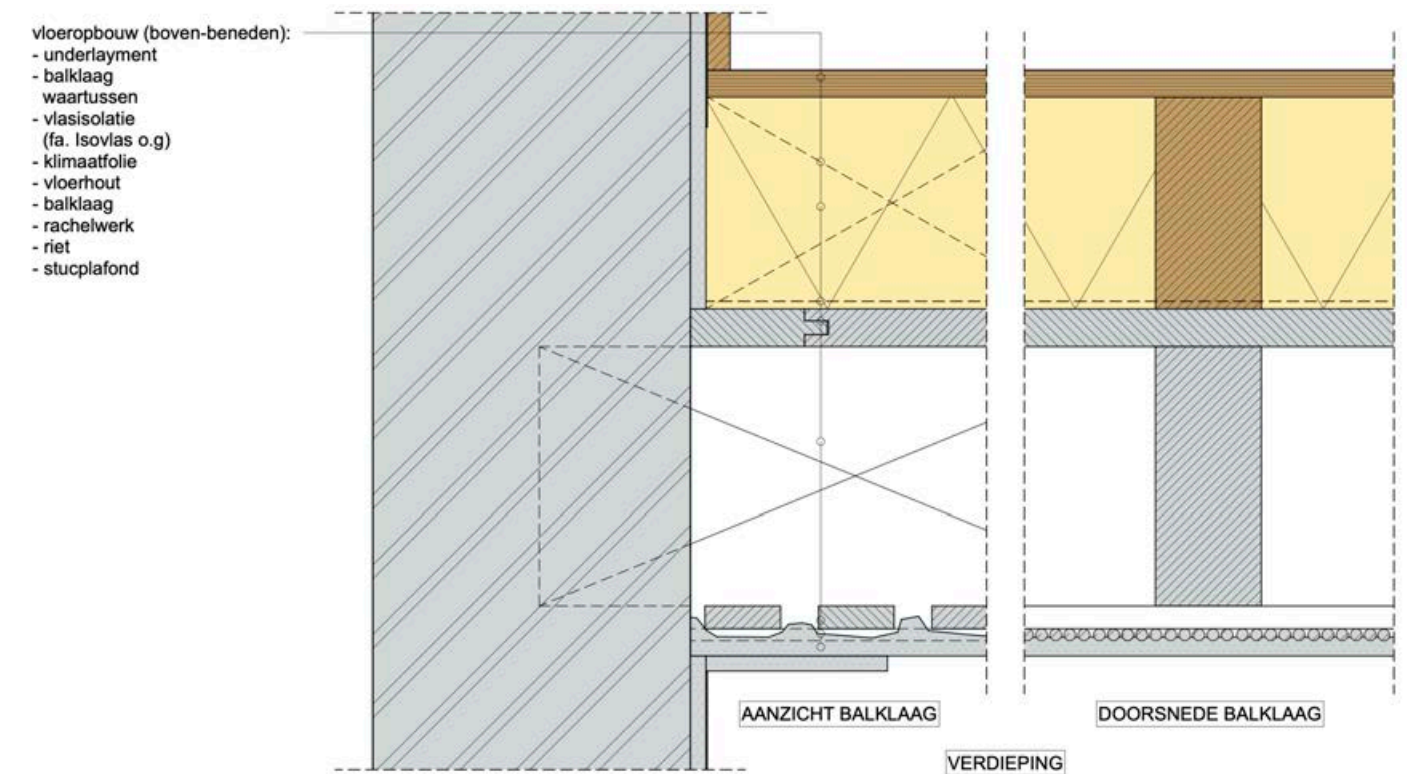
BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)

4 GEVELOPENINGEN

BLADNR.	BETREFT	DATUM
4.01	GEVELOPENINGEN – ALGEMEEN AANSLUITING VOORZETWAND	20.06.2024
4.02	BINNENLUIKEN – ALGEMEEN AANSLUITING VOORZETWAND	20.06.2024
4.03	DRAAIRAAM – AANSLUITING VOORZETWAND METALSTUD	20.06.2024
4.04	DRAAIRAAM – AANSLUITING VOORZETWAND HOUTVEZELPLAAT	20.06.2024
4.05	SCHUIFRAAM – AANSLUITING VOORZETWAND HOUTVEZELPLAAT	20.06.2024
4.06	HOUTEN RAAM – ALGEMENE KADERS DIKTE ISOLATIEGLAS	20.06.2024
4.07	ISOLATIEGLAS – ONGEWENSTE OPLOSSINGEN VOOR ISOLATIEGLAS	20.06.2024
4.08	WAARDEVOL GLAS – ISOLATIEOPLOSSINGEN	20.06.2024
4.09		20.06.2024
4.10	SCHUIFRAAM - VENTILATIE	20.06.2024
4.11	SCHUIFRAMEN – TOCHTDICHTING MET BORSTELS	20.06.2024
4.12	SCHUIFRAMEN – TOCHTDICHTING MET FOAMKERN	20.06.2024
4.13	SCHUIFRAMEN – TOCHTDICHTING MET RVS-PROFIELEN	20.06.2024
4.14	SCHUIFRAMEN – TOCHTDICHTING MET VR-STRIPS	20.06.2024
4.15	SCHUIFRAMEN – WISSELDORPEL ZONDER HISTORISCHE TOCHTDICHTING	20.06.2024
4.16	DRAAIRAAM – TOCHTDICHTING	20.06.2024
4.17	VOORDEUR – TOCHTDICHTING	20.06.2024
4.18	ONGEWENSTE RENOVATIEOPLOSSINGEN VOOR HOUTEN RAMEN	20.06.2024
4.19	ONGEWENSTE RENOVATIEOPLOSSINGEN VOOR HOUTEN RAMEN	20.06.2024
4.20	STALEN RAMEN – ISOLATIEGLAS	20.06.2024
4.21	STALEN RAMEN – ISOLATIEGLAS	20.06.2024
4.22	ACHTERZETRAAM - ALGEMENE KADERS	20.06.2024
4.23	ACHTERZETRAAM - OP HET RAAMHOUT	20.06.2024
4.24	ACHTERZETRAAM - DRAAIRAAM	20.06.2024
4.25	ACHTERZETRAAM - HORIZONTAAL SCHUIVEND	20.06.2024
4.26	ACHTERZETRAAM - VERTICAAL SCHUIVEND	20.06.2024
4.27	ALGEMENE KADERS – OPDIKKING RAAMHOUT	20.06.2024
4.28	ALGEMENE KADERS – OPDIKKING RAAMHOUT SCHUIFRAAM	20.06.2024

► **Afbeelding IX** Met behoud van deze fraaie teakhouten voordeuren met glas-in-lood bovenlichten is een prima kierdichting en isolatiewaarde bij het glas te realiseren.

GEVELOPENINGEN

4

23^B

23

4.01 GEVELOPENINGEN – ALGEMEEN AANSLUITING VOORZETWAND

INLEIDING

Het is vaak mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde vanwege het behoud van het gevelaanzicht. De gevel wordt daardoor dikker en het is noodzakelijk de aftimmering van deuren en ramen aan de binnenzijde te veranderen. In dit detailblad wordt uitgelegd hoe een voorzetwand technisch en esthetisch goed aansluit op een historisch raam.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de bestaande situatie een 'steens' gevel is, dus zonder spouw, met schuiframen. De afwerking aan de binnenzijde is een wandbespanning op een betengeling (houten latten), die in de nieuwe situatie wordt vervangen door een geschilderde of behangen voorzetwand. Voor de werkwijze en opbouw van verschillende soorten voorzetwanden wordt verwezen naar de hoofdstukken 2 en 3; hier ligt de focus op de aansluiting op het raam.

Voor het aanbrengen van de voorzetwand worden de vensterbank en de aftimmering van het raam voorzichtig verwijderd om ze later opnieuw te gebruiken. Ook de belegstukken, de losse latten die toegang geven tot de kokers waarin de contragewichten van het raam op een neer gaan, moeten worden losgeschroefd.

Na het plaatsen van het stijl- en regelwerk en het aanbrengen van de isolatie wordt aan de warme zijde een dampremmende folie aanbracht met dubbelzijdige tape. Het is belangrijk dat de folie ter plaatse van het raam de hoek om wordt gezet, zodat deze aansluit op het kozijn. Een speciaal daarvoor ontwikkelde tape die op het kozijn en de voorzetwand wordt geplakt, zorgt voor een luchtdichte afdichting van de aansluiting. Om de luchtdichting ter plaatse van de onderdorpel van het kozijn ook onzichtbaar weg te werken, is het hier nodig de tape al vóór het plaatsen van het stijl- en regelwerk op het kozijn aan te brengen.

De belegstukken worden herplaatst. Als de voorzetwand daarna is voorzien van hechthout (underlayment) en gipsplaten, kunnen de nieuwe aftimmeringen aan de zijkant van de voorzetwand geplaatst worden en de vensterbank. De vensterbank zal vanwege de extra dikte van de gevel verbreed moeten worden door er een houten plank in te lijmen of moeten worden vervangen door een breder exemplaar met dezelfde detaillering. Na het aanbrengen van de stuc laag op de gipsplaat wordt het lijstwerk herplaatst.

AANDACHTSPUNTEN

De aansluiting van een voorzetwand op een schuifraam of draairaam verschilt, omdat de gewichtskokers in de kozijnstijlen bij een schuifraam bereikbaar moeten blijven. Daarom is 'in de dag' (aan de zijkant van het gat in de gevel waarin het raamkozijn zit) niet altijd ruimte voor isolatie bij een schuifraam.

De aansluiting van voorzetwanden wordt helaas ook vaak gemaakt zoals weergegeven in het detail rechtsonder. Hierdoor verdwijnt de vensterbank voor een groot deel in de voorzetwand en de profielat daa onder helemaal, blijft er naast het kozijn een ongeïsoleerd stuk muur over en is een goede luchtdichting tussen het kozijn en de voorzetwand moeilijker te realiseren. De rechte, gestuukte hoek van de voorzetwand naast het lijstwerk van het raam doet bovendien afbreuk aan de historische uitstraling.

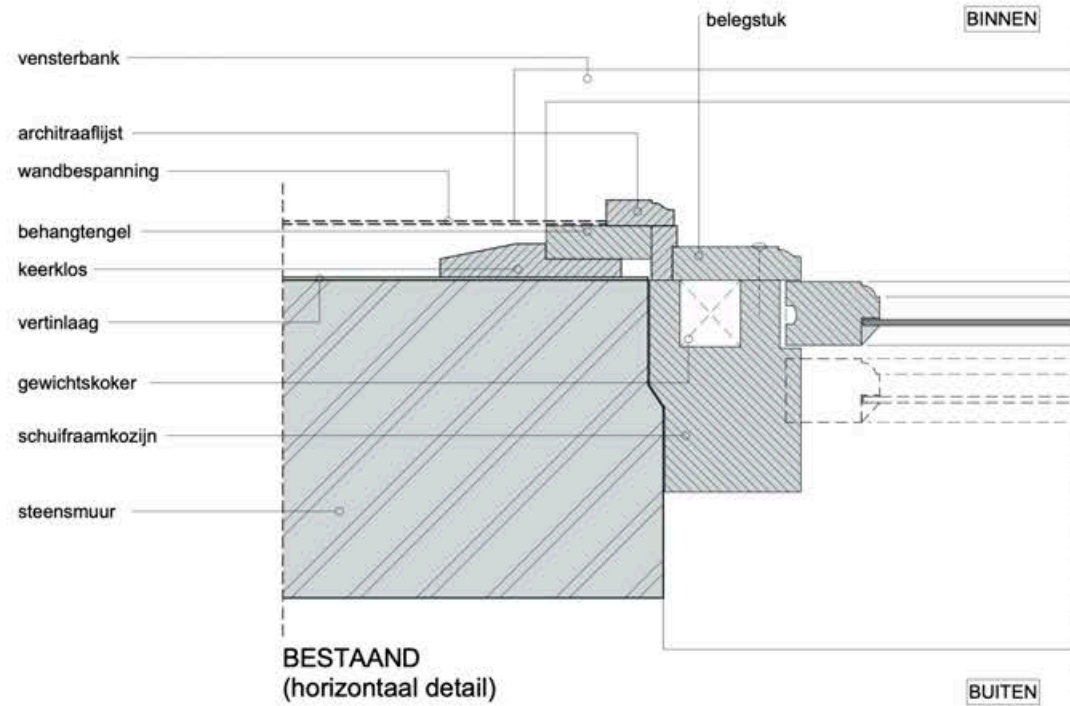
Om de dikwijls flinke kie en tussen het kozijn en de buitenmuur te dichten wordt vaak siliconenkit gebruikt. Dit is sterk af te raden, omdat daardoor vocht bij het kozijn opgesloten wordt en houtrot kan ontstaan. Als het nodig is een dichting aan te brengen, dan wordt hiervoor een kalkvoeg geadviseerd.

Deze oplossing is bij monumenten alleen mogelijk als de bespanning van weinig waarde is, bijvoorbeeld een vrij recent papierbehang op linnen. Als het interieur wel belangrijk is, geeft detailblad 3.03 oplossingsrichtingen.

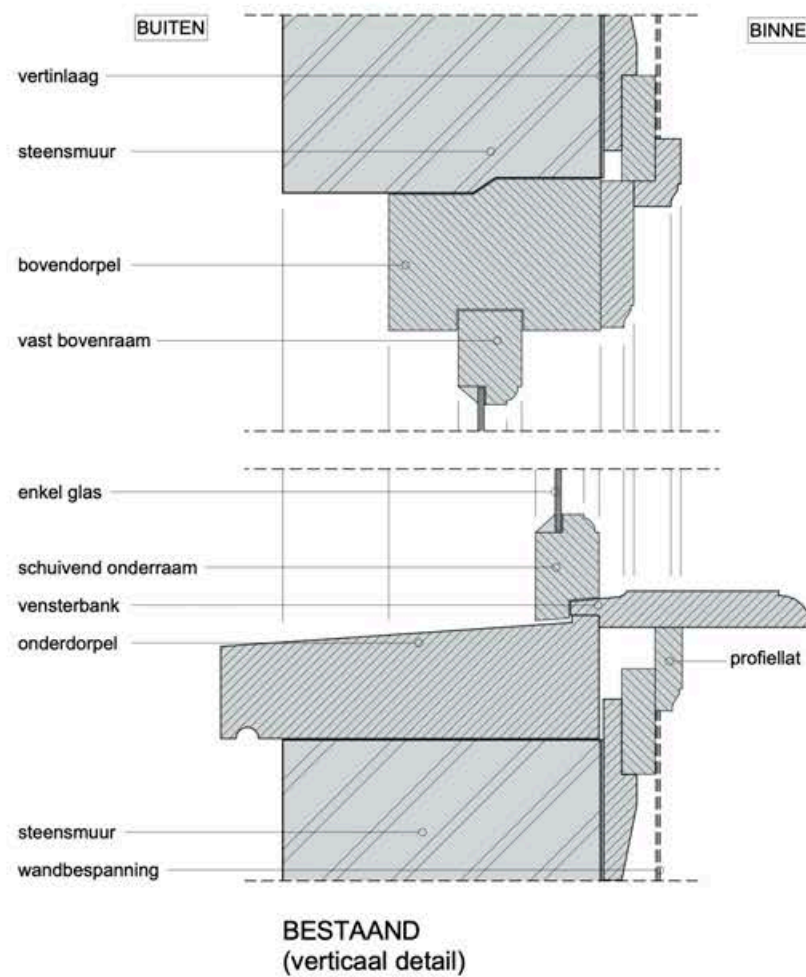
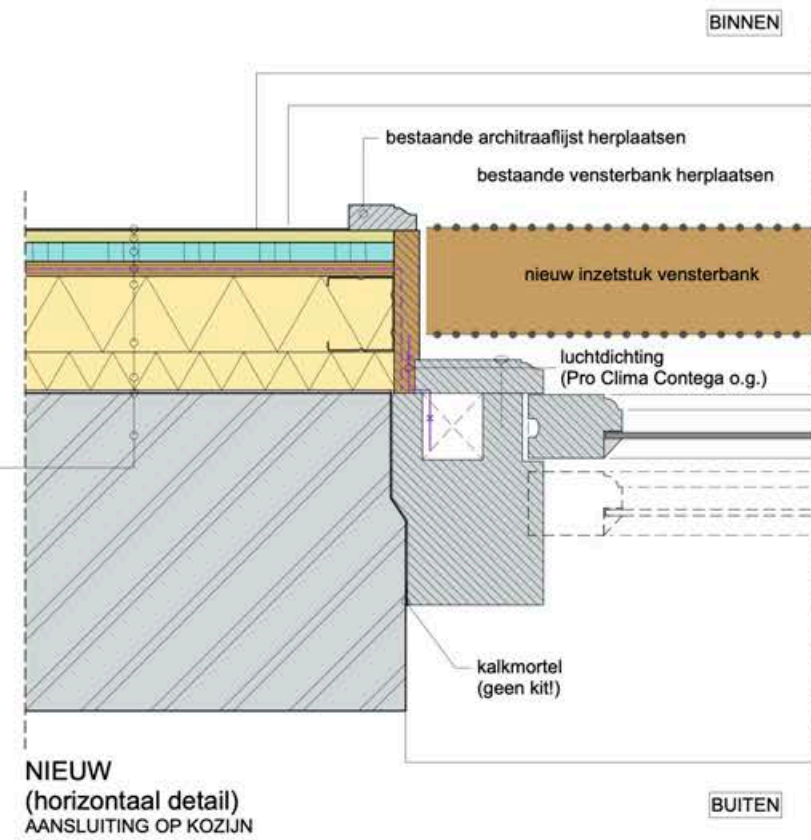
THEORIE

Uit onderzoek naar de luchtdichtheid van woningen blijkt dat niet alleen de kieren in een raam verantwoordelijk zijn voor tocht. Ook de aansluiting van de raamkozijnen op de muur is een belangrijk luchtlek. Dat de buitenlucht hier ongereguleerd kan binnenstromen leidt tot minder comfort, een verminderde prestatie van de voorzetwand en eventueel isolatieglas en kierdichtingen in het raam, en kan leiden tot condens op de plaats waar de warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar ontmoeten. Het is daarom belangrijk ook de aansluitingen van de kozijnen goed af te sluiten met een dichting die elastisch blijft, zoals een daarvoor bedoelde tape.

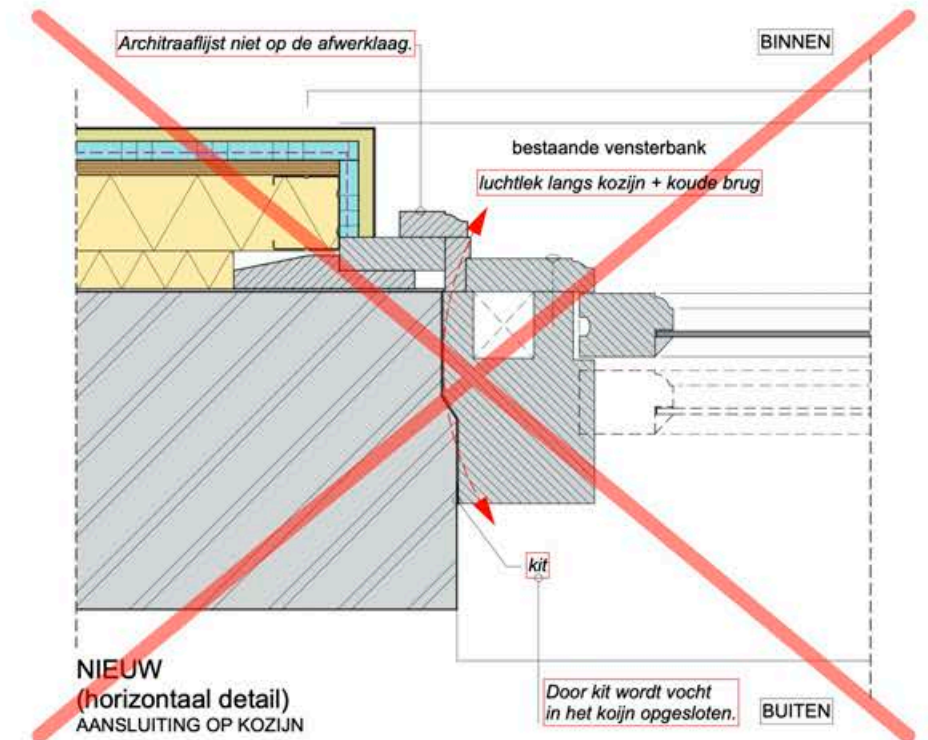
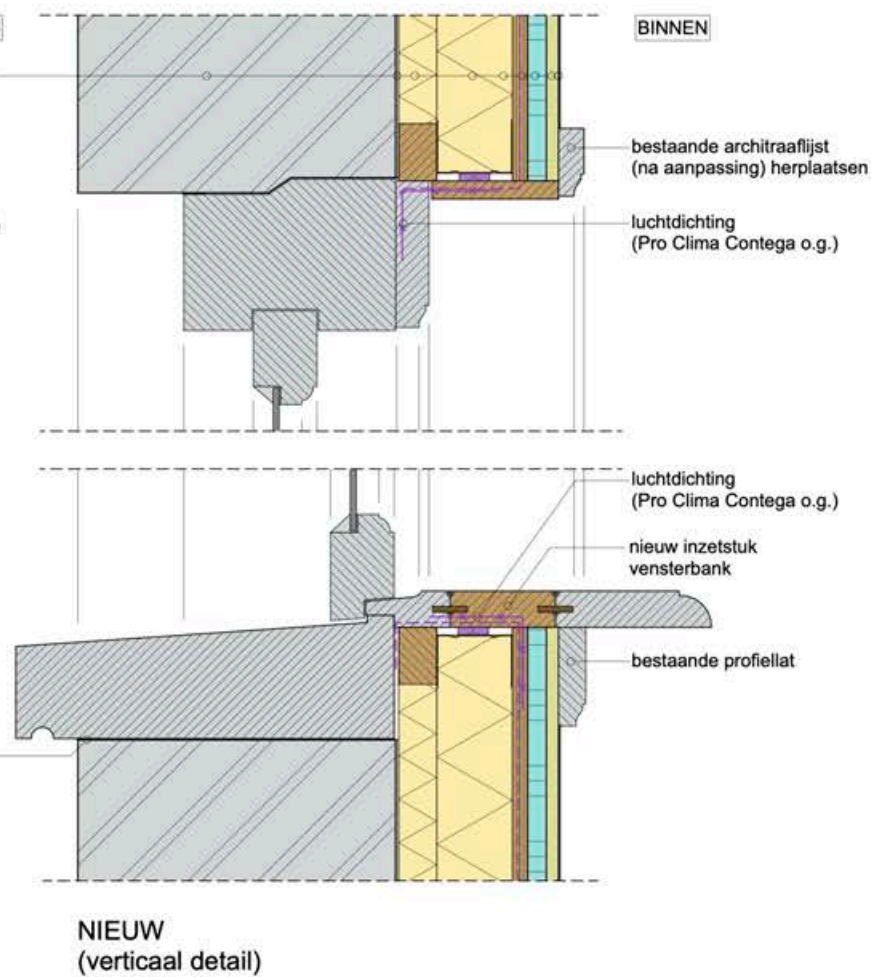
Idealiter zijn de diverse lagen waaruit een gevelconstructie bestaat naar buiten toe steeds meer dampopen. Bij historische kozijnen of andere houten onderdelen in muren zonder spouw is dat extra belangrijk, omdat ze vaak al meer vochtbelast zijn dan houtwerk in tegenwoordige constructies. Om die reden mag aan de buitenzijde geen kit worden gebruikt tussen het kozijn en de gevel: daardoor kan de mogelijkheid tot uittrekking van vocht worden geblokkeerd. Een kalkvoeg houdt wel het regenwater buiten de constructie, maar is voldoende dampopen om de waterdampstroom van binnenuit in de winter niet in de weg te zitten.



- wandopbouw (bu-bi):
- steensmuur
 - vertinlaag
 - flexibele isolatie
 - regelwerk waartussen isolatie
 - dampremmende folie (fa. MG-bouw o.g.)
 - hechthout
 - gipsplaat
 - stucwerk
 - afwerklaag



- wandopbouw (bu-bi):
- steensmuur
 - vertinlaag
 - flexibele isolatie
 - regelwerk waartussen isolatie
 - dampremmende folie (fa. MG-bouw o.g.)
 - hechthout
 - gipsplaat
 - stucwerk
 - afwerklaag



4.02 BINNENLUIKEN – ALGEMEEN AANSLUITING VOORZETWAND

INLEIDING

Dat historische gebouwen vroeger vaak buitenluiken hadden is algemeen bekend, maar er kwamen ook binnenluiken voor. Deze hadden een andere constructie dan de draaiende buitenluiken, omdat een luik met dezelfde breedte aan de binnenzijde onpraktisch zou zijn bij het openen en sluiten. Er zijn twee gebruikelijke varianten getekend: draaiende vouwblinden die zijn verdeeld in meerdere smalle slagen en schuivende binnenluiken. Voor beide typen geldt dat ze vaak helemaal waren opgenomen in de betimmering van een vertrek. De betimmeringen en het feit dat het schuivende binnenluik schuift, vragen om een specifiek aanpak bij isole en van de gevel. Dat is het onderwerp van dit detailblad.

Qua constructie en aandachtspunten zijn (buiten)schuifdeuren naar serres en veranda's vaak vergelijkbaar met schuifluiken bij het plaatsen van geïsolee de voorzetwanden. Het detail van het schuifluik kan dan ook als vertrekpunt worden genomen. Bij historische schuifdeuren die in de spouw van een spouwmuur schuiven is de situatie echter anders en de oplossing maatwerk.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

- Vouwblinden vallen in geopende toestand meestal weg in omkastingen naast het raam. Vanwege deze kasten heeft de betimmering aan de binnenzijde een behoorlijke diepte. Die kan goed benut worden voor het aanbrengen van isolatie aan de binnenzijde van de gevel. Eventueel is achter de wandbespanning ook verwarming aan te brengen. Hier is dat gedaan door na de dampremmende folie stalen profielplaten op het stijl- en regelwerk te bevestigen. In deze platen kan een verwarmingsbuis worden geklikt. De staalplaten zorgen voor een goede afgifte van de warmte in de buizen.
- Bij schuifluiken is op de plaats waar de luiken in de wand schuiven plaatselijk vaak juist weinig ruimte voor isolatie. Om hier condensatie te voorkomen, is het belangrijk toch een dunne isolatie aan te brengen en de instroming van warme binnenlucht te verminderen door de kieren tussen het luik en de betimmering te dichten met een kerdichting die het schuiven niet belemmert.

Voor de werkwijze en opbouw van verschillende soorten geïsoleerde voorzetwanden wordt verwezen naar de hoofdstukken 2 en 3.

AANDACHTSPUNTEN

Als de bespanning in een monument zit en historische waarde heeft, is deze oplossing niet altijd mogelijk. En als het aanbrengen van isolatie wel haalbaar is, dan vraagt het afnemen en herplaatsen van de bespanning grote zorgvuldigheid.

Bij a.

Dit is een mooie, onzichtbare oplossing voor verwarming, vooral in een monumentaal interieur. Door de aanwezigheid van de bespanning zal de wandverwarming wel minder effectief zijn dan aan het oppervlak van een voorzetwand.

Bij b.

Bij monumenten zal normaal gesproken gevraagd worden om de gevelisolatie zo aan te brengen dat het luik kan blijven schuiven. Maar ook bij niet-monumenten is dat aan te raden. Uit onderzoek blijkt het warmteverlies door een raam bij een gesloten luik namelijk aanzienlijk lager te liggen.

Gezien de beperkte ruimte in de luikomkasting is het aantrekkelijk hier een isolatieplaat toe te passen die bij een geringe dikte al een redelijke isolatiewaarde oplevert en waarin de dampremming al geïntegreerd is. Deze oplossing is hier getekend. Het is echter niet altijd mogelijk met zo'n stijve en vlakke plaat een goede aansluiting op de historische gevel te realiseren, waardoor er achter het isolatiemateriaal onwenselijke holtes of doorlopende luchtlagen zullen ontstaan. Ook is dit probleem vanwege de beperkte ruimte lastig/meestal niet op te lossen door tussen de isolatieplaat en de gevel een flexibele isolatiedeken op te nemen. Als het niet mogelijk is doorlopende luchtlagen achter de isolatie te voorkomen of om de dampremmende laag in de luikomkasting door te zetten en goed te laten aansluiten, dan is een dampopen, capillair actieve isolatie zoals een perlietstuc hier wellicht een betere oplossing.

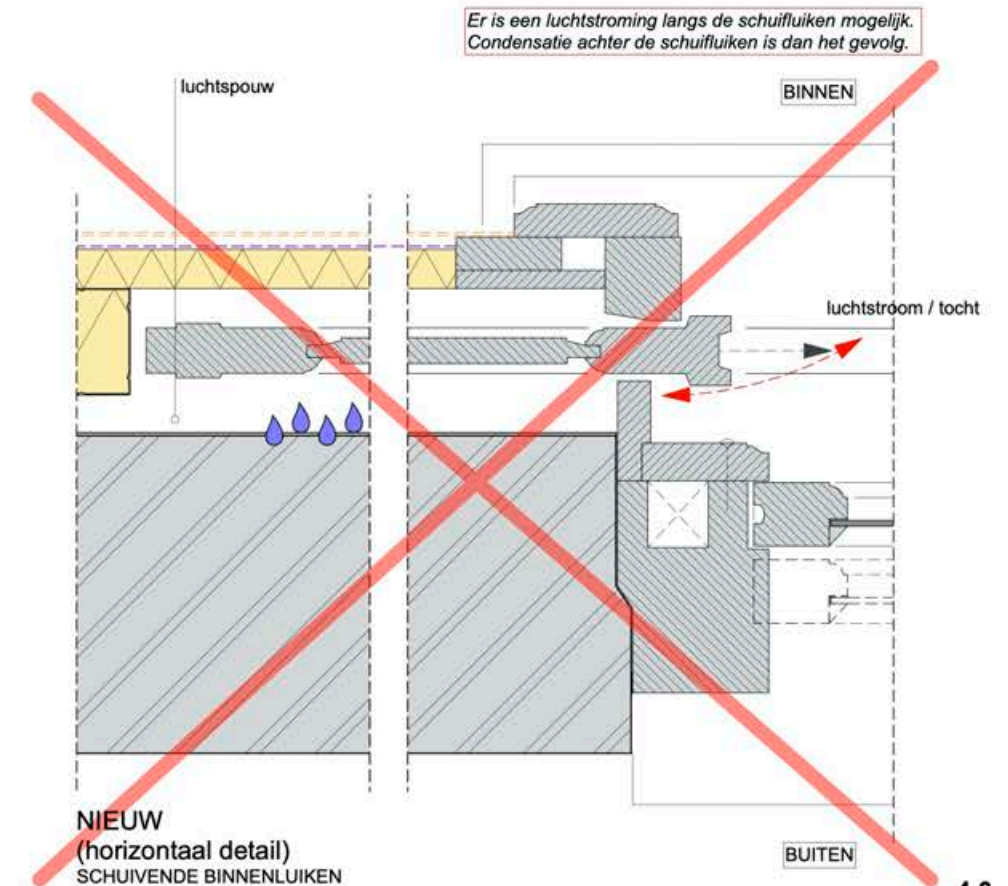
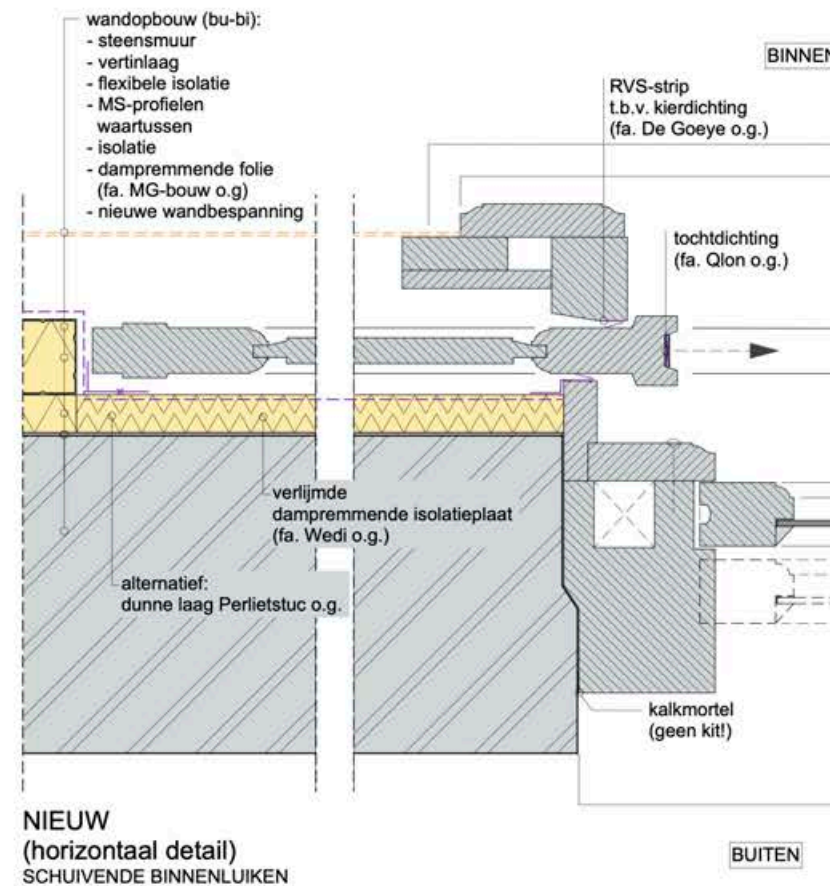
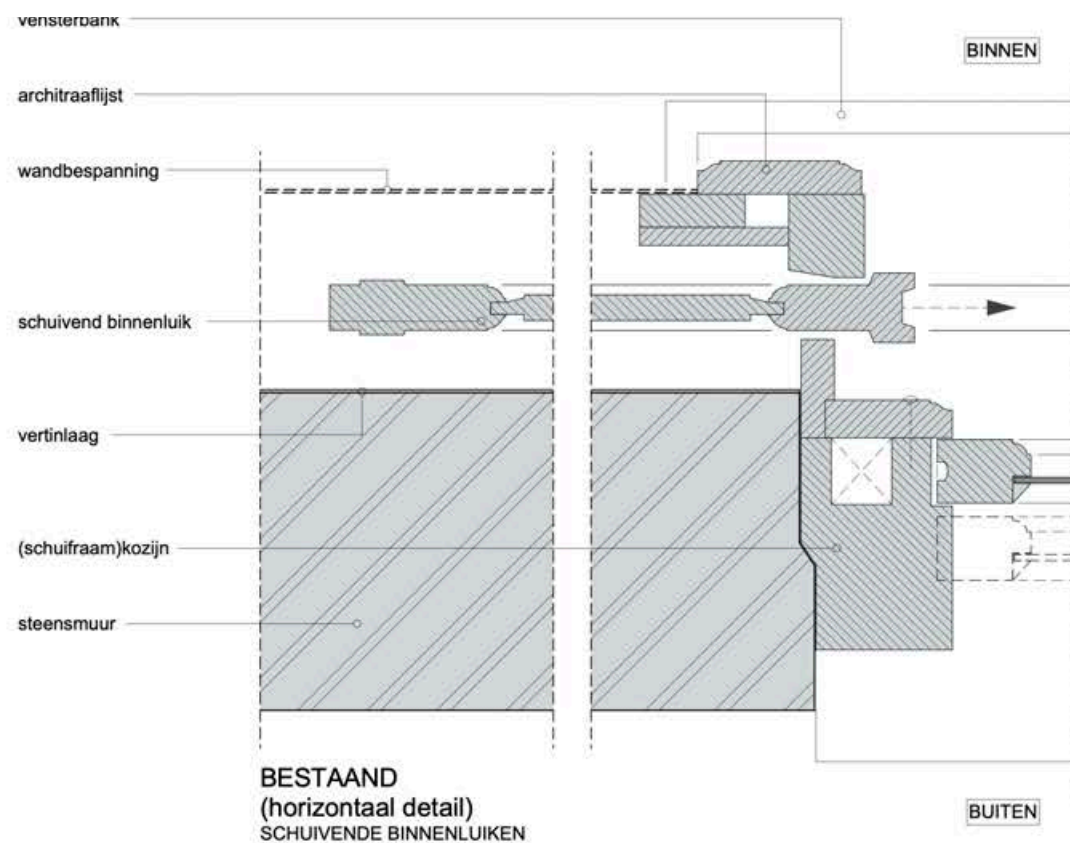
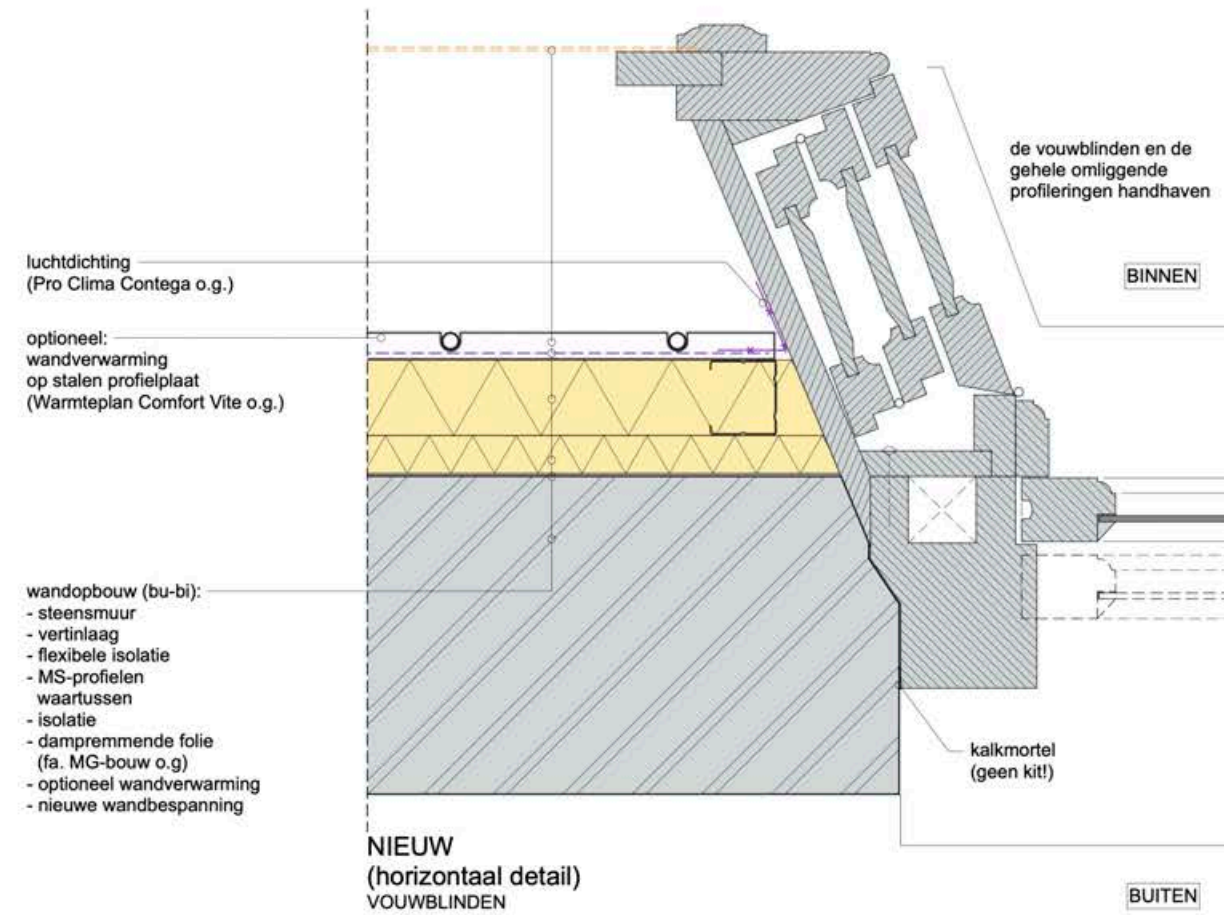
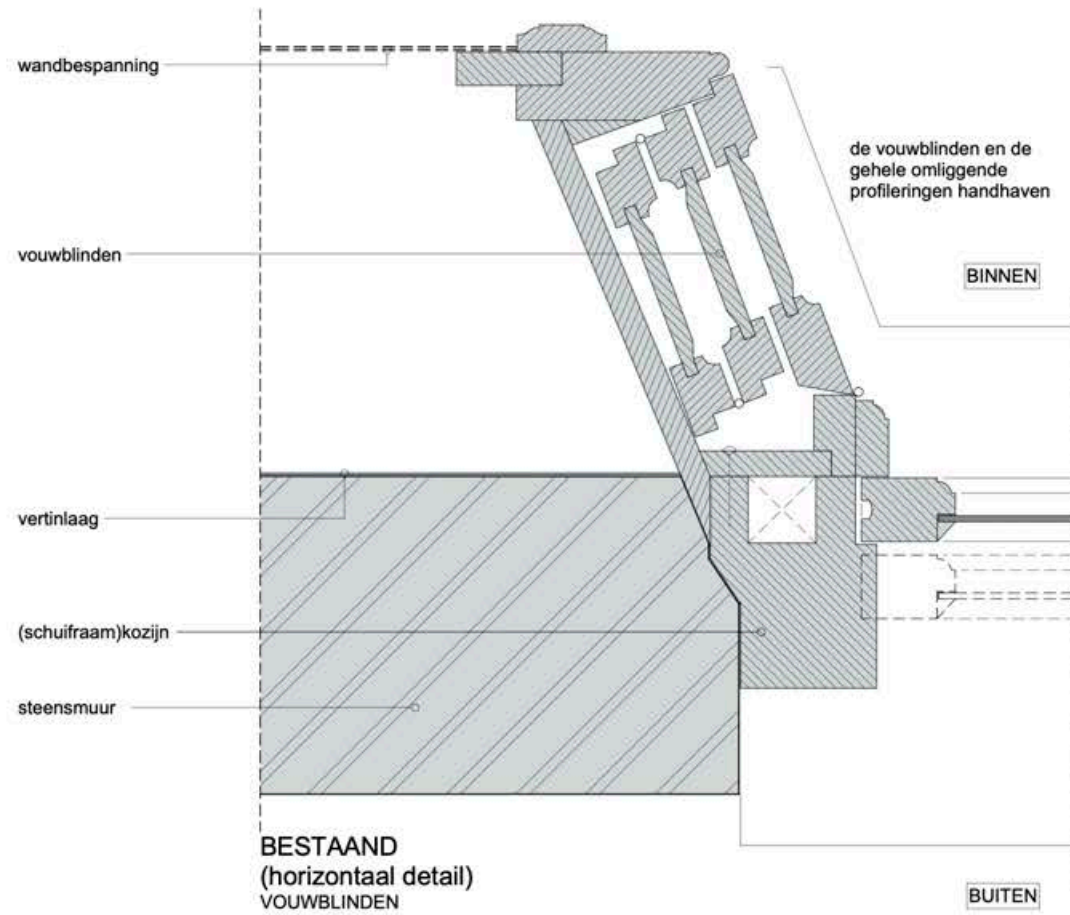
Niet zelden wordt ter plaatse van een schuivend binnenluik helaas de oplossing rechtsonder gekozen. De isolatie in de voorzetwand is dan ter plaatse van het luik dunner en het luik zit aan de koude kant van de thermische schil. Deze oplossing zorgt ervoor dat warme binnenlucht ongehinderd achter de voorzetwand kan stromen. Dat leidt tot een verminderde prestatie van de isolatie en mogelijk tot condens, schimmel en houtrot in de luikomkasting.

THEORIE

Het sluiten van binnenluiken is een aantrekkelijke manier om energie te besparen, omdat een luik het warmteverlies door een raam met enkel glas tot wel 60% kan beperken. Tussen het gesloten luik en het raam ontstaat dan wel een koudere tussenzone met stilstaande lucht waar vocht uit de binnenlucht kan condenseren. Zodra het luik weer geopend wordt, kan het condenswater door luchtbewegingen weer worden afgevoerd. Daarom is het prima om 's avonds de luiken te sluiten, maar het is betere dat niet gedurende lange perioden te doen. Een kerdichting in het luik en (dun) isolatieglas in het historische raam kunnen het risico op condens wel verkleinen.

Ook in een voorzetwand kan warme binnenlucht vocht afzetten in de koude tussenzone tussen de isolatie en de gevel. Daarom is het belangrijk dat er zich tussen de isolatie en de gevel geen luchtlag bevindt. Daarnaast is het bij een traditionele isolatie met dampremming van belang dat de dampremmende folie zorgvuldig uitgevoerd wordt en goed aansluit op de omgeving. Daardoor wordt de waterdamp uit het binnenklimaat buiten de voorzetwand gehouden.

Als het niet mogelijk is om de folie goed aan te laten sluiten, dan is een capillair actieve isolatie zoals een perlietstuc in de luikkast een betere keuze. Zo'n isolatie is door de capillaire werking van het materiaal in staat eventueel condens te herverdelen en naar binnen toe af te voeren. De isolerende werking van een dunne laag perlietstuc is wel beperkt, dus als er voldoende ruimte is heeft een ander isolatiemateriaal de voorkeur.



4.03 DRAAIRAAM – AANSLUITING VOORZETWAND METALSTUD

INLEIDING

Het is vaak mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde vanwege het behoud van het gevelaanzicht. De gevel wordt daardoor dikker en dat zorgt voor andere aansluitingen op de ramen en deuren. In dit detailblad wordt uitgelegd hoe een voorzetwand met een traditionele opbouw technisch en esthetisch goed aansluit op een draairaam.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de bestaande situatie een 'steens' gevel is, dus zonder spouw, met een naar binnen draaiend raam. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met een stuclaag en het raam heeft nog zijn historische vensterbank.

Voor het aanbrengen van de voorzetwand wordt de vensterbank voorzichtig verwijderd om later opnieuw te gebruiken. Daarna kan het stijl- en regelwerk van metaalprofielen worden geplaatst, waaraan de voorzetwand zijn stevigheid ontleent. De metaalprofielen komen op enige afstand van de gevel te staan om te voorkomen dat ze een koudebrug vormen. Voor de exacte werkwijze wordt verwezen naar de detailbladen 3.02 en 3.06.

Hier is het onderwerp een zorgvuldige aansluiting op het raam. Vanwege de beperkte ruimte voor isolatie 'in de dag' (de zijkant van het gat in de gevel waarin het raamkozijn zit) is hier een dunne isolatieplaat van vochtbestendig polystyreen hardschuim toegepast. Voordat deze plaat kan worden aangebracht, moet de dampremmende folie in de voorzetwand eerst de hoek om worden gezet, zodat hij aansluit op het kozijn. Een speciaal daarvoor ontwikkelde tape die op het kozijn en de voorzetwand wordt geplakt, zorgt voor een luchtdichte afdichting van de aansluiting en tussen de hardschuimplaat en het kozijn wordt voor de zekerheid ook nog een zwelband aangebracht.

De vensterbank die met een ingelijmde houten plank is verbreed wordt daarna op de hardschuimplaat teruggeplaatst. Zo zijn er geen koudebruggen meer in de dag.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Een klein percentage van de monumenten heeft vertrekken waarbij de binnenzijde van de gevel een belangrijke historische afwerking kent, bijvoorbeeld een schildering. In dat geval is het aanbrengen van voorzetwanden meestal niet mogelijk.

Om de dikwijls flinke kie en tussen het kozijn en de buitenmuur te dichtten wordt vaak siliconenkit gebruikt. Dit is sterk af te raden, omdat daardoor vocht bij het kozijn opgesloten wordt en houtrot kan ontstaan. Als het nodig is een dichting aan te brengen, dan wordt hiervoor een kalkvoeg geadviseerd.

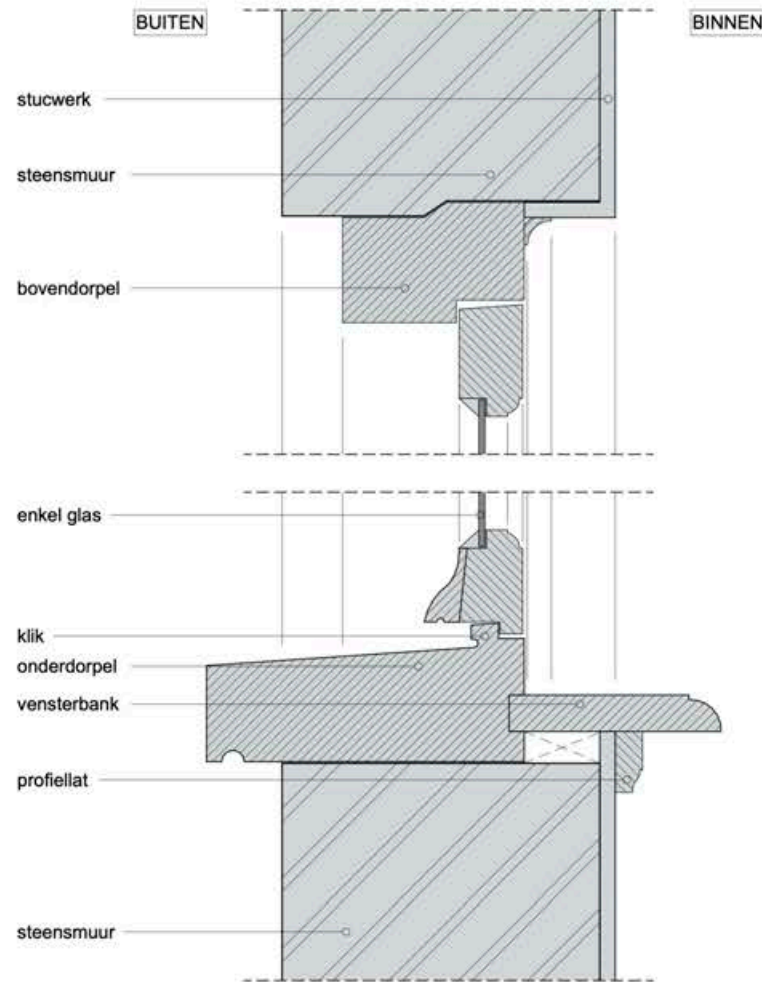
Naar binnendraaiende ramen hebben nog weleens last van hemelwater dat onder het raam door naar binnen slaat, bijvoorbeeld bij harde wind. Een mogelijke oplossing hiervoor is getekend in detailblad 4.27.

Verdere aandachtspunten rondom dit type voorzetwanden worden benoemd in de detailbladen 3.02 en 3.06.

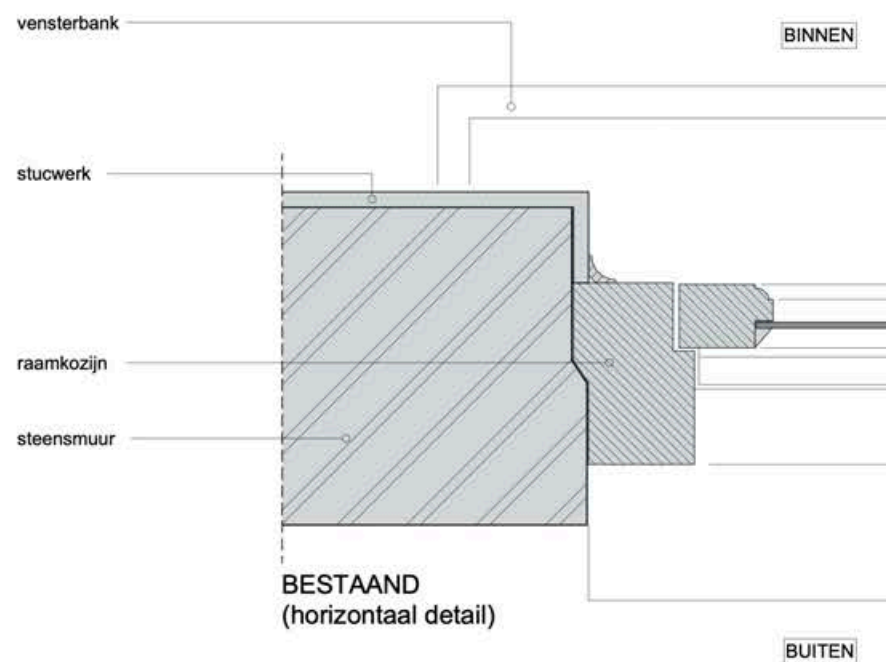
THEORIE

Uit onderzoek naar de luchtdichtheid van woningen blijkt dat niet alleen de kieren in een raam verantwoordelijk zijn voor tocht. Ook de aansluiting van de raamkozijnen op de muur is een belangrijk luchtlek. Dat de buitenlucht hier ongereguleerd kan binnenstromen leidt tot minder comfort, een verminderde prestatie van de voorzetwand en eventueel isolatieglas en kierdichtingen in het raam, en kan leiden tot condens op de plaats waar de warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar ontmoeten. Zeker als er relatief weinig luchtstroming is achter een gesloten gordijn en vocht daardoor moeilijk afgevoerd wordt. Het is daarom belangrijk ook de aansluitingen van de kozijnen goed af te sluiten met een dichting die elastisch blijft, zoals een daarvoor bedoelde tape.

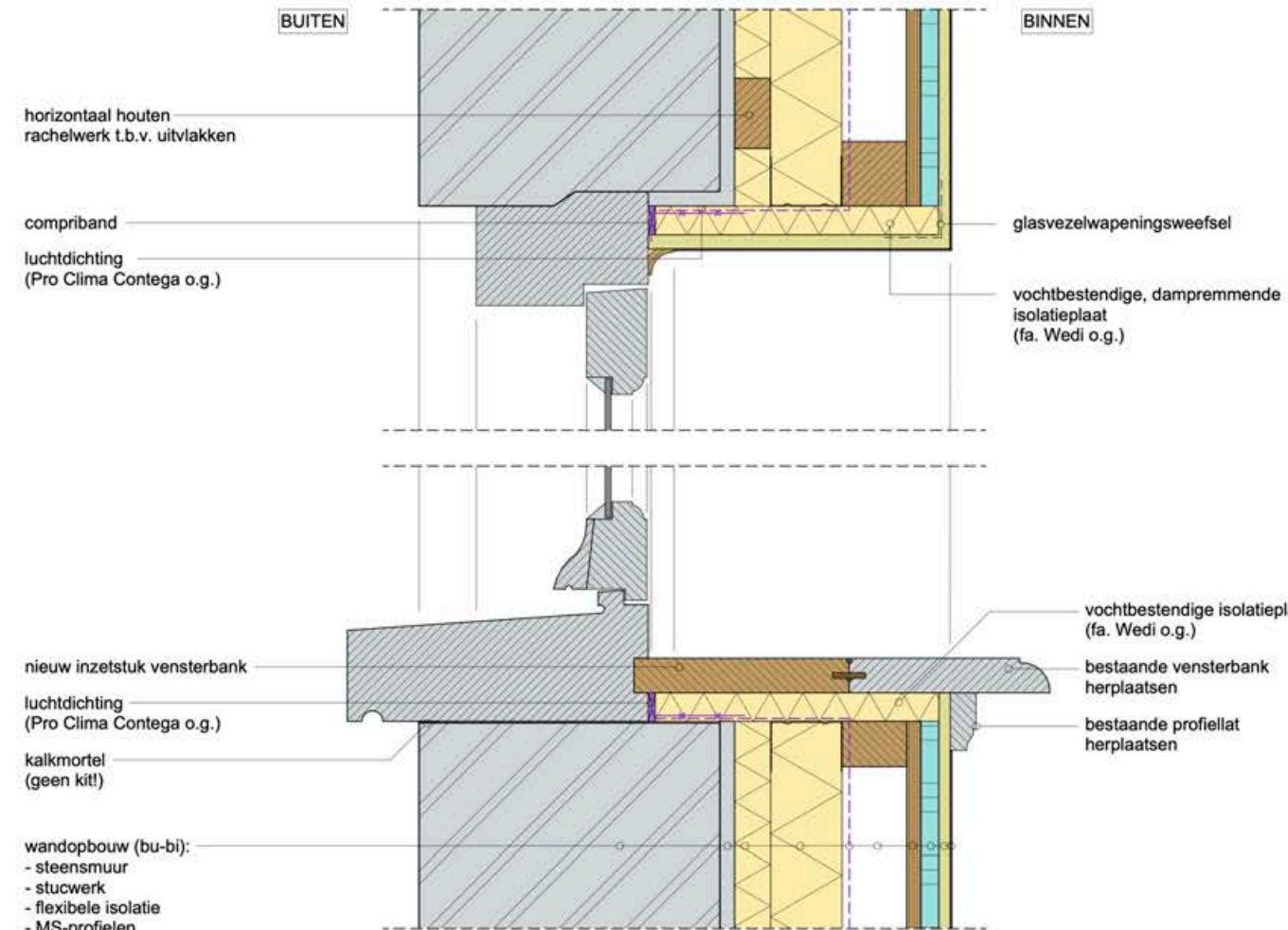
Idealiter zijn de diverse lagen waaruit een gevelconstructie bestaat naar buiten toe steeds meer dampopen. Bij historische kozijnen of andere houten onderdelen in muren zonder spouw is dat extra belangrijk, omdat ze vaak al meer vochtbelast zijn dan houtwerk in tegenwoordige constructies. Om die reden mag aan de buitenzijde geen kit worden gebruikt tussen het kozijn en de gevel: daardoor kan de mogelijkheid tot uittreding van vocht worden geblokkeerd. Een kalkvoeg houdt wel het regenwater buiten de constructie, maar is voldoende dampopen om de waterdampstroom van binnenuit in de winter niet in de weg te zitten.



BESTAAND
(verticaal detail)



BESTAAND
(horizontaal detail)



nieuw inzetstuk vensterbank
luchtdichting
(Pro Clima Contega o.g.)
kalkmortel
(geen kit!)

wandopbouw (bu-bi):
- steensmuur
- stucwerk
- flexibele isolatie
- MS-profielen
waartussen
- isolatie
- dampremmende folie
(fa. MG-bouw o.g.)
- installatiespouw
- hechthout
- gipsplaat
- stucwerk
- afwerklaag

NIEUW
(verticaal detail)
DAMPREMMEND

wandopbouw (bu-bi):
- steensmuur
- stucwerk
- flexibele isolatie
- MS-profielen
waartussen
- isolatie
- dampremmende folie
(fa. MG-bouw o.g.)
- installatiespouw
- hechthout
- gipsplaat
- stucwerk
- afwerklaag

NIEUW
(horizontaal detail)
DAMPREMMEND

bestaande vensterbank herplaatsen

vochtbestendige isolatieplaat
(fa. Wedi o.g.)
bestaande vensterbank
herplaatsen
bestaande profiellat
herplaatsen

glasvezelwapeningsweefsel
vochtbestendige, dampremmende
isolatieplaat
(fa. Wedi o.g.)

luchtdichting
(Pro Clima Contega o.g.)

kalkmortel
(geen kit!)

4.04 DRAAIRAAM – AANSLUITING VOORZETWAND HOUTVEZELPLAAT

INLEIDING

Het is vaak mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde vanwege het behoud van het gevelaanzicht. De gevel wordt daardoor dikker en dat zorgt voor andere aansluitingen op de ramen en deuren. In dit detailblad wordt uitgelegd hoe een voorzetwand met een dampopen, capillair actieve isolatie zoals een houtvezelplaat, technisch en esthetisch goed aansluit op een draairaam.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de bestaande situatie een 'steens' gevel is, dus zonder spouw, met een naar binnen draaiend raam. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met een stuclaag en het raam heeft nog zijn historische vensterbank.

Voor het aanbrengen van de voorzetwand wordt de vensterbank voorzichtig verwijderd om later opnieuw te gebruiken. Daarna moet de bestaande stuclaag vaak worden verwijderd, om een geschikte hechtlaag tussen de houtvezelplaten en de gevel te kunnen aanbrengen. Voor de werking van een dampopen, capillair actieve isolatie en de exacte werkwijze wordt verwezen naar de detailbladen 2.01, 2.02 en 3.04.

Hier is het onderwerp een zorgvuldige aansluiting op het raam. Vanwege de beperkte ruimte voor isolatie 'in de dag' (de zijkant van het gat in de gevel waarin het raamkozijn zit) is hier een dunne houtvezelplaat toegepast. Deze zou minimaal 2cm dik moeten zijn. Voordat de houtvezelplaat hier kan worden aangebracht, moet eerst een luchtdichting bij het kozijn worden aangebracht. Hier is een elastische en overpleisterbare luchtdichtingspray getekend, maar er kan ook een daarvoor ontwikkelde tape worden gebruikt. Tussen de isolatieplaat en het kozijn wordt voor de zekerheid ook nog een zwelband aangebracht.

De vensterbank die met een ingelijmde houten plank is verbreed wordt daarna op de isolatieplaat teruggeplaatst. Zo zijn er geen koudebruggen meer in de dag.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Een klein percentage van de monumenten heeft vertrekken waarbij de binnenzijde van de gevel een belangrijke historische afwerking kent, bijvoorbeeld een schildering. In dat geval is het aanbrengen van voorzetwanden meestal niet mogelijk.

Om de dikwijls flinke kie en tussen het kozijn en de buitenmuur te dichten wordt vaak siliconenkit gebruikt. Dit is sterk af te raden, omdat daardoor vocht bij het kozijn opgesloten wordt en houtrot kan ontstaan. Als het nodig is een dichting aan te brengen, dan wordt hiervoor een kalkvoeg geadviseerd.

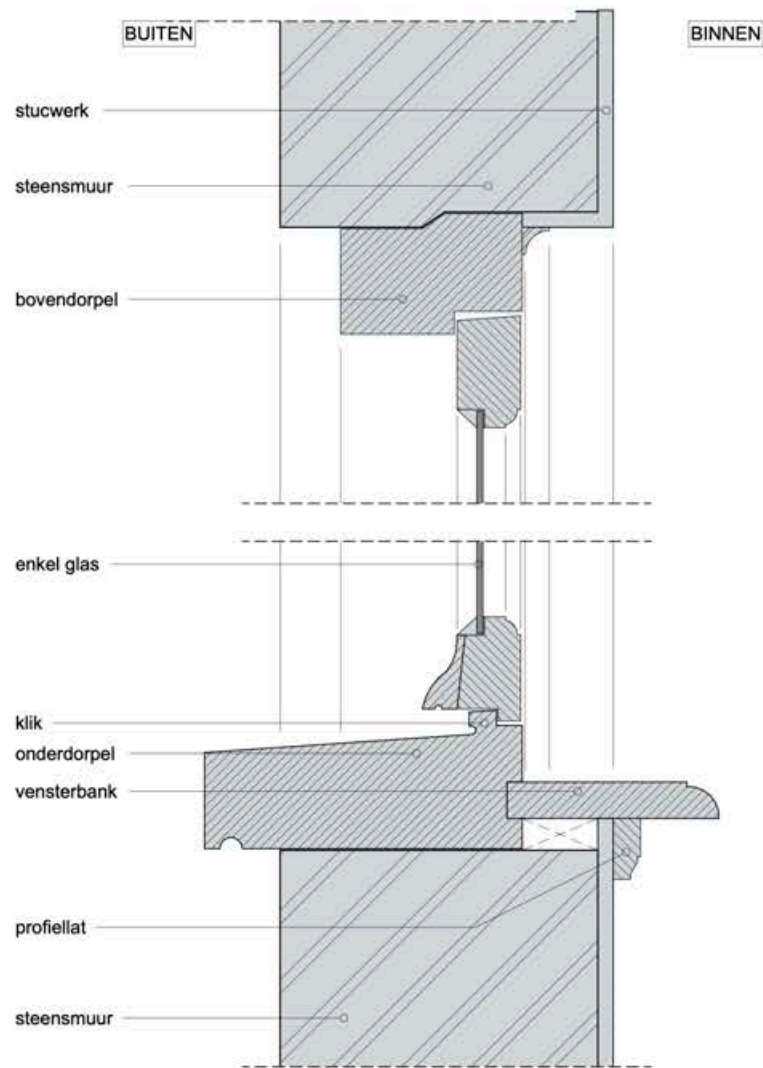
Naar binnendraaiende ramen hebben nog weleens last van hemelwater dat onder het raam door naar binnen slaat, bijvoorbeeld bij harde wind. Een mogelijke oplossing hiervoor is getekend in detailblad 4.27.

Verdere aandachtspunten rondom dit type voorzetwanden, onder andere met betrekking tot de bestaande binnenafwering van de gevel, worden benoemd in de detailbladen 2.01, 2.02 en 3.04.

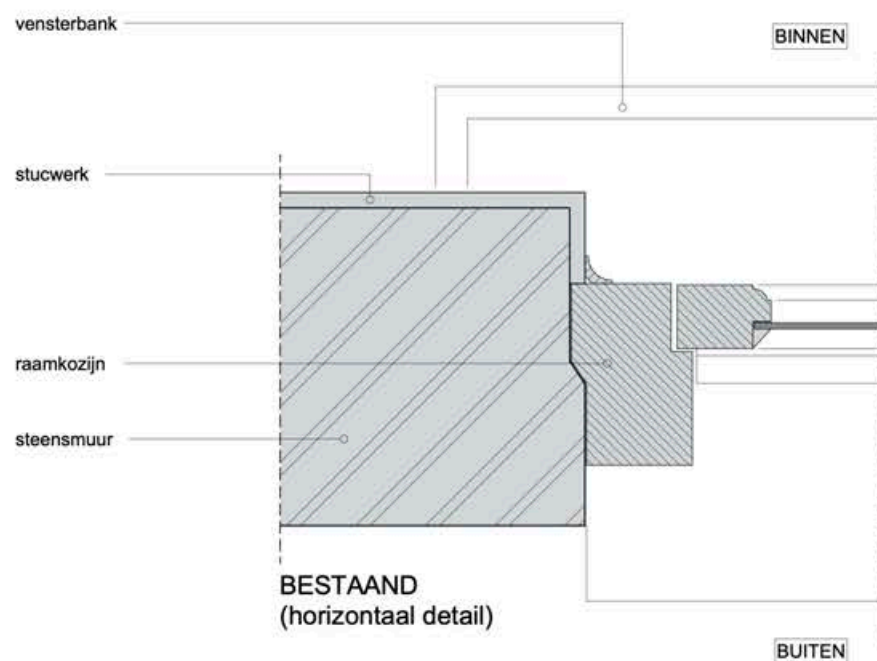
THEORIE

Uit onderzoek naar de luchtdichtheid van woningen blijkt dat niet alleen de kieren in een raam verantwoordelijk zijn voor tocht. Ook de aansluiting van de raamkozijnen op de muur is een belangrijk luchtlek. Dat de buitenlucht hier ongereguleerd kan binnenstromen leidt tot minder comfort, een verminderde prestatie van de voorzetwand en eventueel isolatieglas en kierdichtingen in het raam, en kan leiden tot condens op de plaats waar de warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar ontmoeten. Zeker als er relatief weinig luchtstroming is achter een gesloten gordijn en vocht daardoor moeilijk afgevoerd wordt. Het is daarom belangrijk ook de aansluitingen van de kozijnen goed af te sluiten met een dichting die elastisch blijft.

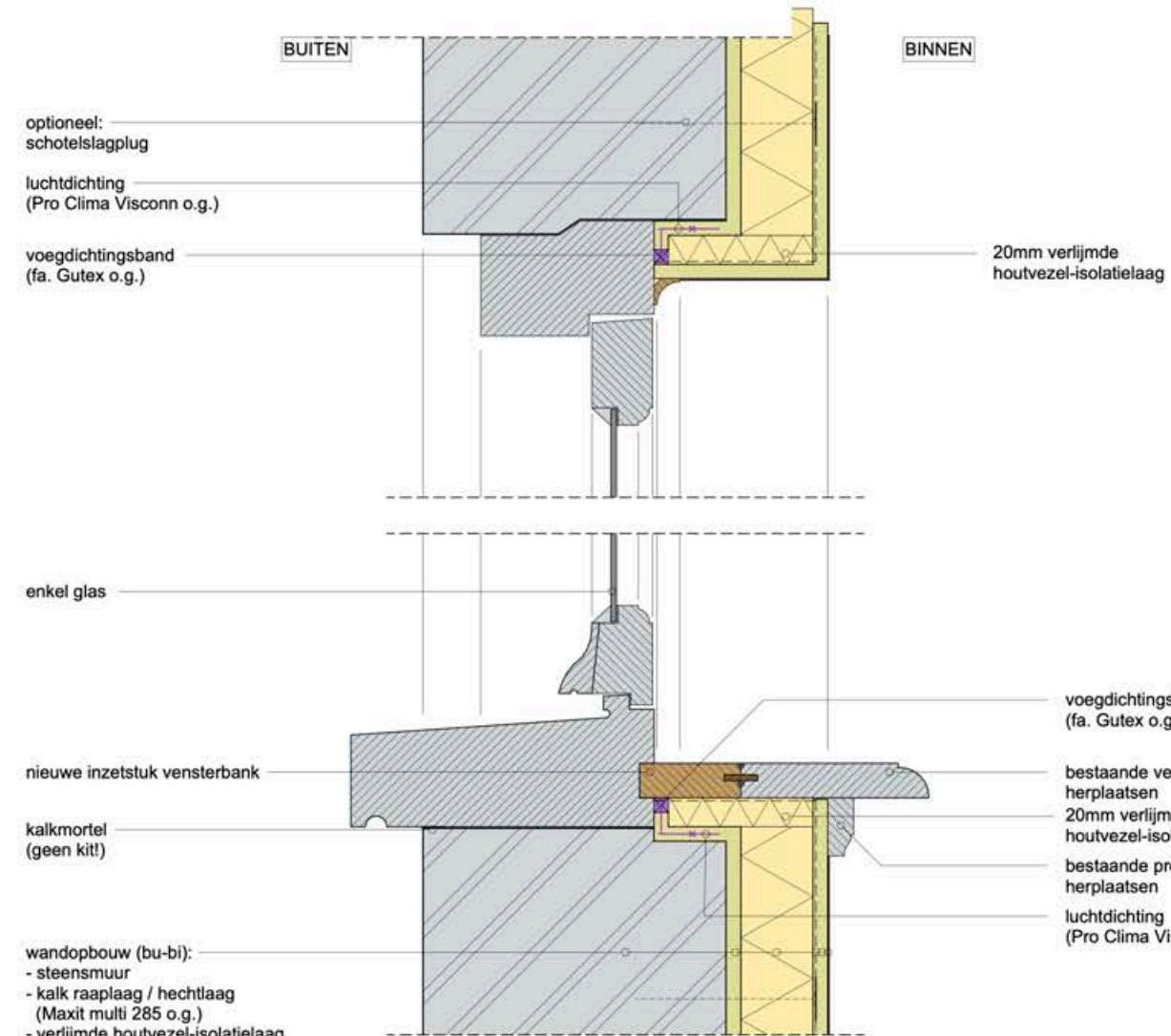
Idealiter zijn de diverse lagen waaruit een gevelconstructie bestaat naar buiten toe steeds meer dampopen. Bij historische kozijnen of andere houten onderdelen in muren zonder spouw is dat extra belangrijk, omdat ze vaak al meer vochtbelast zijn dan houtwerk in tegenwoordige constructies. Om die reden mag aan de buitenzijde geen kit worden gebruikt tussen het kozijn en de gevel: daardoor kan de mogelijkheid tot uittreding van vocht worden geblokkeerd. Een kalkvoeg houdt wel het regenwater buiten de constructie, maar is voldoende dampopen om de waterdampstroom van binnenuit in de winter niet in de weg te zitten.



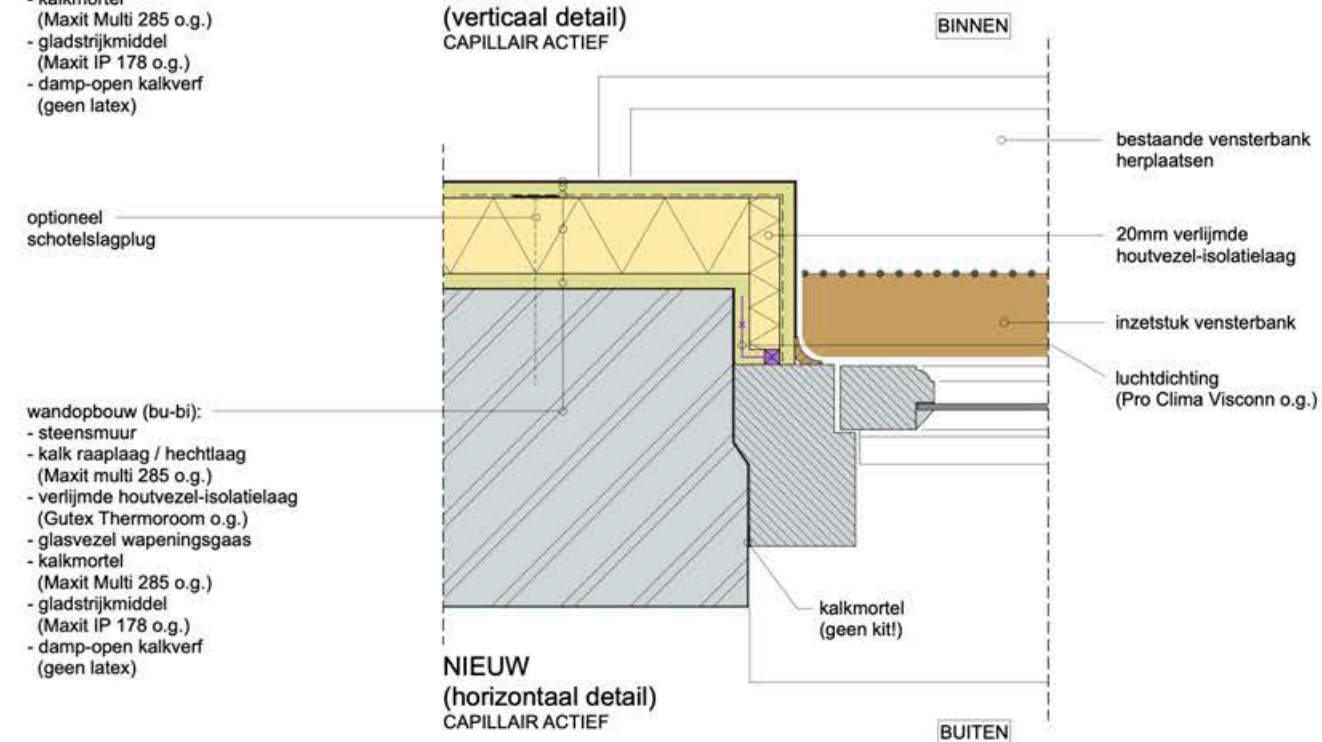
BESTAAND
(verticaal detail)



BESTAAND
(horizontaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)
CAPILLAIR ACTIEF



NIEUW
(horizontaal detail)
CAPILLAIR ACTIEF



4.05 SCHUIFRAAM – AANSLUITING VOORZETWAND HOUTVEZELPLAAT

INLEIDING

Het is vaak mogelijk de gevels van historische panden te isoleren, maar dan met voorzetwanden aan de binnenzijde vanwege het behoud van het gevelaanzicht. De gevel wordt daardoor dikker en het is noodzakelijk de aftimmering van deuren en ramen aan de binnenzijde te veranderen. In dit detailblad wordt uitgelegd hoe een voorzetwand met een dampopen, capillair actieve isolatie zoals een houtvezelplaat, technisch en esthetisch goed aansluit op een schuifraam.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de bestaande situatie een 'steens' gevel is, dus zonder spouw, met schuiframen. De gevel is aan de binnenzijde afgewerkt met een stuc laag en op de overgang van de dagkantstukken en de pleisterlaag zijn lijsten aangebracht. Het raam heeft nog zijn historische vensterbank.

Voor het aanbrengen van de voorzetwand worden de vensterbank en de aftimmering van het raam voorzichtig verwijderd om ze later opnieuw te gebruiken. Ook de belegstukken, de losse latten die toegang geven tot de kokers waarin de contragewichten van het raam op een neer gaan, moeten worden losgeschroefd. De bestaande stuc laag wordt verwijderd om een geschikte hecht laag tussen de houtvezelplaten en de gevel te kunnen aanbrengen. Voor de werking van een dampopen, capillair actieve isolatie en de exacte werkwijze wordt verwezen naar de detailbladen 2.01, 2.02 en 3.04.

Hier is het onderwerp een zorgvuldige aansluiting op het raam. Vanwege de beperkte ruimte voor isolatie 'in de dag' (de zijkant van de opening in de gevel waarin het raamkozijn zit) en het feit dat de gewichtskokers in de kozijnstijlen bereikbaar moeten blijven, is het muurwerk rondom opgehakt om ruimte te maken voor een dunne houtvezelplaat. Deze zou minimaal 2cm dik moeten zijn. Bij de aansluiting van de muur en het kozijn is rondom als luchtdichting een speciaal daarvoor ontwikkelde tape geplakt, voordat hierover de hecht laag van het isolatiesysteem wordt aangebracht. Tussen de houtvezelplaat en het kozijn is later voor de zekerheid ook nog een zwelband als extra luchtdichting aangebracht.

De vensterbank kan na het aanbrengen van de isolatie worden teruggeplaatst, maar zal vanwege de extra dikte van de gevel wel verbreed moeten worden door er een houten plank in te lijmen. Ook de dagkantstukken worden herplaatst, daarna de belegstukken, en als de stuc laag op de isolatieplaten is aangebracht ook het lijstwerk.

AANDACHTSPUNTEN

Bij iedere vorm van gevelisolatie geldt dat de conditie van de gevel goed moet zijn, met voegwerk in een goede staat, zonder scheuren of vorstschade aan de bakstenen. Als de gevel namelijk al problemen vertoont, dan verergeren die vaak door het isoleren. Een klein percentage van de monumenten heeft vertrekken waarbij de binnenzijde van de gevel een belangrijke historische afwerking kent, bijvoorbeeld een schildering. In dat geval is het aanbrengen van voorzetwanden meestal niet mogelijk.

Het ophakken van de muren is bij monumenten niet altijd mogelijk: bijvoorbeeld als het historische materiaal grote waarde heeft, bijvoorbeeld vanwege een hoge ouderdom.

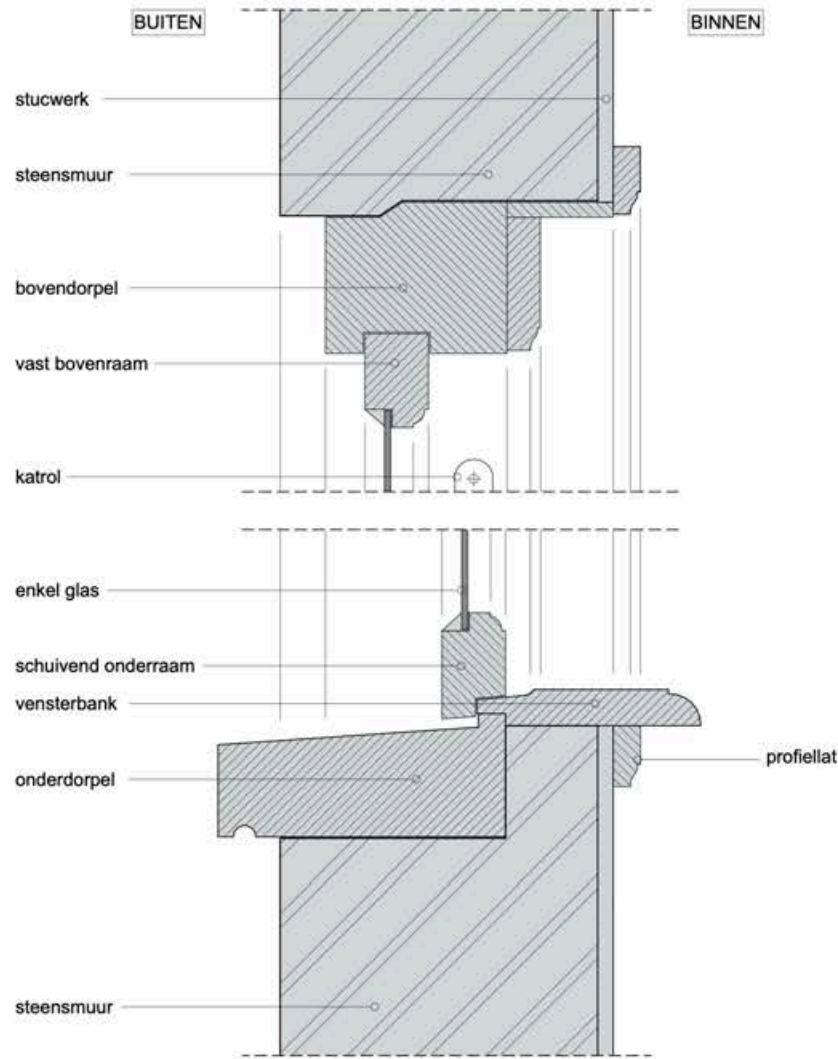
Om de dikwijls flinke kie en tussen het kozijn en de buitenmuur te dicht en wordt vaak siliconenkit gebruikt. Dit is sterk af te raden, omdat daardoor vocht bij het kozijn opgesloten wordt en houtrot kan ontstaan. Als het nodig is een dichting aan te brengen, dan wordt hiervoor een kalkvoeg geadviseerd.

Verdere aandachtspunten rondom dit type voorzetwanden, onder andere met betrekking tot de bestaande binnenafwerking van de gevel, worden benoemd in de detailbladen 2.01, 2.02 en 3.04.

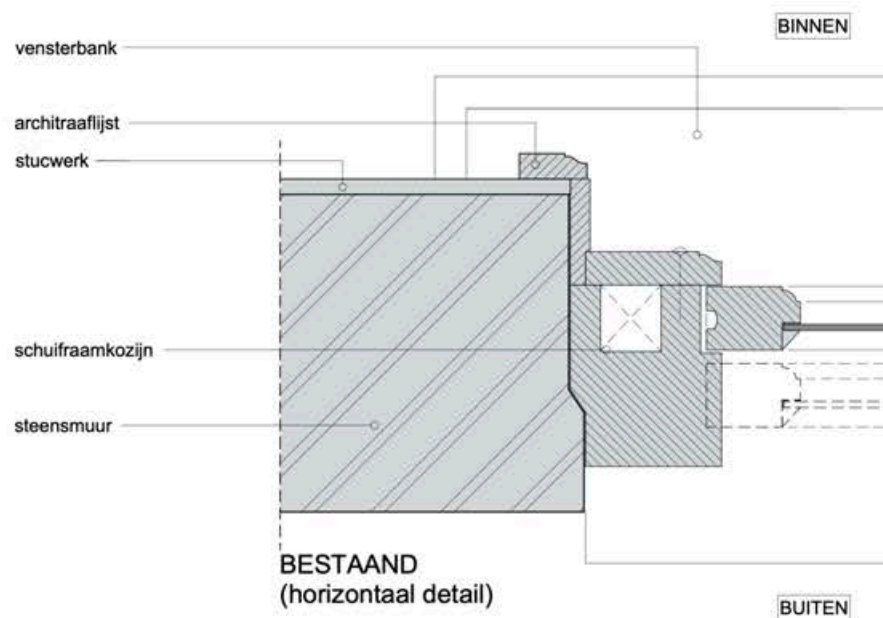
THEORIE

Uit onderzoek naar de luchtdichtheid van woningen blijkt dat niet alleen de kieren in een raam verantwoordelijk zijn voor tocht. Ook de aansluiting van de raamkozijnen op de muur is een belangrijk luchtlek. Dat de buitenlucht hier ongereguleerd kan binnenstromen leidt tot minder comfort, een verminderde prestatie van de voorzetwand en eventueel isolatieglas en kierdichtingen in het raam, en kan leiden tot condens op de plaats waar de warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar ontmoeten. Het is daarom belangrijk ook de aansluitingen van de kozijnen goed af te sluiten met een dichting die elastisch blijft, zoals een daarvoor bedoelde tape.

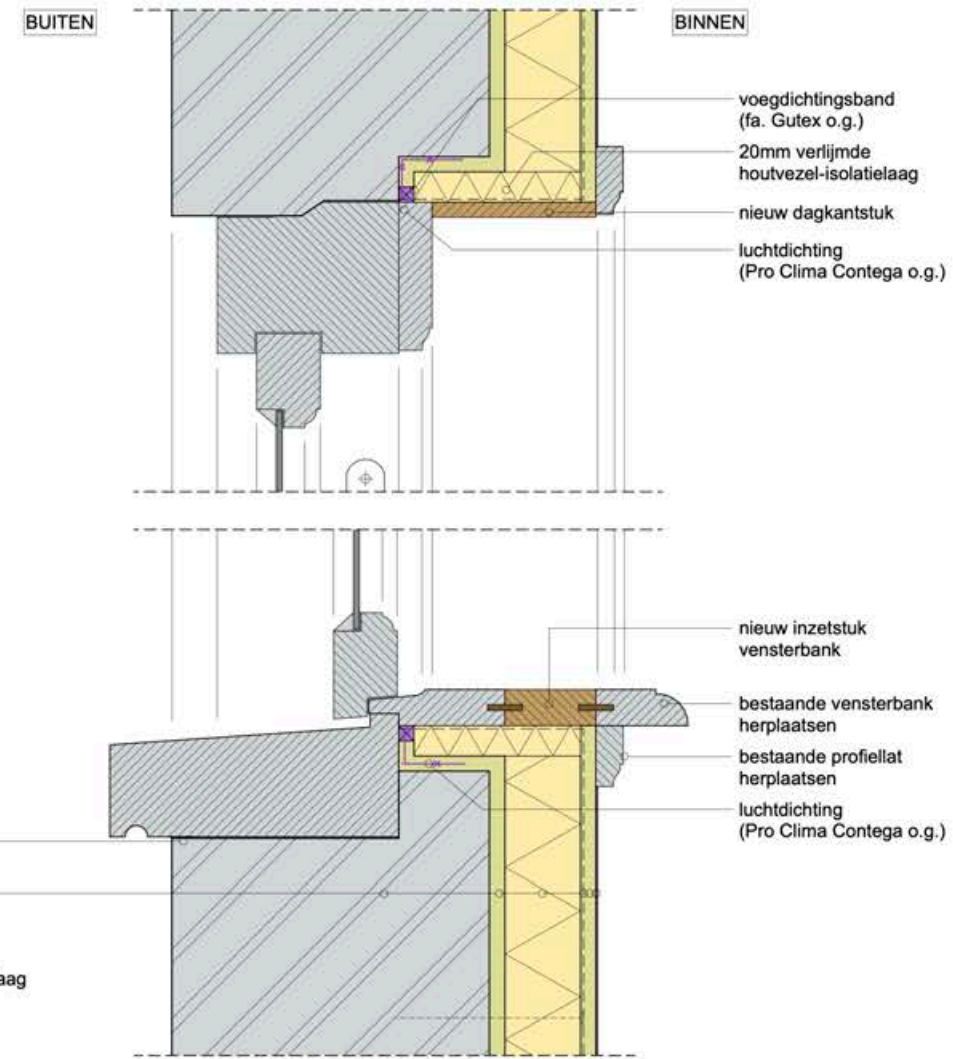
Idealiter zijn de diverse lagen waaruit een gevelconstructie bestaat naar buiten toe steeds meer dampopen. Bij historische kozijnen of andere houten onderdelen in muren zonder spouw is dat extra belangrijk, omdat ze vaak al meer vochtbelast zijn dan houtwerk in tegenwoordige constructies. Om die reden mag aan de buitenzijde geen kit worden gebruikt tussen het kozijn en de gevel: daardoor kan de mogelijkheid tot uittrekking van vocht worden geblokkeerd. Een kalkvoeg houdt wel het regenwater buiten de constructie, maar is voldoende dampopen om de waterdampstroom van binnenuit in de winter niet in de weg te zitten.



BESTAAND
(verticaal detail)

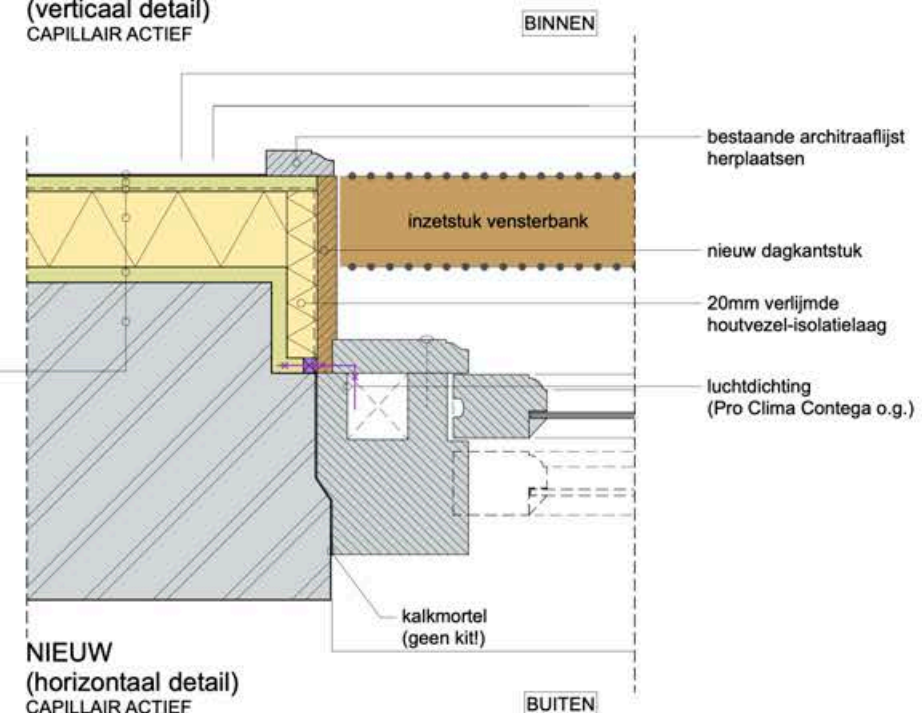


BESTAAND
(horizontaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)
CAPILLAIR ACTIEF

- kalkmortel
(geen kitt!)
- wandopbouw (bu-bi):
- steensmuur
 - kalk raaplaag / hechtlaag (Maxit multi 285 o.g.)
 - verlijmde houtvezel-isolatielaag (Gutex Thermoroom o.g.)
 - glasvezel wapeningsgaas
 - kalkmortel (Maxit Multi 285 o.g.)
 - gladstrijkmiddel (Maxit IP 178 o.g.)
 - damp-open kalkverf (geen latex)



NIEUW
(horizontaal detail)
CAPILLAIR ACTIEF

- wandopbouw (bu-bi):
- steensmuur
 - kalk raaplaag / hechtlaag (Maxit multi 285 o.g.)
 - verlijmde houtvezel-isolatielaag (Gutex Thermoroom o.g.)
 - glasvezel wapeningsgaas
 - kalkmortel (Maxit Multi 285 o.g.)
 - gladstrijkmiddel (Maxit IP 178 o.g.)
 - damp-open kalkverf (geen latex)

4.06 HOUTEN RAAM – ALGEMENE KADERS DIKTE ISOLATIEGLAS

INLEIDING

In een gevelopening is het raam het kader waarin het glas zit en dat vaak ook kan schuiven of draaien. Het kozijn is het kader waarin het raam opgehangen is en dat bij oudere gebouwen meestal een deel van de gevel draagt. Het plaatsen van isolatieglas in historische ramen is belangrijk om het energieverlies te beperken en vaak goed mogelijk – ook bij monumenten – maar niet alles past.

In dit detailblad wordt uitgelegd waarom een historisch raam de mogelijke dikte van isolatieglas beperkt en welke opties er wel zijn. Detailblad 4.07 laat meer ingrijpende oplossingen zien die ook veel voorkomen, maar minder wenselijk of zelfs niet toegestaan zijn (bij beeldbepalende panden of monumenten bijvoorbeeld). Neem daarom beide detailbladen door bij glasvervanging.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Historisch raamhout is meestal een kleine 4cm dik en zo'n 7cm breed. Gebruikelijk is dat het raam aan de binnenzijde is afgewerkt met een profilering (een voorbeeld hiervan is te zien in de bovenste rij details) of met een eenvoudige afschuining (zoals in de middelste rij). Om het glas te kunnen plaatsen, heeft de timmerman aan de buitenzijde van het raamhout vroeger een sponning geslagen waarin het enkele glas met stopverf is vastgezet. Historische glassponningen zijn tussen de 15 en 25mm breed en 10 tot 15mm diep (zie tekening rechtsonder). Het enkele glas in historische ramen is normaal gesproken zo'n 4 tot 6mm dik, afhankelijk van de grootte van het glasvlak.

Bij het vervangen van het glas denken de meeste eigenaren allereerst aan de meest gebruikte soort isolatieglas: HR++. Als gevolg van een brede spouw is dit glas echter zeker zo'n 22mm dik, dus 5-6x zo dik als het originele enkelglas. Daarom past dit glas meestal niet in een historisch raam zonder flink in te grijpen. at wel past is dun isolatieglas, in de volksmond vaak 'monumentenglas' genoemd. Van minst naar meest isolerend zijn de opties:

- isolerend enkelglas vanaf ca. 3mm dikte, heeft door toevoeging van een laagje metaalcoating een isolatiewaarde die maximaal vergelijkbaar is met die van oud dubbelglas;
- gelaagd (gelamineerd) glas vanaf ca. 5mm dikte, heeft door toevoeging van een laagje metaalcoating tussen de glasplaten een isolatiewaarde die vergelijkbaar is met die van oud dubbelglas;
- (dun) dubbelglas vanaf ca. 9mm dikte, heeft door een spouw tussen de twee glasplaten die is gevuld met lucht, argon, krypton of xenon een isolatiewaarde die vergelijkbaar is met HR of HR+ glas;
- vacuümglas vanaf ca. 7mm, heeft door een vacuümspouw van ca. 0,2mm breed een isolatiewaarde die vergelijkbaar is met triple glazing (!).

De eerste twee soorten zijn ten opzichte van oud enkel glas zeker een verbetering, maar in vergelijking met andere producten is de thermische isolatie nog steeds niet geweldig. Ook een ander nadeel van enkel glas, condens op het glas in de winter, is bij deze soorten niet verholpen. Daarom worden vacuümglas en vanwege de kosten met name dun dubbelglas nu het meest gebruikt.

Dun isolatieglas past soms in de glassponning van het historische raam, maar vaak moet de glassponning toch wat dieper worden uitgefreesd om het glas aan de buitenzijde goed te kunnen vastzetten met een stopverf vervangende kit, zoals in de middelste details. Stopverf wordt niet meer gebruikt omdat dat de kit van de randafdichting aantast. Bij grotere glasvlakken is frezen eerder nodig, omdat het isolatieglas dikker moet worden bij een groter glasvlak. Daarom kan de dunst toepasbare soort dubbelglas in een raam bijvoorbeeld 12mm dik zijn, terwijl er al vanaf een dikte van 7mm dun dubbelglas leverbaar is. Om dubbelglas er minder 'nieuwbouw' uit te laten zien, kan de afstandhouder zwart worden uitgevoerd, waardoor deze eruit ziet als schaduwnaad (detail midden onder).

Het plaatsen van isolatieglas wordt meestal niet op zichzelf uitgevoerd. Sowieso moet er buiten opnieuw worden geschilderd. Als de ramen worden uitgenomen, dan is dat ook een goed moment om het schuifstelsel van schuiframen weer gangbaar te maken met op het gewijzigde gewicht van het glas afgestemde contragewichten of veren in de gewichtskokers (zie detailblad 4.09). En om kierdichting aan te brengen (zie detailbladen 4.11 t/m 4.17) of de passing van een raam te verbeteren zodat tocht tegengegaan wordt.

AANDACHTSPUNTEN

Bij monumenten kijkt de gemeente mee bij het beoordelen van de mogelijkheden voor dun isolatieglas. Zij hanteert daarbij aandachtspunten die ook relevant zijn voor eigenaren van niet-beschermde historische panden:

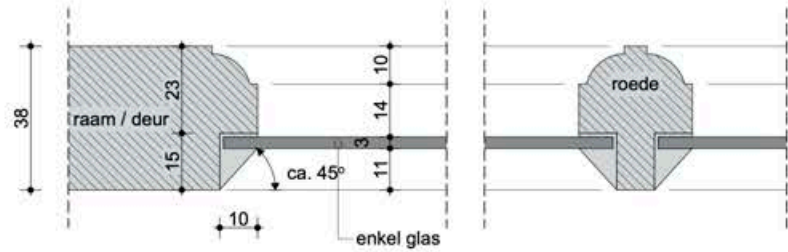
- a. Zit er in het raam waardevol glas dat niet vervangen zou moeten worden, zoals bijvoorbeeld glas-in-lood, geslepen of gekleurd glas (zie detailblad 4.08)?
- b. Kunnen de hoekverbindingen van het raam – met name onderin – de extra gewichtsbelasting aan? Bij alle vormen van isolatieglas wordt een raam namelijk zeker 2x zo zwaar doordat er een glasplaat toegevoegd wordt. Bij een plaat van 5mm dikte betekent dat bijvoorbeeld 12,5kg extra per m². Dat kan er bij slechte hoekverbindingen toe leiden dat een draairaam gaat uitzakken of dat de onderdorpel blijft staan bij het omhoogschuiven van een schuifraam.
- c. Is er na het plaatsen van het isolatieglas voldoende ruimte aan de buitenzijde over, zodat de stopverf vervangende kit het glas op zijn plaats kan houden? Historisch gezien is de stopverf meestal afgemest onder een hoek van ongeveer 45 graden. Als de volledige diktetoeename van het glas aan de buitenzijde wordt opgevangen, dan kan het gebeuren dat de stopverfzoom te vlak wordt, zoals in de tweede rij details van rechts (met een hoek van 31°).
- d. Blijft het raam voldoende stevig als de glassponning verder uitgefreesd wordt en hoeveel kan dan maximaal worden uitgefreesd? Met name de roedes zijn potentieel een zwak punt, zoals te zien is in de meest rechtse details. Bij een afschuining is het bovendien zo dat bij het vergroten van de sponningbreedte de sponningdiepte afneemt.
- e. Valt de rand van het dubbelglas of vacuümglas wel weg in de glassponning? Het glas kan iets worden meegeschilderd (dat gebeurde vroeger ook als waterdichting), maar niet te veel: 2mm is een mooi uitgangspunt.
- f. Wat betekent het isolatieglas voor het aanzicht? Spiegelglad – dus spiegellend – modern floatglas en coatings en folies die het glas een kleurzweem geven, kunnen ervoor zorgen dat het glas nogal in het oog springt, zeker in combinatie met ramen in dezelfde gevel die nog bezet zijn met het oude, getrokken glas met een lichte welving in het oppervlak. Vacuümglas is voorzien van een raster van afstandhouders in de spouw die zich tonen als puntjes.

THEORIE

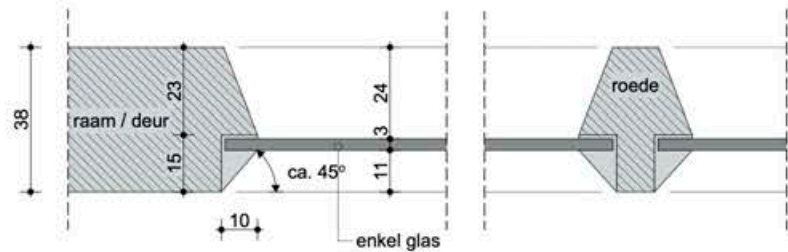
Ongeveer een derde van het energieverlies in een historisch gebouw gaat door de vensters. Glas isoleert dan ook slecht. Zelfs bij isolatieglas is het energieverlies door het glas aanzienlijk groter dan dat door een gevel, een dak of een vloer. Aangezien glas weinig warmteweerstand heeft, wordt daarvoor de U-waarde gebruikt die niet aangeeft hoe goed het glas de warmte tegenhoudt, maar hoe goed het glas de warmte doorgeeft. Een lagere U-waarde is dus een betere isolatiewaarde.

Bij enkel glas ligt de U-waarde tussen de 5,5 en 6, bij HR++ tussen de 1,0 en 1,2 en bij vacuümglas tussen de 0,45 en de 0,7. HR++ is dus niet de best isolerende glassoort, maar nog steeds wel de meest gebruikte. Omdat dit glas zo gangbaar is, is het ook relatief betaalbaar en dat is de reden dat er vaak voor gekozen wordt terwijl het eigenlijk niet past.

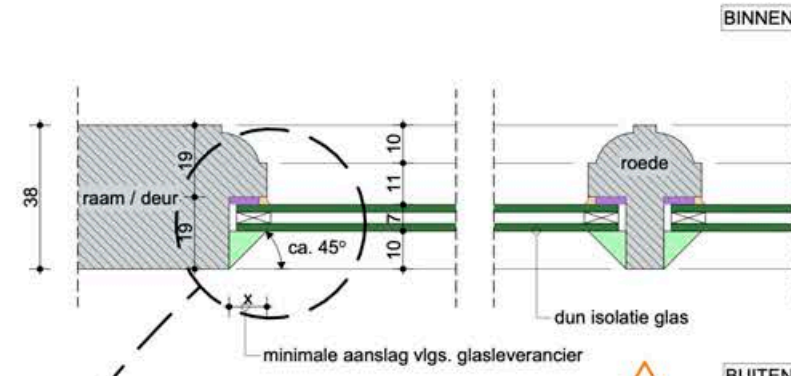
Bij alle vormen van isolatieglas wordt een raam zeker 2x zo zwaar doordat er een glasplaat toegevoegd wordt. Bij een plaat van 4mm dikte betekent dat bijvoorbeeld 10kg extra per m². Bij het onderraam van een schuifraam kan het extra gewicht al snel zo'n 15kg zijn, en dat moeten de houtverbindingen in de hoeken wel kunnen dragen.



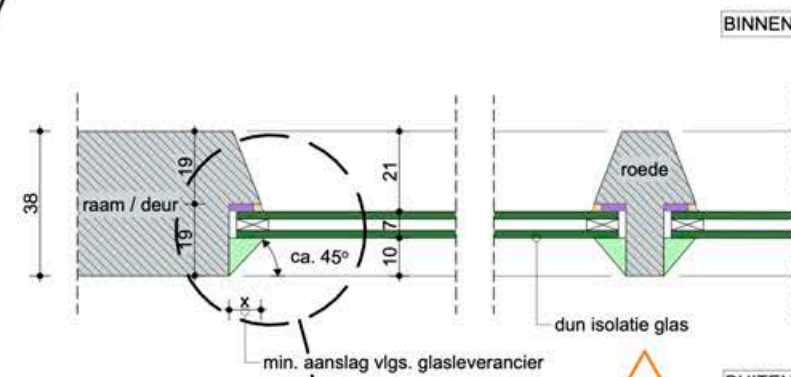
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)



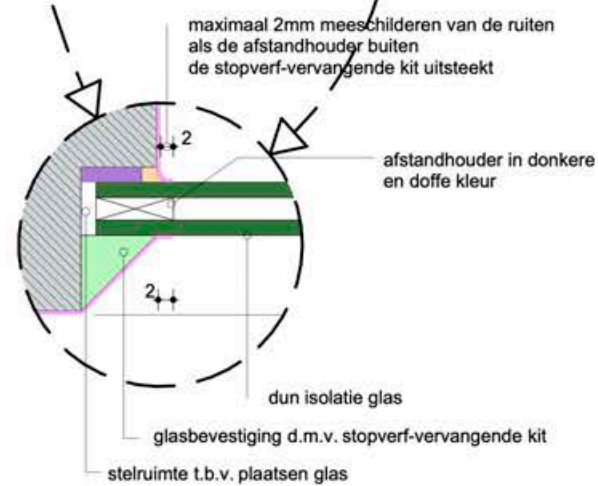
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)



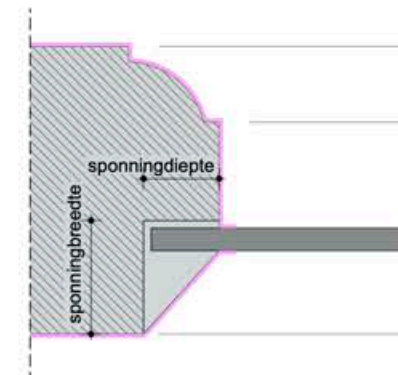
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



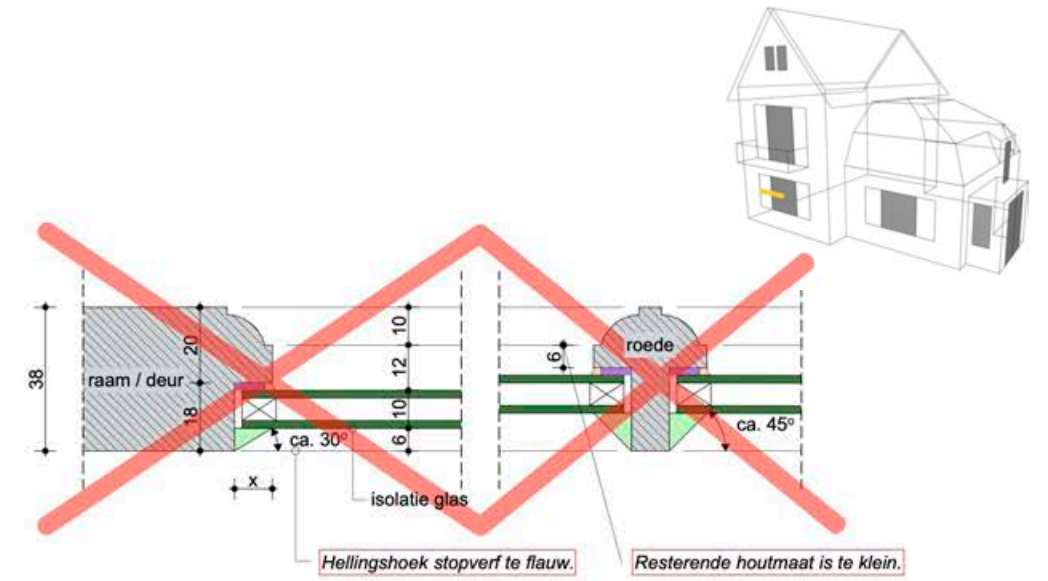
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



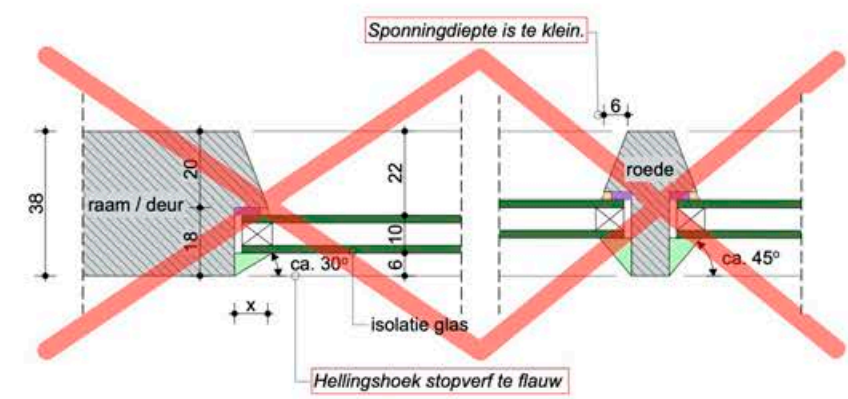
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
SCHAAL 1:1



BESTAAND / NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
SCHAAL 1:1



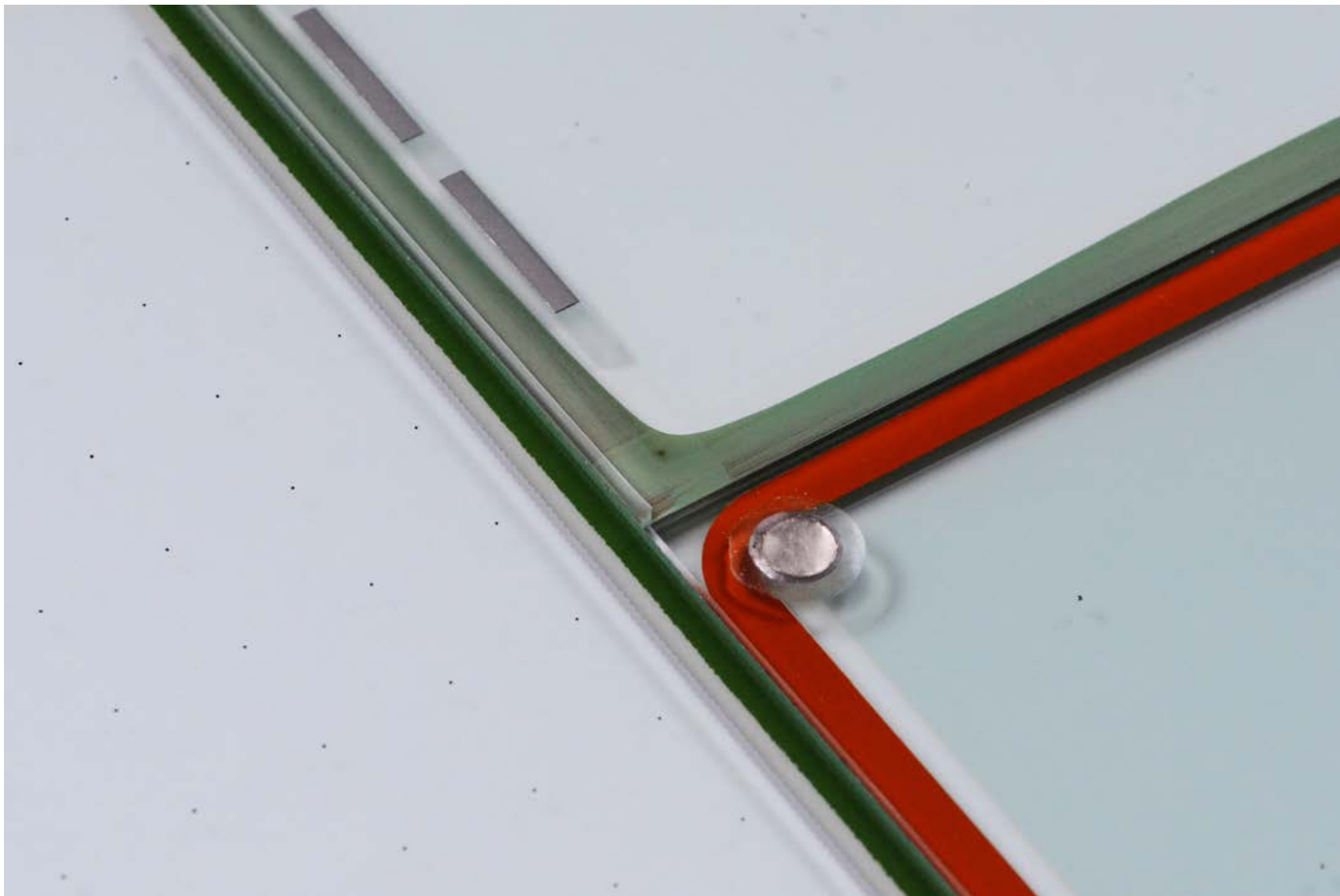
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)







▲ **Afbeelding XI** We zien hier drie soorten vacuümglas.

Vacuümglas is kostbaar, maar wordt wel steeds bereikbaarder voor particuliere woningeigenaren. Er zijn verschillende leveranciers en typen op de markt. Zo is er onder andere vacuümglas te koop dat voorzien is van een extra getrokken (bobbelende) glasplaat, om dichter aan te sluiten bij het historische beeld.

Regulier floatglas is opgebouwd uit floatglas: modern, spiegelglad glas dat dus ook een beetje spiegelt. De spouw tussen de glasplaten is vacuüm getrokken. Dat gebeurt via een strip aan de zijkant van het glas (zoals hier aan de bovenzijde en linksonder) of via een ventiel (rechts). Het ventiel blijft doorgaans in het zicht na het plaatsen, de strip valt afhankelijk van het merk geheel of bijna geheel weg in de glassponning.

Om te voorkomen dat de atmosferische druk de glasplaten tegen elkaar duwt, is vacuümglas voorzien van afstandhouders. Die tonen zich als kleine puntjes, zoals op deze foto goed is te zien. Als het glas gehard is, zoals bij de glassoorten aan de rechterzijde, zijn er minder afstandhouders nodig.

◀ **Afbeelding X** De meeste mensen denken bij isolatieglas aan HR++ glas. Dat glastype wordt inderdaad het meeste toegepast, maar er zijn meer soorten isolatieglas. We zien hier van rechts naar links gelaagd isolatieglas, dun dubbelglas, vacuümglas en triple glas.

Het voordeel van de eerste drie is dat ze meestal zonder grote aanpassingen in oude ramen passen, in tegenstelling tot HR++ dat 5-6x zo dik is als enkelglas. Vacuümglas heeft in een dikte van ca. 8mm een isolatiewaarde die vergelijkbaar is met triple glas!



► **Afbeelding XII** Soms kunnen kleurloze glas-in-loodramen worden vervangen door dun dubbelglas met plaklood, zoals hier. Deze oplossing is uitgewerkt op detailblad 4.08, bovenaan in het midden.

► **Afbeelding XIII** Het aanbrengen van isolerende glasfolie is een maatregel die weinig overlast geeft, en een mooie verbetering van de isolatiewaarde van het glas oplevert.



4.07 ISOLATIEGLAS – ONGEWENSTE OPLOSSINGEN VOOR ISOLATIEGLAS

INLEIDING

vaak wordt er voorafgaand aan het plaatsen van isolatieglas gezegd dat er 'niets' wijzigt, maar blijkt dat na de uitvoering toch tegen te vallen. Dat is vooral het geval bij het plaatsen van regulier dubbelglas. In dit detailblad wordt uitgelegd waar het in de uitvoering regelmatig misgaat en welke gevolgen dat heeft. Voor goede manieren om isolatieglas te plaatsen in historische ramen wordt verwezen naar detailblad 4.06. Neem daarom beide detailbladen door bij glasvervanging.

Voor de werkzaamheden op deze pagina zal bij een beschermd monument meestal geen toestemming door de gemeente gegeven worden. Voor sommige ingrepen zal, als het om ramen in de voorgevel gaat, ook toestemming nodig bij niet-monumenten, zeker als het gaat om beeldbepalende panden of gebouwen in een beschermd stads- of dorpsgezicht.

UITVOERING

Historisch raamhout is meestal een kleine 4cm dik en zo'n 7cm breed. Dikwijls heeft een historisch raam een verdere onderverdeling met houten roeden, omdat het produceren van grote glasvlakken vroeger moeilijk en dus duur was. Deze roedes zijn over het algemeen tussen 27 en 35mm breed. Gebruikelijk is dat het raamhout en de roeden aan de binnenzijde zijn afgewerkt met een profilering (zoals in het middelste detail van de linkerij) of met een eenvoudige afschuining (zoals het detail linksboven). Om het glas te kunnen plaatsen, heeft de timmerman aan de buitenzijde van het raamhout en de roeden vroeger een sponning geslagen waarin het enkele glas met stopverf is vastgezet. Het enkele glas in historische ramen is normaal gesproken zo'n 4 tot 6mm dik, afhankelijk van de grootte van het glasvlak.

Bij het vervangen van het enkele glas denken de meeste eigenaren allereerst aan de meest gebruikte soort isolatieglas: HR++. Als gevolg van een brede spouw is dit glas echter zeker zo'n 22mm dik, dus 5-6x zo dik als het originele glas. Daarom past dit glas meestal niet in een historisch raam zonder flink in te grijpen: de oeden zijn niet te handhaven en daarom worden ze verwijderd (zie detail rechtsboven) of vervangen door houten latten die op het glas worden geplakt en afgekit (zoals in het middelste detail van de rechterij). We noemen die latten plakroeden. Om te voorkomen dat je door het glas de achterzijde van de roede en de kit kunt zien (zoals in het middelste detail van de rechterij), kan ter plaatse van de plakroede eventueel een afstandhouder in het dubbele glas worden opgenomen, een zogenaamde Wiener Sprosse (detail midden onder).

Soms wordt het beeld van de vroegere vlakverdeling min of meer gereconstrueerd door in de spouw van het dubbelglas kunststof roeden aan te brengen (detail rechtsonder).

Een historische glassponning is 15 tot 25mm breed. Als daar – eventueel na verder uittrezen – HR++ glas in wordt gezet, dan is de gehele glassponning gevuld met isolatieglas. Het glas kan dan alleen worden vastgezet met opdekklatten aan de binnen- of buitenzijde. Dit is op verschillende details te zien. Als de lat aan de binnenzijde wordt geplaatst, dan moet bovendien de profilering wel weggezaagd (rechtsboven) en aan de buitenzijde zal de stopverf dan normaal gesproken worden vervangen door een glaslat. Bij relatief dun dubbelglas is het soms mogelijk de roeden te handhaven, maar is er wel een aanvullende lat nodig om het glas vast te zetten, zoals in het middelste detail van de middelste rij.

AANDACHTSPUNTEN

De getoonde oplossingen worden vaak uitgevoerd in de renovatiepraktijk, maar hebben tot gevolg dat er delen van het historische raam verdwijnen of het aanzicht ontsierd wordt. Daarom wordt het verwijderen van roeden en profileringen bij raamhout, het gebruiken van plak oeden met een aanzienlijk plompere standaardprofilering en het plaatsen van grove opdekklatten aan de buitenzijde bij monumenten normaal gesproken niet toegestaan.

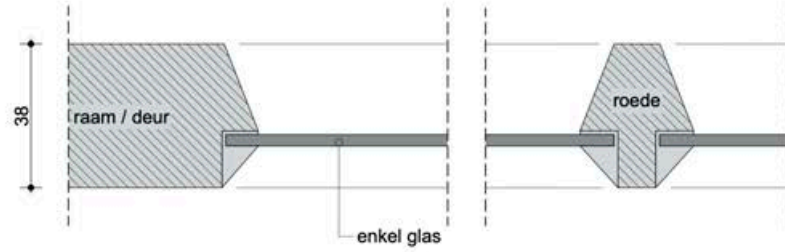
Bij niet-aangewezen, historische panden buiten een beschermd stads- of dorpsgezicht kunnen deze oplossingen wel worden gebruikt, maar het hoeft natuurlijk niet. Met behoud van het historische raam en zijn uitstraling is namelijk vaak een goede kierdichting te realiseren (zie detailblad 4.11 t/m 4.17) en desgewenst zelfs een isolatiewaarde die vergelijkbaar is met triple glazing (zie blad 4.06)!

In bijzondere gevallen is in monumenten wel het bovenste detail in de middelste rij te gebruiken. Als een roedenverdeling in het verleden bijvoorbeeld al eens verwijderd is en er nu de wens is om die terug te brengen, dan kan met een plakroede die wordt afgewerkt met een stopverf vervangende kit een beeld worden opgeroepen dat dicht bij het oorspronkelijke ligt. Zeker als het gebruikte isolatieglas vrij dun is, zoals bij gelaagd of vacuümglas. Als het glas dikker is, dan zullen bij de uitvoering van dit detail in de spouw van het dubbelglas Wiener Sprossen moeten worden toegepast; bij voorkeur in zwart zodat ze niet zo erg opvallen en het raam er minder 'nieuwbouw' uit ziet.

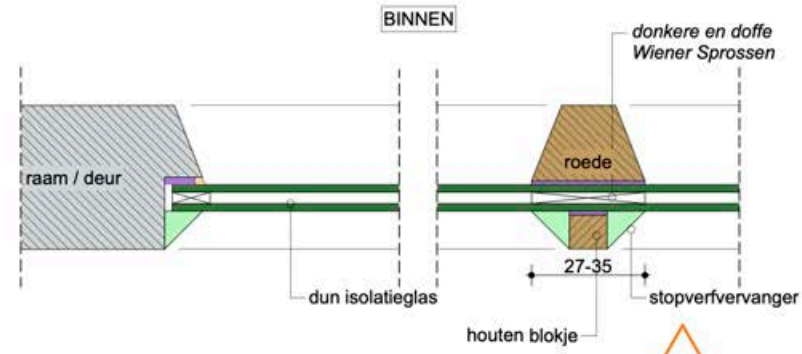
THEORIE

Ongeveer een derde van het energieverlies in een historisch gebouw gaat door de vensters. Glas isoleert dan ook slecht. Zelfs bij isolatieglas is het energieverlies door het glas aanzienlijk groter dan dat door een gevel, een dak of een vloer. Omdat glas weinig warmteweerstand heeft, wordt daarvoor de U-waarde gebruikt die niet aangeeft hoe goed het glas de warmte tegenhoudt, maar hoe goed het glas de warmte doorgeeft. Een lagere U-waarde is dus een betere isolatiewaarde.

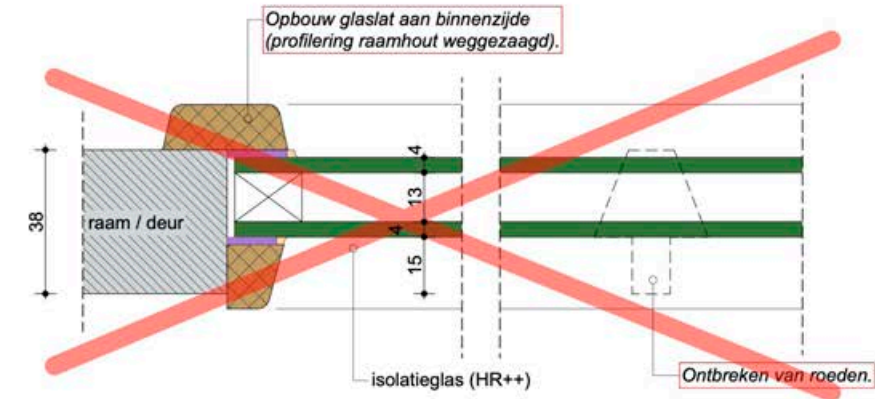
Bij enkel glas ligt de U-waarde tussen de 5,5 en 6, bij HR++ tussen de 1,0 en 1,2 en bij vacuümglas tussen de 0,45 en de 0,7. HR++ is dus niet de best isolerende glassoort, maar nog steeds wel de meest gebruikte. Omdat dit glas zo gangbaar is, is het ook relatief betaalbaar. Dat is de reden dat de renovatieoplossingen op dit detailblad toch uitgevoerd worden, terwijl ze vaak best ingrijpend zijn.



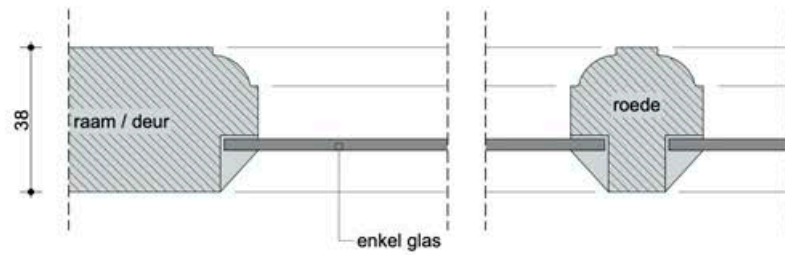
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)



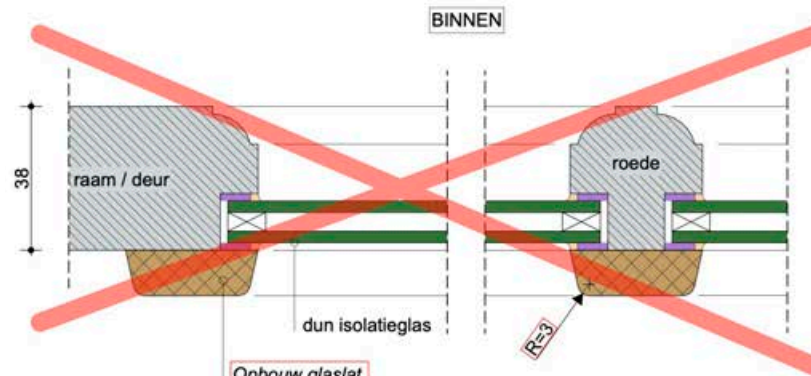
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



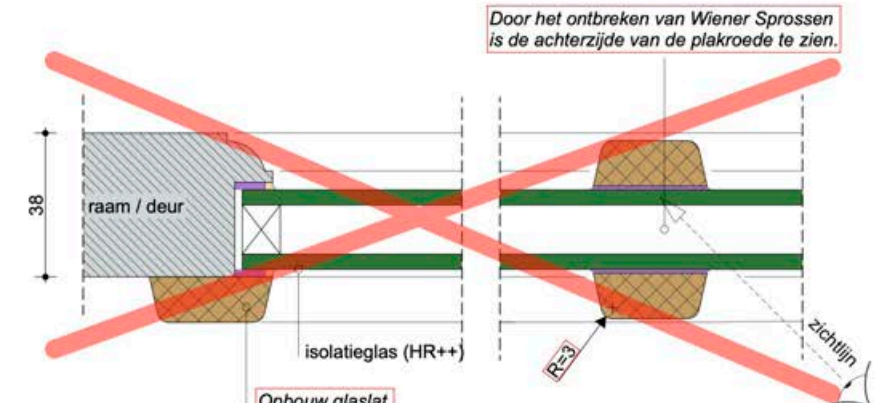
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



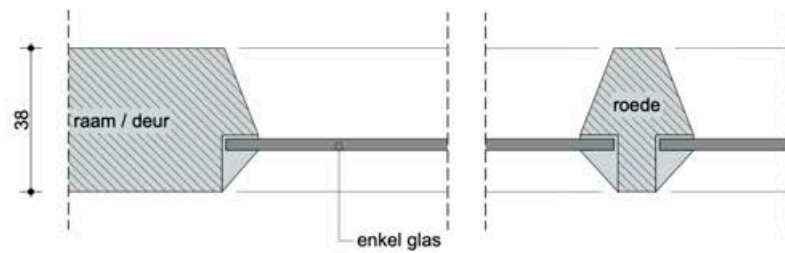
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)



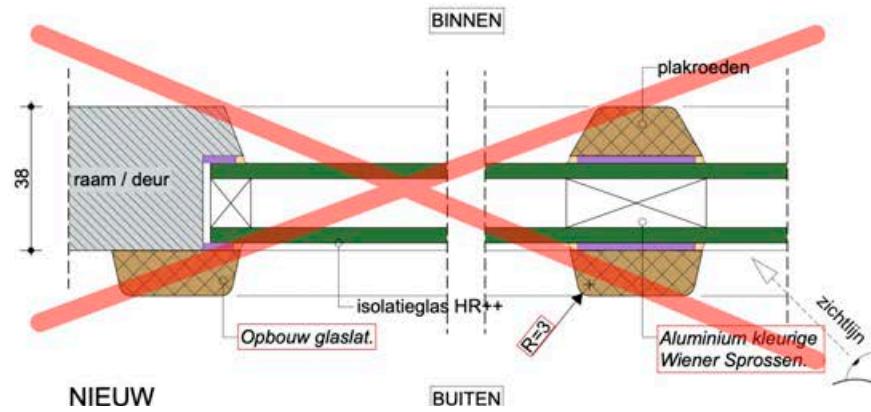
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



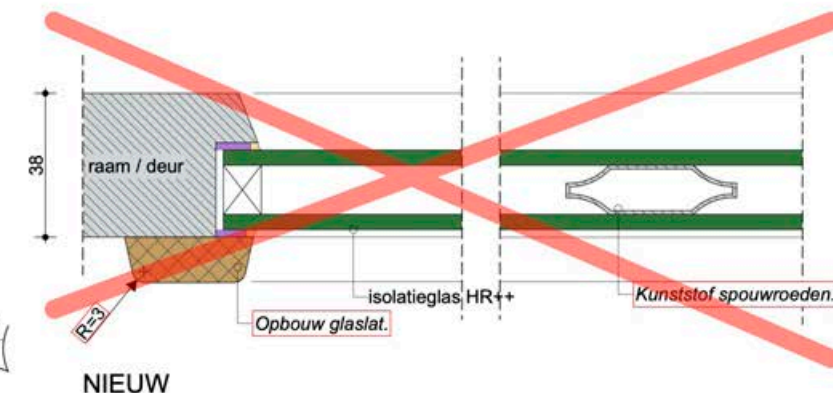
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)



BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)



NIEUW



NIEUW

4.08 WAARDEVOL GLAS – ISOLATIEOPLOSSINGEN

INLEIDING

Oud glas is niet alleen blank en vlak vensterglas. Een veelvoud aan fabricage- en bewerkingsmethodes leidde tot o.a. geslepen glas, geëts of gezandstraald glas, draadglas, marmerglas, gefigu eerd glas, door en door gekleurd glas of glas dat was voorzien van een gekleurde toplaag, gebrandschilderd glas, ventilatieglas en spiegelglas. Ook werd glas op bijzondere manieren toegepast, bijvoorbeeld als glas-in-lood, als glasjaloezieën ten behoeve van ventilatie of in een gebogen vorm bij winkelpuien. Zulke glassoorten en -toepassingen zijn niet alleen fraai om te zien; ze hebben ook historische waarde. Dat geldt ook voor sommige soorten vensterglas die volgens een oud procédé zijn vervaardigd.

Bij beschermde monumenten zal de vervanging van waardevol glas door isolatieglas normaal gesproken niet worden toegestaan. Ga daarom van tevoren na of de gemeente een bepaalde glassoort of -toepassing van waarde acht. Dat voorkomt vertraging en extra kosten. Maar ook de meeste eigenaren van niet-monumenten zullen zijn gehecht aan de vaak decoratieve glastoepassingen in bovenlichten, erkers of voordeuren. Gelukkig is het om een goede isolatiewaarde te realiseren niet nodig waardevol glas te verwijderen. In dit detailblad wordt uitgelegd welke opties er zijn en welke oplossingen niet (altijd) wenselijk zijn.

UITVOERING

Er zijn drie voorbeelden getekend van glas dat van belang is voor de uitstraling van het pand. Van boven naar beneden zijn dat: kleurloos glas-in-lood, gekleurd en/of gebrandschilderd glas-in-lood en geel kathedraalglas in een bovenlicht met roeden. Uiteraard zijn er meer vormen van waardevol glas te bedenken, maar deze voorbeelden geven voor de meeste situaties al een goed beeld van de oplossingsrichtingen. Die zijn:

- niets doen/ behoud van het bestaande;
- een voorzetraam aan de buitenzijde plaatsen (zie rechtsboven);
- een achterzetraam aan de binnenzijde plaatsen (zie het middelste detail en rechtsonder);
- bij glas-in-lood: het opnemen van het glas-in-lood in dubbel glas (zie rechts in het midden);
- bij kleurloos glas-in-lood: het reconstrueren van het glas-in-lood op beide zijden van het buitenblad van dun dubbelglas, ook wel dubbellood genoemd (zie het bovenste detail in het midden);
- bij gefigu eerd glas zoals bijvoorbeeld kathedraalglas: het plaatsen van speciaal dun dubbelglas waarbij het gefigu eerde glas is toegepast als buitenblad (zie het onderste detail in het midden).

AANDACHTSPUNTEN

Op dit detailblad zijn uitsluitend voorzetconstructies op het raamhout getekend, maar de detailbladen 4.24 t/m 4.26 tonen achterzetramen die de gehele vensteropening afdekken. Voordelen daarvan zijn dat de kierdichting in het achterzetraam opgelost is en het historische raam verder niet aangepast hoeft te worden, en dat een schuifraam kan blijven functioneren. Een achterzetraam op het raamhout van een bovenlicht voorkomt namelijk het naar boven schuiven van het onderraam.

Bij de lijst met oplossingen hierboven zijn als aandachtspunten te benoemen.

Bij a.

Het is verstandig om na te gaan hoe zinvol het plaatsen van isolatieglas is. Als het gaat om een relatief klein oppervlak of waardevol glas dat grenst aan een onverwarmd vertrek dan is isolatieglas niet altijd nodig. Voorbeelden hiervan zijn een toiletraampje of het bovenlicht van een voordeur bij een onverwarmde vestibule.

Bij b.

Bij monumenten zal het plaatsen van een voorzetraam aan de buitenzijde vanwege ontsiering meestal niet toegestaan worden. Er komt een extra kader op het raam en de textuur en kleur van het glas-in-lood of roedenraam zijn minder goed waarneembaar door de spiegeling van het glas. In dit specifieke voorbeeld is bovendien een probleem dat er zich aan de spouwzijde van het voorzetglas condens kan vormen doordat glas-in-lood niet luchtdicht is.

Bij .

Het is belangrijk dat een achterzetraam een goede luchtdichting heeft. Lekken vergroten de kans dat vocht uit de warme binnenlucht condenseert op het koude glasvlak van de historische buitenruit. Om eventueel condenswater af te voeren, is het aan te raden de spouw tussen het raam en achterzetraam zwak te ventileren met buitenlucht. Daardoor zal de temperatuur in de spouw in de zomer ook iets minder ver oplopen. Om de spouw af en toe schoon te kunnen maken, is het achterzetraam bij voorkeur draaibaar.

De isolatiewaarde van de oplossing in het middelste detail is vergelijkbaar is met die van oud dubbelglas. Met de oplossing rechtsonder is een waarde te behalen te die vergelijkbaar is met HR++ glas.

Bij d.

Het opnemen van glas-in-lood in dubbelglas zal bij monumenten normaal gesproken niet toegestaan worden. Het glas-in-lood paneel moet daarvoor namelijk kleiner gesneden worden en de textuur van het glas-in-lood is minder goed waarneembaar door de spiegeling van het glas. Als glas-in-lood wel in dubbelglas kan worden opgenomen, zal de isolatiewaarde lager zijn door de warmte overbruggende werking van het glas-in-lood paneel in de spouw. Voordat het glas-in-lood in de spouw wordt opgenomen is het aan te raden de glimmende soldeerpunten te patineren, omdat die in de spouw nooit meer dof zullen worden zoals vroeger. Om daarbij een witte waas op het dubbele glas te voorkomen is het belangrijk het glas-in-lood niet te snel in te bouwen en het erg goed schoon te maken, zodat de patineervloeistof niet de binnenzijde van het glas kan etsen.

Bij e.

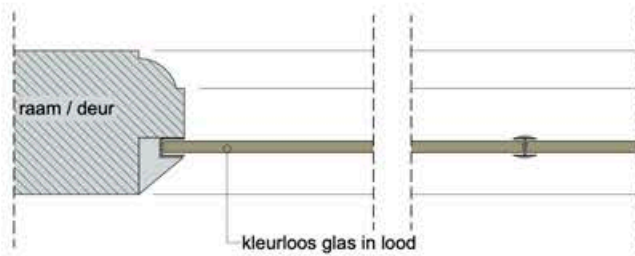
Deze oplossing betekent feitelijk dat het oude glas-in-lood vervangen wordt. Dat is bij monumenten alleen mogelijk als de gemeente de waarde van het bestaande glas beperkt acht. Aan beide (!) zijden van een plaat blank vensterglas wordt plaklood aangebracht en de kruisingen van de horizontale en verticale loodstrips worden gesoldeerd. Aan de spouwzijde wordt het lood gepatineerd, voordat de glasplaat als buitenblad wordt opgenomen in dubbelglas. Zo ziet het isolatieglas er van binnen en buiten uit als glas-in-lood. Bij gekleurd glas-in-lood is deze oplossing niet mogelijk. De isolatiewaarde die bereikt kan worden, is maximaal vergelijkbaar met HR++.

Bij f.

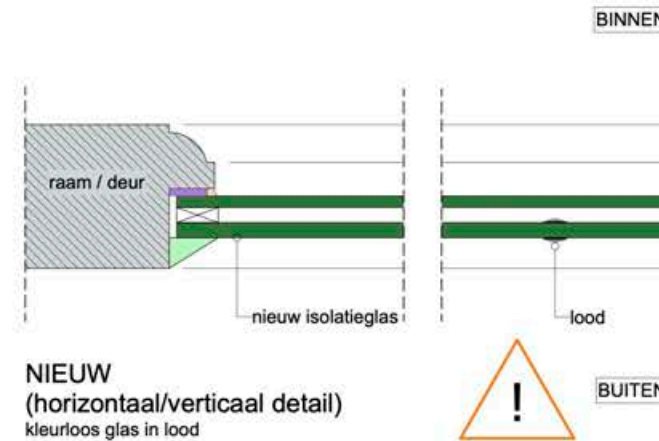
Glasleveranciers die gespecialiseerd zijn in dun isolatieglas voor de monumentensector kunnen op verzoek dun dubbelglas maken waarbij het buitenblad een bijzondere glassoort is. Dit is wel een dure oplossing. Als de bestaande situatie een bovenlicht met een fijne oedenverdeling en kathedraalglas is, dan zal één achterzetraam aanzienlijk goedkoper zijn dan vele kleine, speciaal gemaakte ruitjes.

THEORIE

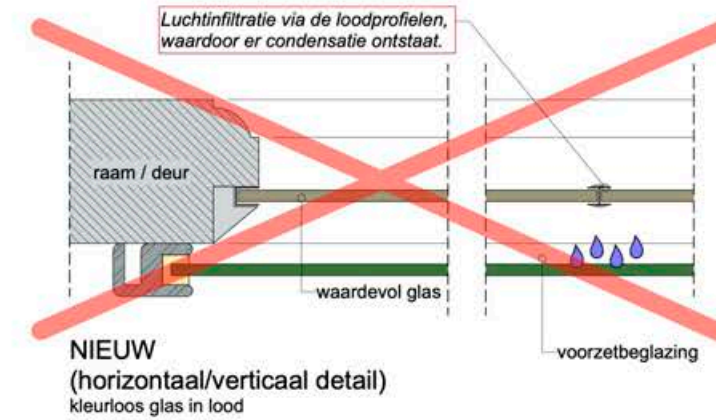
Om condens bij een achterzetraam te voorkomen is een goede luchtdichting aan de warme zijde – dus in het achterzetraam – belangrijk. Zo komt de warme binnenlucht niet in aanraking met een koud glasvlak. Als er onverhoopt toch condens in de spouw tussen de ramen ontstaat, dan kan die worden afgevoerd door ventilatie. Dat moet met buitenlucht; ventileren met binnenlucht leidt juist tot extra condens!



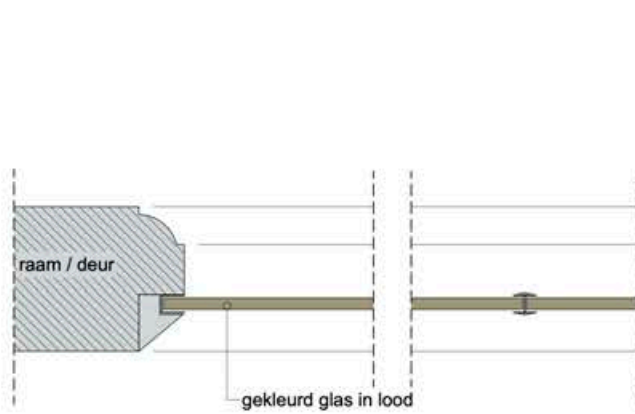
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)
kleurloos glas in lood



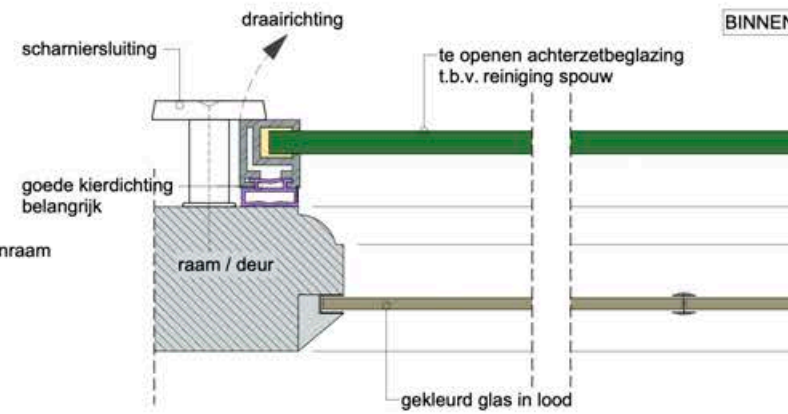
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
kleurloos glas in lood



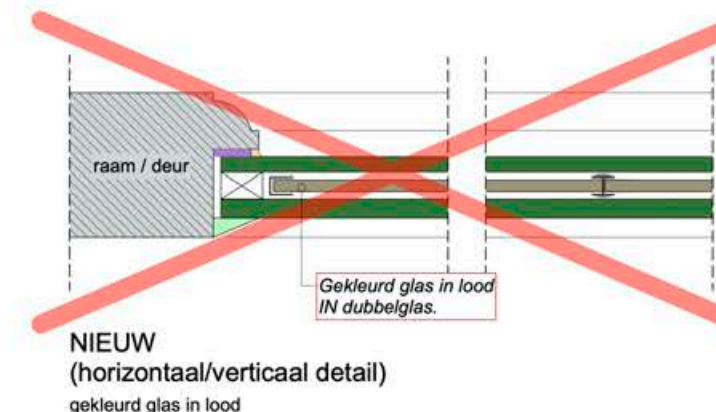
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
kleurloos glas in lood



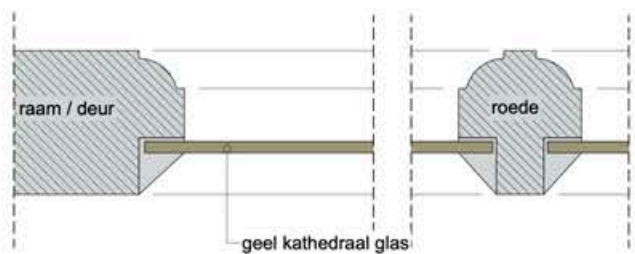
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)
gekleurd glas in lood



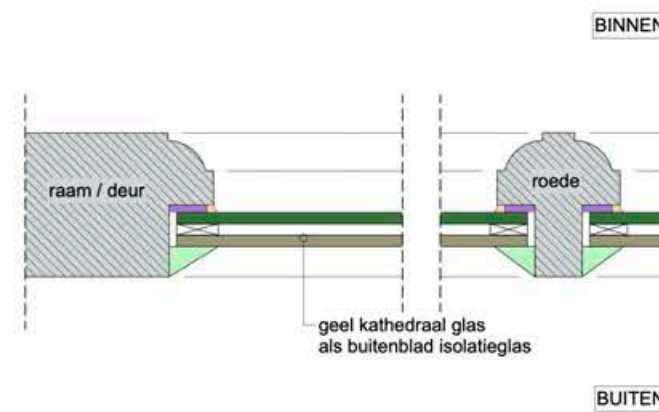
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
gekleurd glas in lood



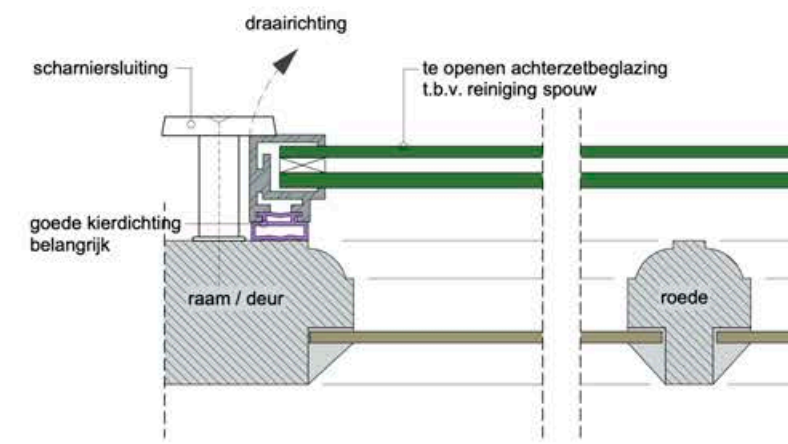
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
gekleurd glas in lood



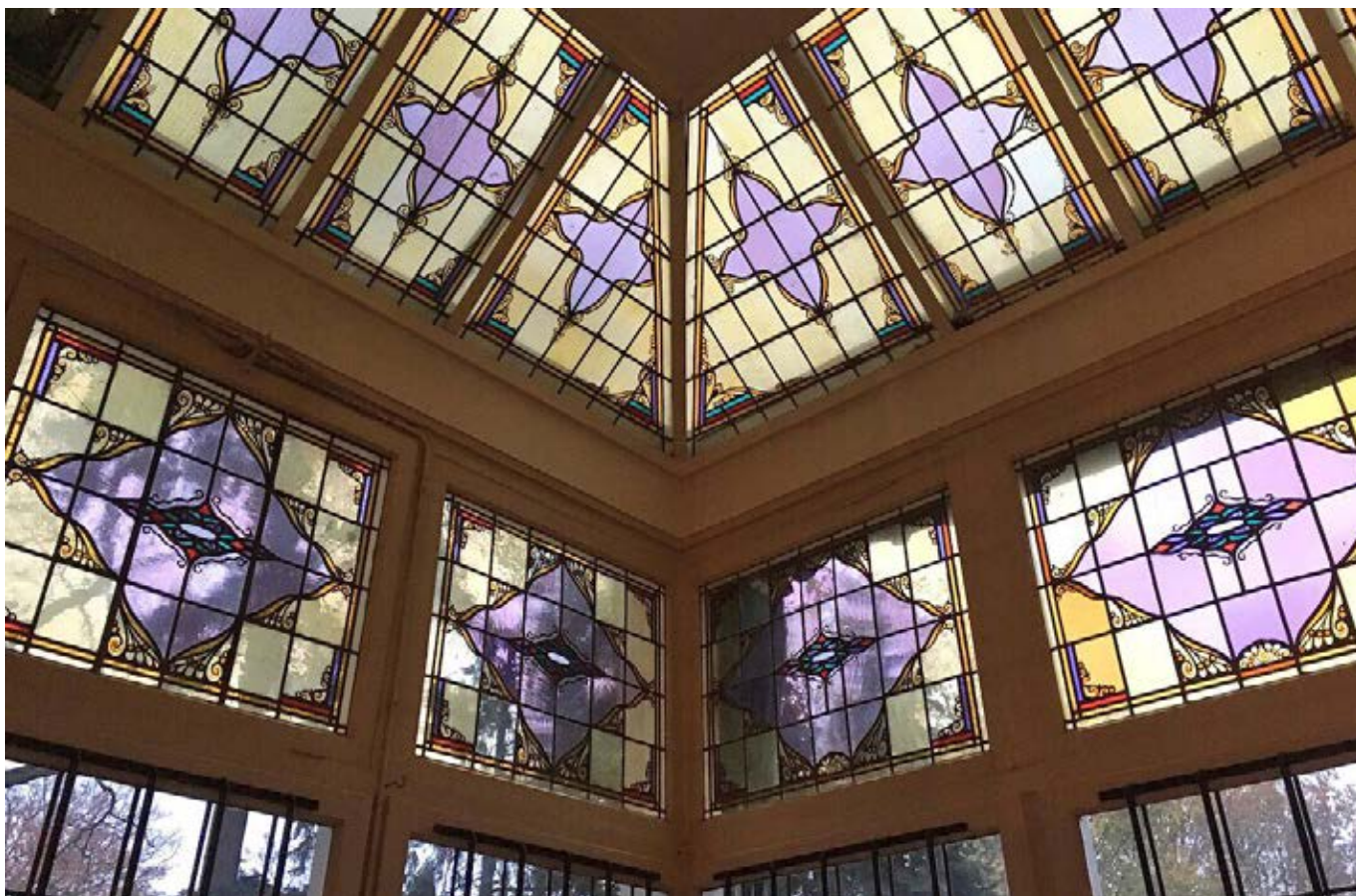
BESTAAND
(horizontaal/verticaal detail)
geel kathedraal glas



NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
geel kathedraal glas



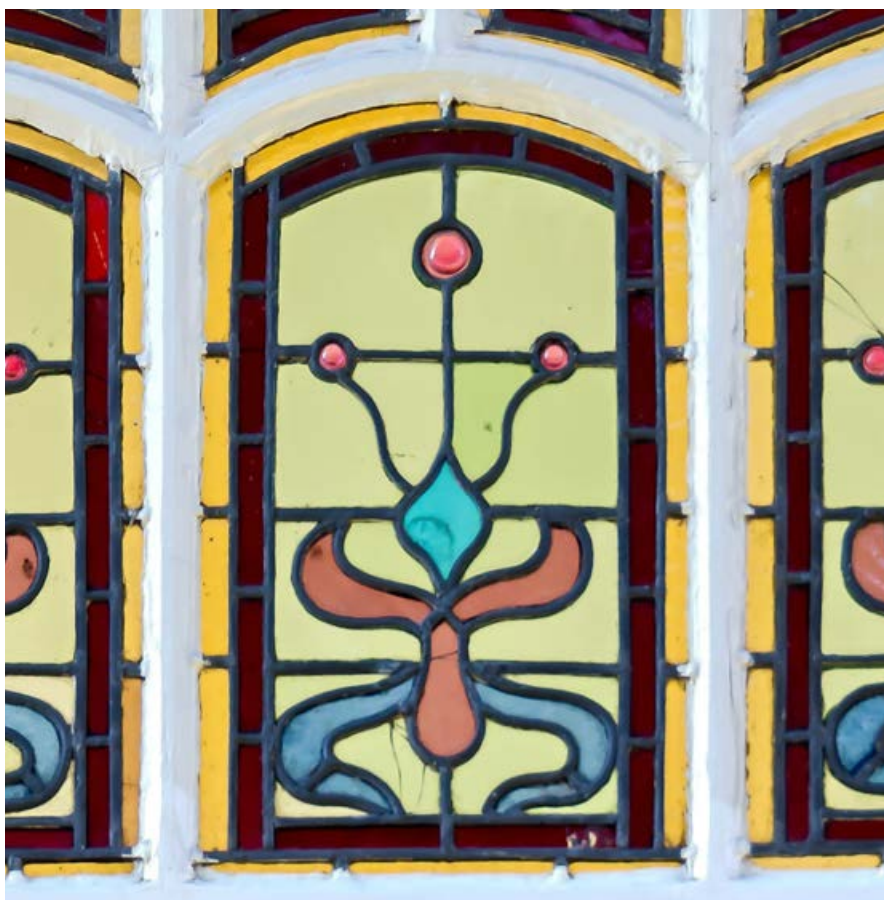
NIEUW
(horizontaal/verticaal detail)
geel kathedraal glas



▲ Afbeelding XIV Glas-in-lood in een serre van een villa



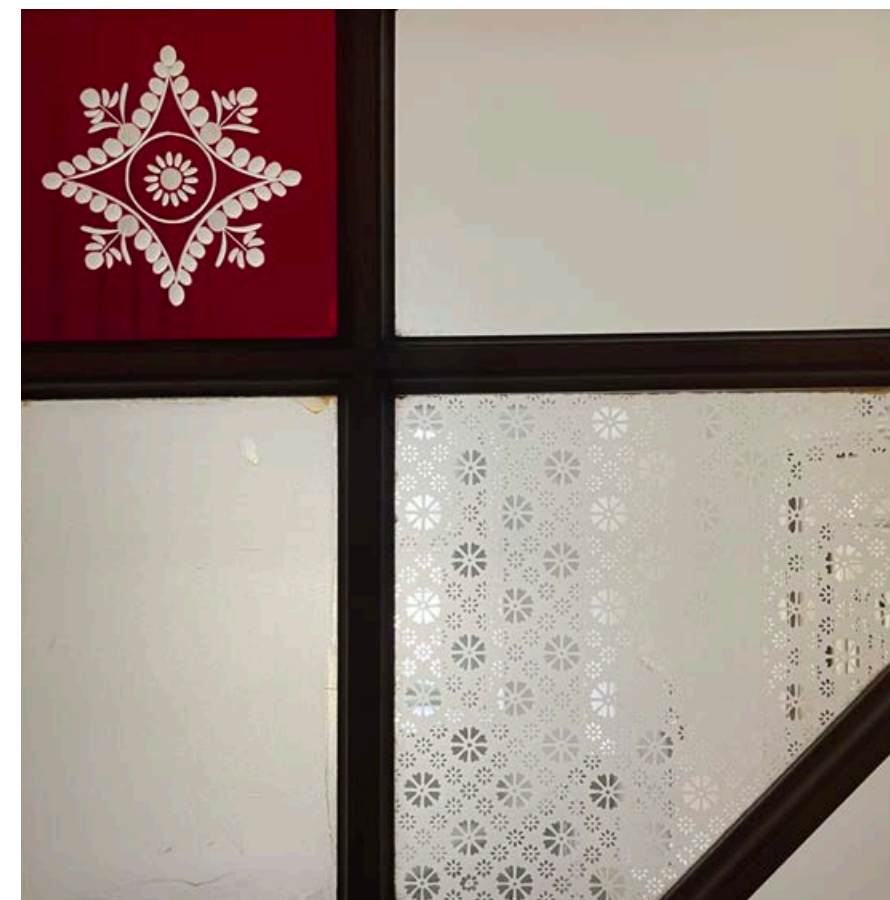
▲ Afbeelding XV Glas in lood met kathedraalglas in een bovenlicht van een serre



▲ Afbeelding XVI Glas-in-lood in Art Nouveau-stijl



▲ Afbeelding XVII Glas-in-lood met gekleurd en gebrandschilderd glas



▲ Afbeelding XVIII Gedoubleerd, geslepen glas, mousselineglas en melkglas in één raam.



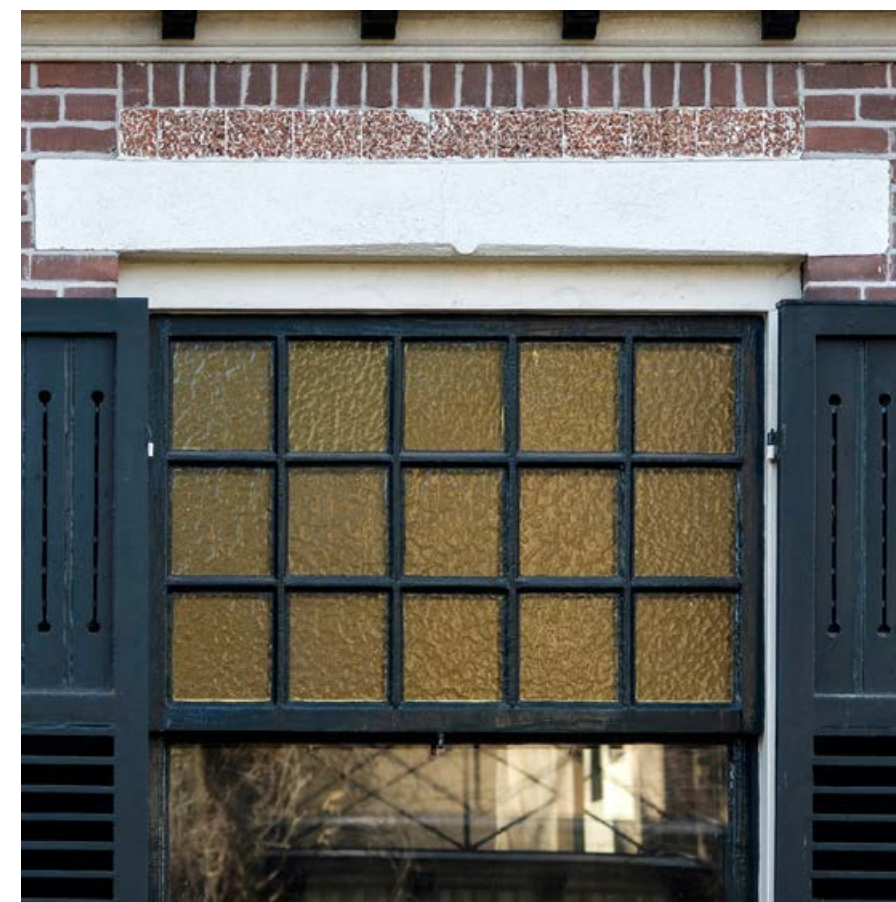
▲ Afbeelding XIX Gebrandschilderd glas-in-lood



▲ Afbeelding XX Geëts glas in een tochtui in de hal



▲ Afbeelding XXI Glasjaloeziën in een bovenlicht



▲ Afbeelding XXII Bovenlicht met roedeverdeling en kathedraalglass

4.09 SCHUIFRAAM – BALANSVEREN

INLEIDING

Veel historische gebouwen van voor de Tweede Wereldoorlog zijn voorzien van houten schuifvensters. Gewoonlijk schuift het onderraam bij zo'n venster omhoog en soms kan het bovenraam ook naar beneden schuiven. Om het schuiven lichter te laten verlopen, zijn in de kozijnstijlen contragewichten opgenomen.

Als gevolg van het plaatsen van isolatieglas worden de ramen veel zwaarder. De oude contragewichten zijn niet meer in balans met het nieuwe gewicht. Daardoor schuift het raam niet meer of erg zwaar en vaak wordt het dicht gekit. Er zijn echter oplossingen om schuiframen ook met isolatieglas soepel te laten schuiven, en dat is het onderwerp van dit detailblad.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument vaak toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

De constructie van een historisch schuifvenster is doorgaans als volgt: het onderraam schuift achter het bovenraam langs. Het bovenraam zit dus verder naar buiten en schuift niet. Het onderraam is aan de zijkant tot ongeveer halverwege de hoogte voorzien van een sleuf voor het koord waaraan het raam hangt. Het koord heeft aan het einde een lus die met een ijzeren duim aan het raam is vastgemaakt. Aan de bovenzijde loopt het koord over een katrol in de raamsponning. In de kozijnstijl is een koker uitgespaard voor het contragewicht dat ook aan het koord hangt. Als het raam omhoogschuift, zakt het contragewicht naar beneden.

Er zijn drie oplossingen om het raam toch te laten schuiven na het plaatsen van isolatieglas:

- de contragewichten worden verzwaard of vervangen door zwaardere exemplaren (niet getekend);
- er wordt een veersysteem zichtbaar aangebracht in een groef aan de zijkant van het onderraam (zoals rechtsonder);
- er wordt een veersysteem verborgen gemonteerd in de gewichtskokers (zoals rechtsboven).

Voor alle oplossingen geldt dat de beleglatten moeten worden losgeschroefd en dat het raam ook meestal moet worden uitgenomen.

AANDACHTSPUNTEN

Bij het plaatsen van isolatieglas en het aanpassen van het schuifstelsel wordt de beleglat losgehaald en het raam uitgenomen. Dit is een ideaal moment om tegelijkertijd tochtwering aan te brengen (zie detailbladen 4.10 t/m 4.16) waardoor het isolatieglas beter rendeert.

Historische contragewichten passen meestal vrij precies in de gewichtskokers. Zwaardere contragewichten zijn daarom vaak ook langere contragewichten, en die hebben weer tot gevolg dat het raam minder ver open kan schuiven. Deze op het eerste gezicht gemakkelijke oplossing is daarom niet altijd de beste.

Bij het toepassen van veren is het belangrijk om erbij stil te staan dat de schuifhoogte van een raam nooit langer kan zijn dan de lengte van een veer.

Andere belangrijke aandachtspunten zijn:

Bij a.

Bij het verzwaren van de contragewichten is het advies ook de katrollen in het kozijn te vervangen door nieuwe katrollen met gelagerde wielen. Deze kunnen het toegenomen gewicht van het raam beter aan, waardoor het schuiven gemakkelijker gaat.

Bij b.

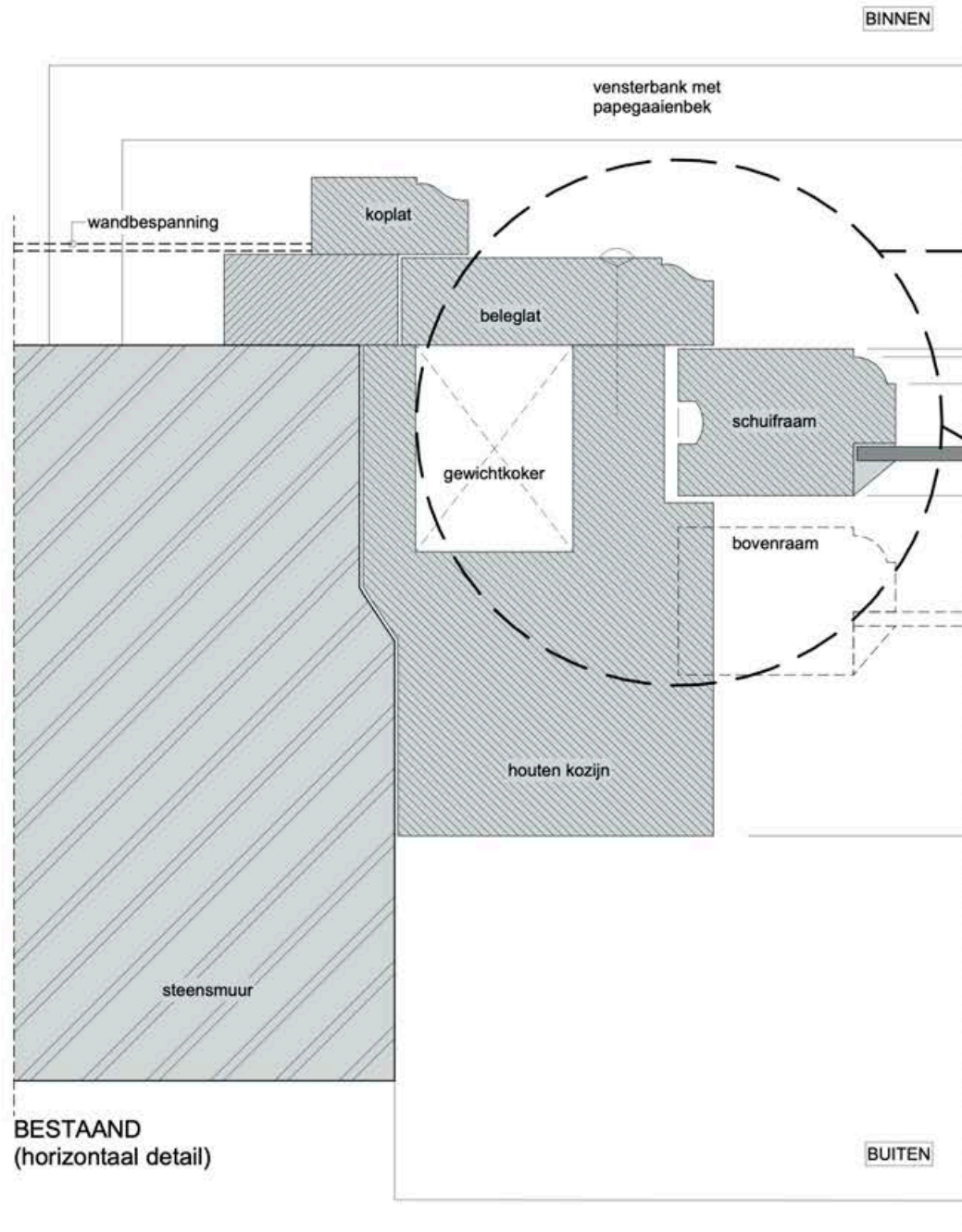
In de zijkant van het raam moet voor de veer een groef van ongeveer 2 bij 2 cm worden gefreesd. Dit verzwakt het raam, onder andere bij de hoekverbindingen. De buisjes van de veren blijven boven het raam zichtbaar, en het bestaande schuifmechanisme met de contragewichten wordt buiten werking gesteld. Om deze redenen heeft deze oplossing niet de voorkeur in monumenten.

Bij c.

Ook bij deze oplossing is het advies nieuwe gelagerde katrollen te plaatsen om een goede werking van het schuifstelsel te garanderen. Monteer de schuifgeleiders van het stelsel recht onder de katrol in de gewichtskoker en vul daarvoor eventueel de gewichtskoker uit met hout.

THEORIE

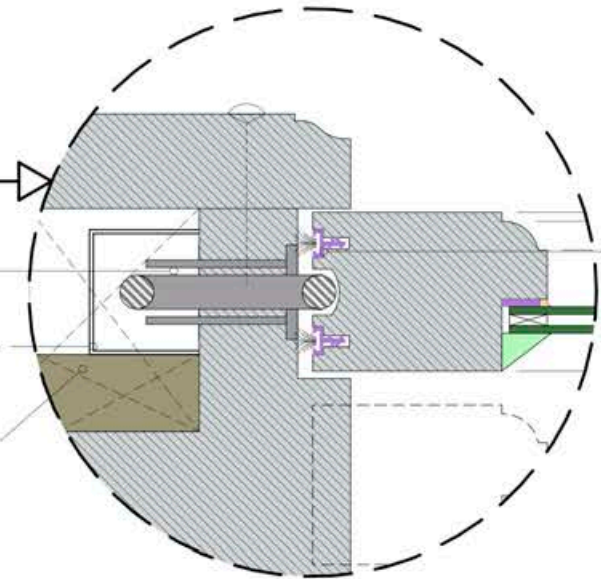
Bij alle vormen van isolatieglas wordt een raam zeker 2x zo zwaar doordat er een glasplaat toegevoegd wordt. Bij een plaat van 4 mm dikte betekent dat bijvoorbeeld 10 kg extra per m².



nieuwe katrollen
v.v. kogellagers

nieuwe balansveren in gewichtskoker
gewichtskoker recht onder katrol

ruimte uitvullen t.b.v. gewichtskoker



borstelprofiel
fa. HappyLift o.g.

NIEUW
(horizontaal detail)
SYSTEEM HAPPY LIFT O.G.

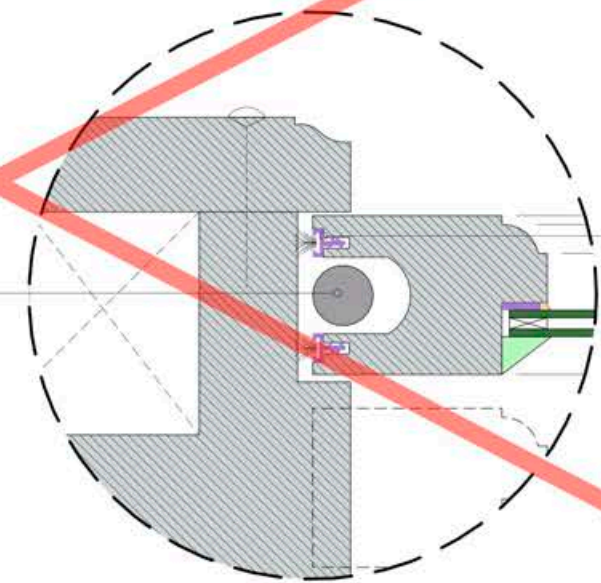


IMPRESSIE
van binnenuit gezien

bovenraam

Nieuwe balansveren
IN / BOVEN
schuifraam.

schuifraam



borstelprofiel
fa. HappyLift o.g.

NIEUW
(horizontaal detail)

4.10 SCHUIFRAAM – VENTILATIE

INLEIDING

'Isoleren is ventileren' is in deze tijd van verduurzaming een gevleugelde kreet geworden. Er wordt mee bedoeld dat het belangrijk is om ervoor te zorgen dat er voldoende aanvoer van verse buitenlucht is als de natuurlijke ventilatie door het aanbrengen van isolatie en kierdichting flink is afgenomen. Helaas zijn ventilatie oosters in een historisch raam meestal niet zo fraai. Op dit detailblad zijn ventilatieoplossingen bij een schuifraam weergegeven die aan de buitenzijde (bijna) niet zichtbaar zijn.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument vaak toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de historische kierdichting ter plaatse van de wisseldorpel bestaat uit wiggen. Het boven- en onderraam zitten dus niet strak tegen elkaar aan. Twee van de drie oplossingen op dit blad maken daar gebruik van. Getekend zijn varianten waarbij:

- de wiggen worden vervangen door een moderne kierdichting en er gaten worden geboord naar een nieuw afsluitbaar ventilatierooster bovenop het onderraam;
- de wiggen worden vervangen door een moderne kierdichting en er gaten worden geboord naar een nieuw afsluitbaar ventilatierooster aan de binnenzijde van het onderraam;
- het bovenraam tijdelijk uitgenomen is om de raamspinning in de bovendorpel te verbreden en verdiepen, waarna er achter de bovendorpel van het bovenraam een kast met een afsluitbaar ventilatierooster getimmerd wordt.

De ventilatieroosters bij het onderraam zijn verzonken in het raamhout zodat ze minder opvallen. Het is echter mogelijk te kiezen voor opbouwroosters, zeker als het rooster toch al in het zicht zit zoals bij oplossing b).

AANDACHTSPUNTEN

De aandachtspunten bij de getekende varianten zijn als volgt:

Bij a.

Een verzonken ventilatierooster bovenop is van binnen en buiten het minst zichtbaar. Deze oplossing is daarom het meest geschikt als het interieur een hoge monumentwaarde heeft. Omdat de wisseldorpel vaak al vrij hoog zit en het rooster bovendien aan de bovenzijde daarvan, is de bediening wel minder makkelijk te bereiken zonder hulpmiddelen. Qua stevigheid van het raam is het belangrijk om tussen de gaten die worden geboord voor de ventilatie voldoende hout te laten staan.

Bij b.

Ook bij deze oplossing zit het afsluitbare rooster vrij hoog maar wel in het zicht. Vanwege de hoogte kan eventueel worden gekozen voor een koordbediening. Qua stevigheid van het raam is het belangrijk om tussen de gaten die worden geboord voor de ventilatie voldoende hout te laten staan.

Bij c.

De ventilatievoorziening boven het raam langs toont zich aan de buitenzijde als een schaduwnaad als de opening niet te breed is (ca. 1cm). Bij het verdiepen van de raamspinning moet terughoudend te werk worden gegaan, omdat de bovendorpel van een historisch kozijn doorgaans ook een deel van de gevel draagt. Het is beter om niet te veel hout weg te nemen.

Van de drie varianten zit het rooster bij deze het hoogst; vaak vlak onder het plafond. Eventueel kan er daarom gekozen worden voor een koordbediening. Als de kast van de ventilatie op de plaats van de katrollen van het schuifmechanisme zou komen, dan is deze oplossing niet wenselijk.

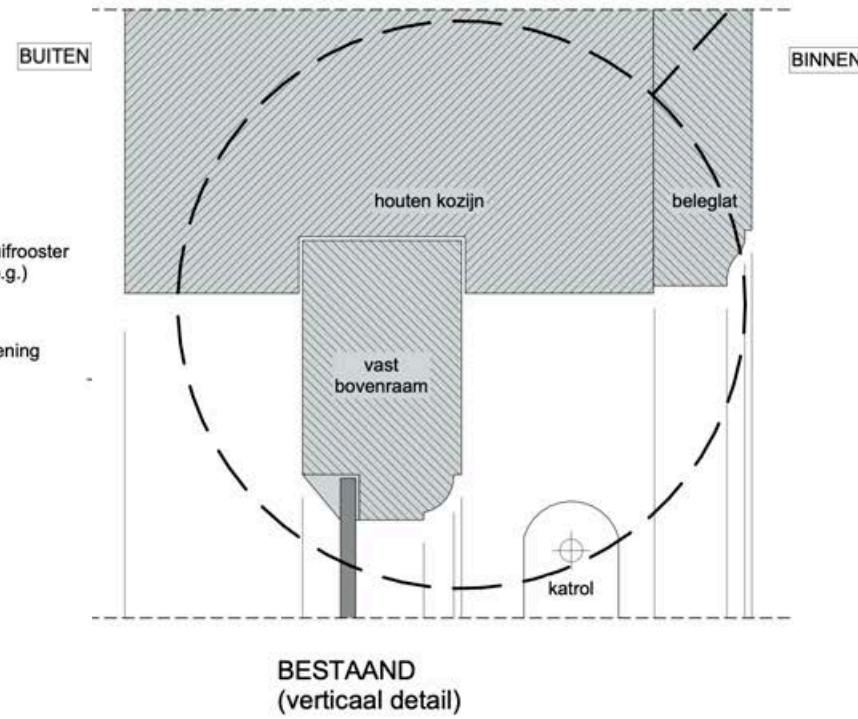
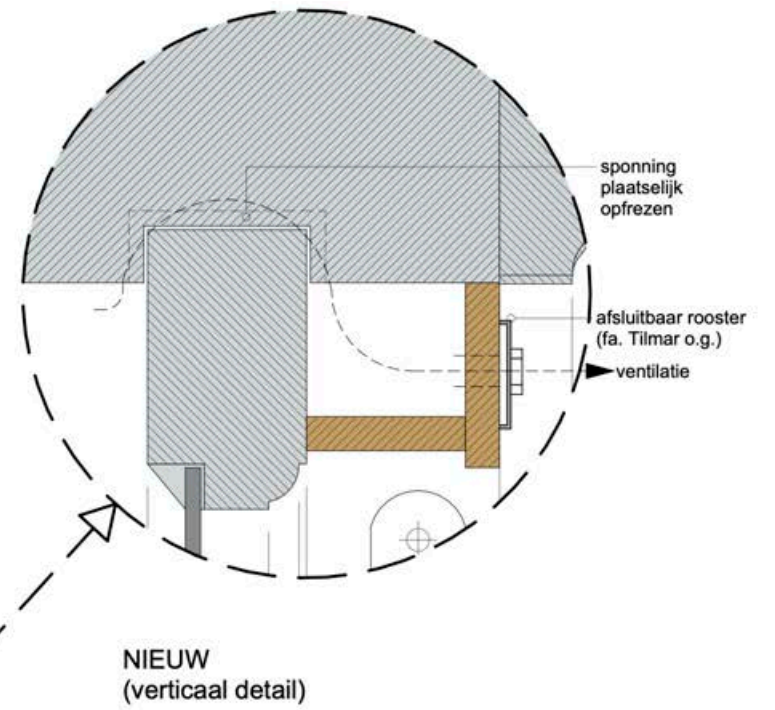
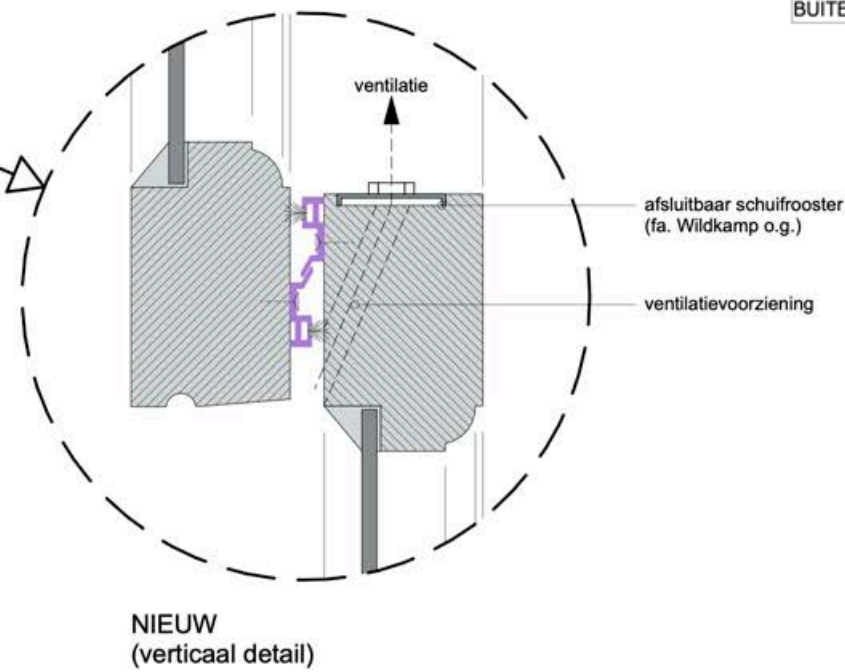
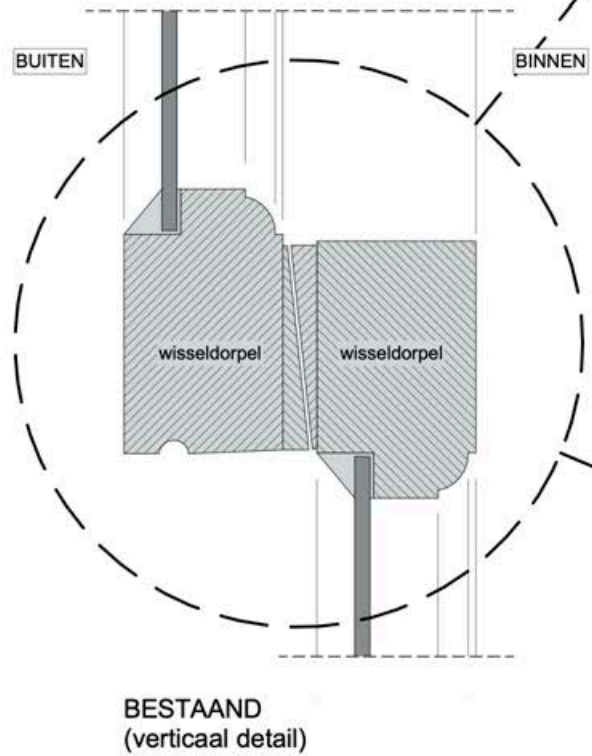
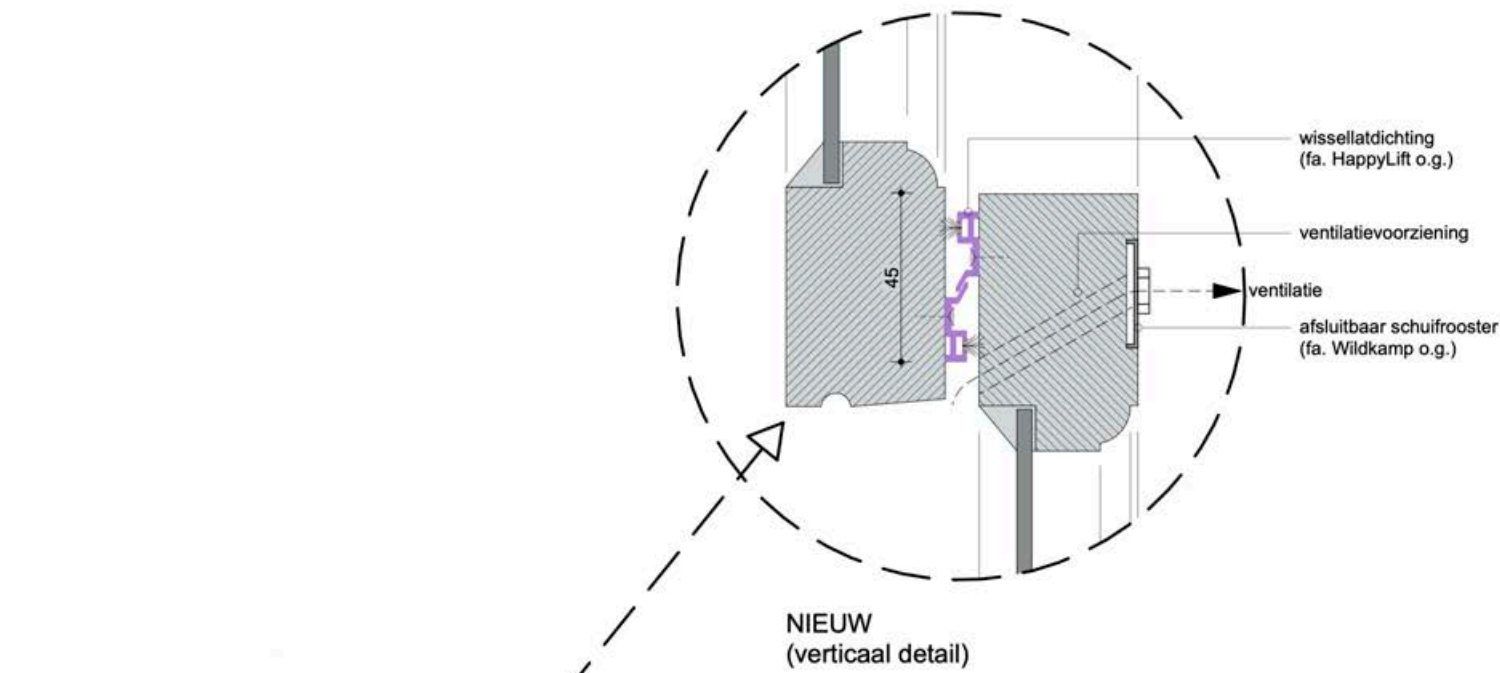
THEORIE

Gaten en kieren zorgen in een historisch huis voor een natuurlijke ventilatie die moeilijk te beïnvloeden is. Hoeveel ventilatie er is, hangt af van wind, luchtdruk- en temperatuurverschillen en de grootte van de kieren. Als er sprake is van overlast, dan noemen we natuurlijke ventilatie tocht. Tocht is voor bewoners vaak een reden om de thermostaat een graadje hoger te zetten. Met een goede kierdichting bij ramen en deuren kan het comfort in een historisch gebouw sterk verhoogd worden, waardoor extra stoken niet nodig is.

Door te isoleren en naden en kieren af te dichten ontstaat er echter ook een nieuwe vochthuishouding. De binnenlucht warmt op waardoor hij meer vocht kan bevatten, tegelijkertijd is er minder natuurlijke aanvoer van droge buitenlucht, en als er isolatieglas is geplaatst is er ook niet meer het signaal van condens op het glas dat zegt dat het tijd is om een raampje open te zetten. Daarom moet een pakket van isolatie- en kierdichtingsmaatregelen eigenlijk ook altijd ventilatieoplossingen bevatten. Die zijn essentieel voor een gezond binnenklimaat en het voorkomen van schimmel en houtrot.

Het is beter daarbij niet afhankelijk te zijn van menselijk handelen. Het vraagt veel discipline om regelmatig en tijdig te ventileren. Kort samengevat zijn er twee vormen van mechanische ventilatie: afzuiging in combinatie met natuurlijke aanvoer van lucht, of aan- en afvoer van lucht door een mechanisch ventilatiesysteem, ook wel balansventilatie genoemd. Bij balansventilatie moet de buitenschil van het gebouw zo goed mogelijk luchtdicht gemaakt worden. Als er uitsluitend wordt afgezogen, dan zijn afsluitbare ventilatieroosters nodig als er kierdichting is aangebracht. Het ventilatiesysteem zorgt dan voor een iets lagere luchtdruk in de woning waardoor buitenlucht door de roosters naar binnen stroomt.

Als koude buitenlucht door de roosters binnenstroomt, dan is dat bij voorkeur op een plaats waar dat geen overlast geeft. Dus niet boven een bank waar de bewoners stil televisie zitten te kijken. Ventilatievoorzieningen in ramen als alternatief voor natuurlijke ventilatie zijn in verblijfsruimtes daarom niet altijd de beste oplossing; vaak is het beter buitenlucht in zogenaamde aangrenzende, onverwarmde ruimtes te laten voorverwarmen.



INLEIDING

Houten schuiframes zijn een veelvoorkomend raamtype in historische gebouwen. Meestal zijn schuiframes al wel voorzien van een vorm van kierdichting, maar deze presteert niet zoals een moderne dichting. Doordat de ramen langs het kozijn schuiven, zijn ze lastiger kierdicht te maken en kiezen eigenaren er vaak voor om ze dicht te schilderen. Dat is in veel gevallen een goede en omkeerbare oplossing, maar als de schuiframes wel open moeten blijven kunnen, is ook een goede tocht dichting haalbaar.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument soms toestemming van de gemeente nodig; vraag dat na.

UITVOERING

In de details zijn verschillende mogelijke situaties weergegeven, met een:

- historische kierdichting door middel van wiglatten ter plaatse van de wisseldorpel (de plaats waar het onder- en bovenraam elkaar ontmoeten), zoals in 4.11 en 4.12;
- historische kierdichting bij de wisseldorpel door middel van een schuinte aan het raamhout, zoals in 4.13 en 4.14;
- ontbrekende kierdichting bij de wisseldorpel, zoals in 4.15;
- schuivend boven- en/of onderraam – in 4.11 schuift ook het bovenraam, maar meestal schuift in de praktijk alleen het onderraam.

In alle situaties is met een moderne kierdichtingsoplossing een flinke verbetering te realiseren, en de getoonde oplossingen hebben met elkaar gemeen dat ze veel langer meegaan dan schuimstrips uit de bouwmarkt. Voor het aanbrengen van de kierdichting moet het raam wel worden uitgenomen. Dat is mogelijk door de schroeven van de beuglatten die het raam op zijn plaats houden, los te maken en deze onder de koplatten vandaan te schuiven. In de kozijnstijlen is nu meestal een gewichtskoker zichtbaar: de ruimte in het kozijn waarin het tegengewicht van het raam op en neer gaat.

Bijna alle oplossingen worden aangebracht in of op het raam. Op plaatsen waar ramen en kozijnen op elkaar gedrukt worden, is een rubberen O-profiel – vergelijkbaar met het rubber in een autodeur – vaak een goede oplossing. Deze profielen worden in een kleine sleuf van zo'n 3mm breed bij 5mm diep aangebracht die in het hout wordt gefreesd. Op plaatsen waar ramen en kozijnen langs elkaar schuiven, zijn verschillende soorten borstels toe te passen. Deze worden of ingefreesd, of vastgezet met schroefjes. Een nadeel van borstels is, dat ze na verloop van tijd vanwege het gebruik gaan openstaan en slechter functioneren.

Rvs-tochtprofielen of polyu ethaan schuimdichtingen kunnen zowel worden gebruikt op plaatsen waar delen langs elkaar schuiven als waar ze op elkaar gedrukt worden. Schuimdichtingen worden soms ingefreesd en soms geplakt, rvs-tochtprofielen worden altijd geplakt. Omdat de levensduur van de plakstrips waarschijnlijk flink korter is dan van het metaal, is het te overwegen deze tochtprofielen plaatselijk aanvullend vast te zetten met spijkertjes.

In tegenstelling tot de andere oplossingen wordt een kierdichting met rvs ter plaatse van de stijlen – dus waar het raam langs het kozijn schuift – enigszins zichtbaar in het kozijn aangebracht zoals in detail 4.13. Hiervoor wordt de raamspanning in het kozijn plaatselijk verbreed en verdiept. Een historisch kozijn heeft een dragende functie en meestal ook een langere levensduur dan het raam en daarom heeft deze vorm van kierdichting niet de voorkeur. De oplossing met de speciaal voor historische schuiframes ontwikkelde VR-strips die te zien is in detail 4.14 is een goed alternatief.

Als de ramen na de werkzaamheden niet meer gangbaar zijn, dan is zwel- of compriband een goede en onzichtbare kierdichting.

AANDACHTSPUNTEN

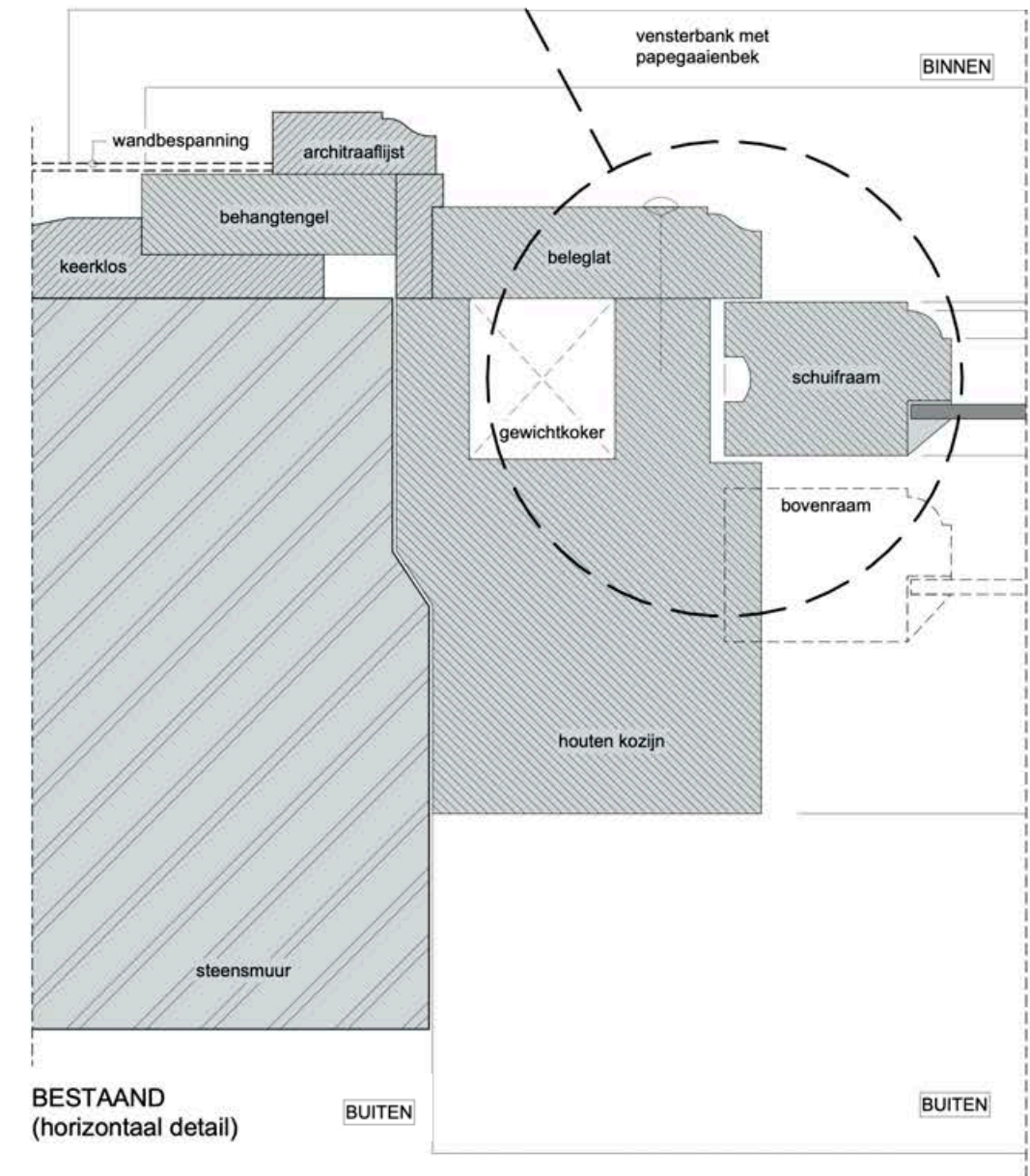
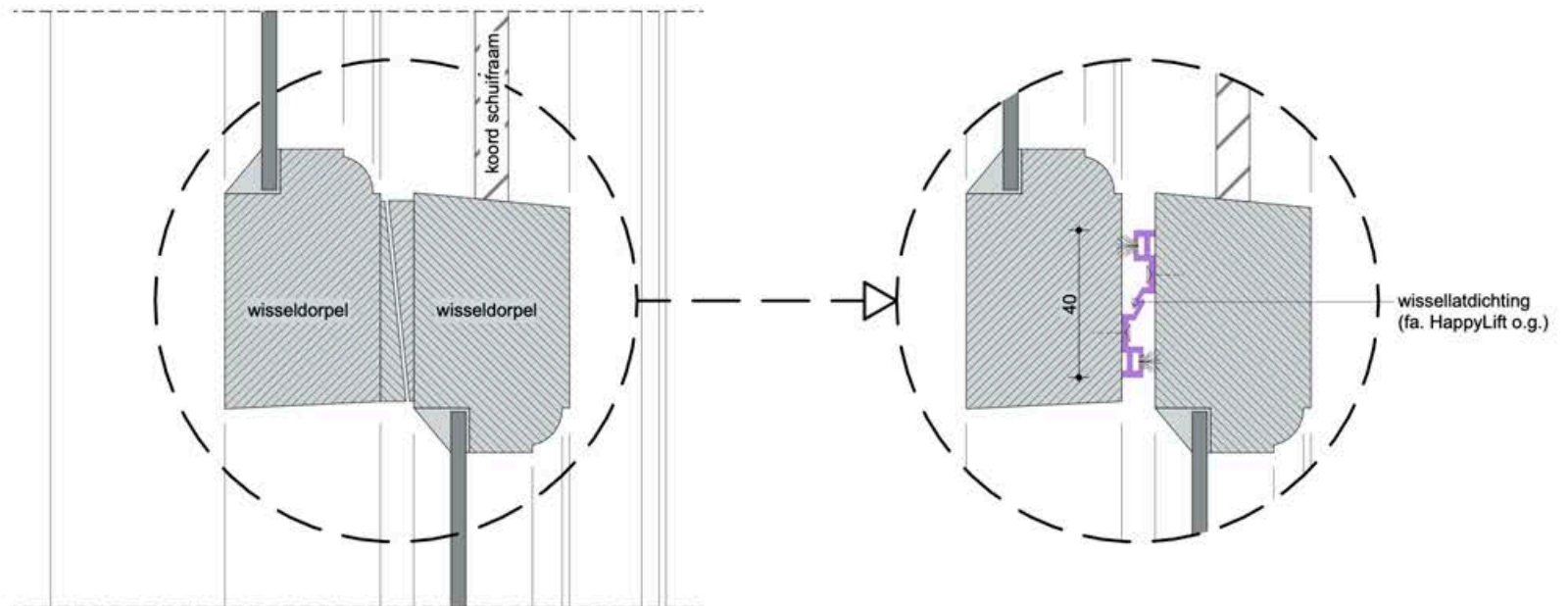
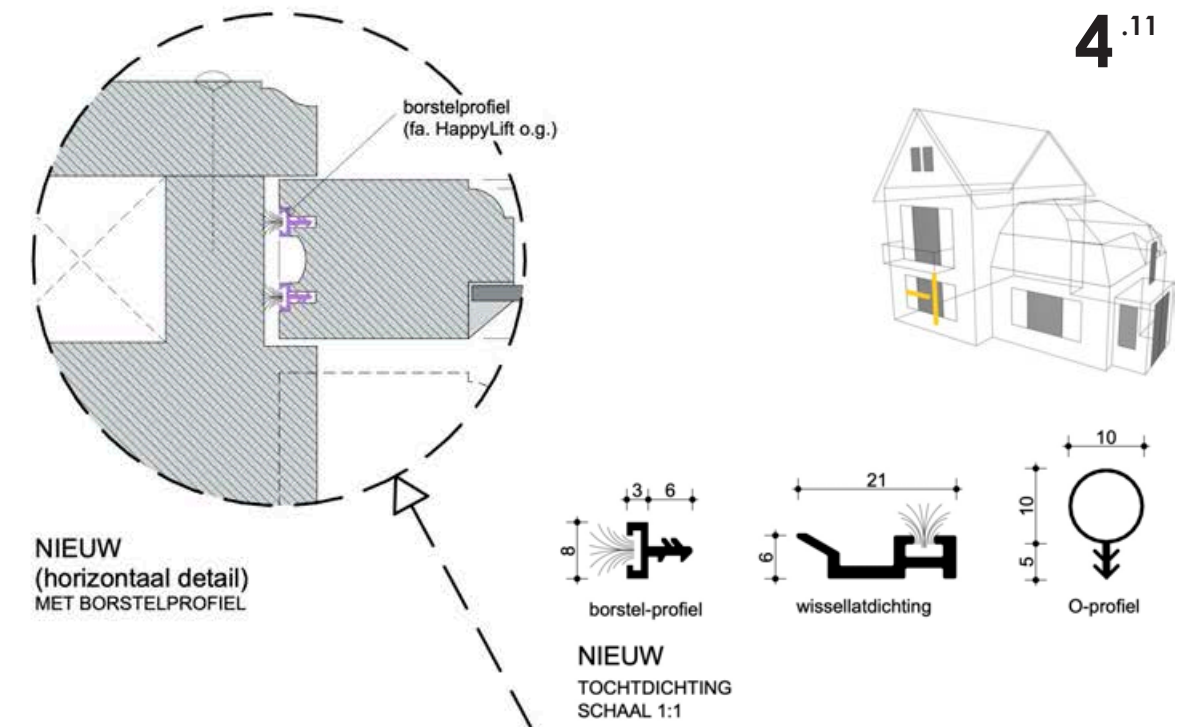
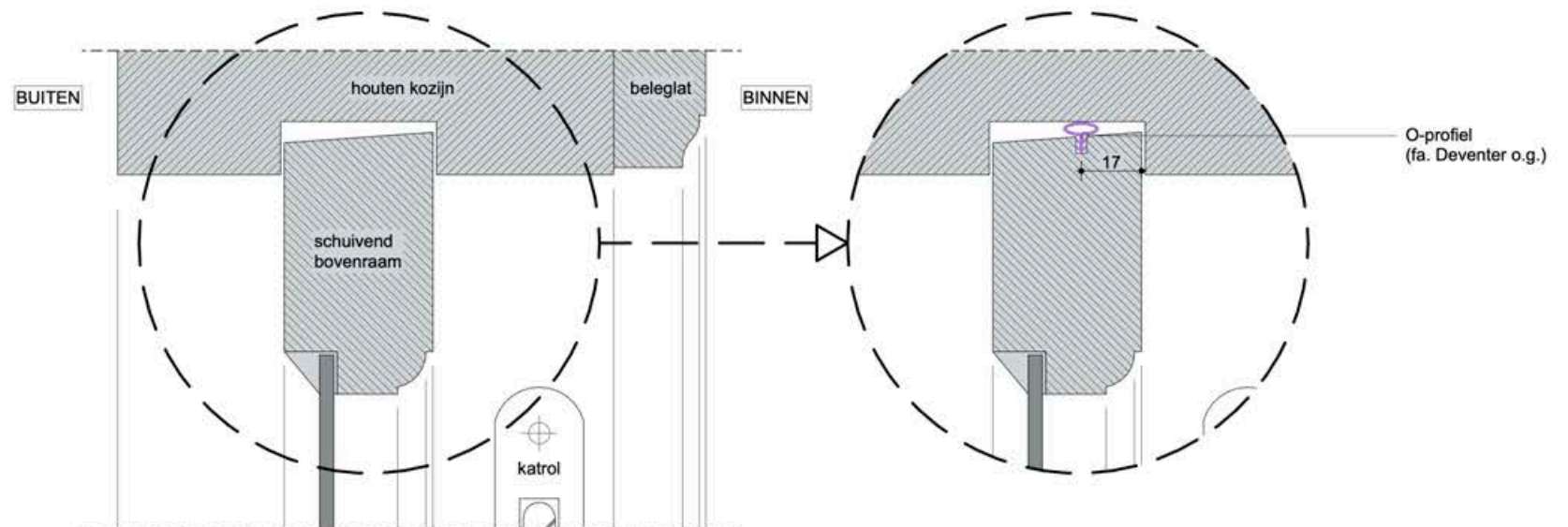
Professionele kierdichting zoals in de getoonde details wordt meestal niet op zichzelf uitgevoerd. Als de ramen toch moeten worden uitgenomen, dan is dat een goed moment om tegelijkertijd een schuifstelsel weer gangbaar te maken, de passing van een raam te verbeteren, of isolatieglas aan te brengen met op het gewijzigde gewicht van het glas afgestemde contragewichten of veren in de gewichtskokers (zie detailbladen 4.06, 4.07 en 4.09).

Door kierdichting vermindert de natuurlijke ventilatie. Het is niet verstandig alle kieren af te dichten zonder daarbij voorzieningen te treffen voor de toe- en afvoer van ventilatielucht.

THEORIE

Door een goede kierdichting bij ramen en deuren kan het comfort in een historisch gebouw sterk verhoogd worden. Op zich valt het warmteverlies door kieren vaak nog enigszins mee, maar juist de ervaring van tocht is voor bewoners een reden om de verwarming omhoog zetten. Het aanbrengen van isolerende beglazing heeft dan ook minder effect zonder een gelijktijdige verbetering van de kierdichting.

Kierdichting wordt vaak gepresenteerd als een 'quick win', maar het is beter tegelijkertijd na te denken over een vorm van mechanische ventilatie, het liefst met warmteterugwinning. De bouwwetgeving gaat voor de noodzakelijke luchtverversing in bestaande bouw uit van een minimum capaciteit van 0,7 liter verse lucht per vierkante meter vloeroppervlak per seconde, met een minimum van 7 liter per seconde, ongeacht de grootte van de ruimte. In bepaalde ruimtes, zoals een vochtbelaste ruimte als een badkamer, of in een keuken met een (gas)fornuis, worden hogere eisen gesteld. Ventilatie is essentieel voor een gezond binnenklimaat en om vocht uit een gebouw af te voeren, zodat als gevolg van de energiebesparingsmaatregelen op een andere plek geen problemen ontstaan met schimmel of houtrot. De afvoer van vocht is niet alleen belangrijk voor het binnenklimaat, de gezondheid van de gebruikers en het gebouw zelf, het is ook van belang voor het energieverbruik. Het kost immers veel meer energie om vochtige lucht op te warmen dan droge lucht.



BESTAAND
(verticaal detail)

NIEUW
(verticaal detail)
MET BORSTEL- & O-PROFIELEN

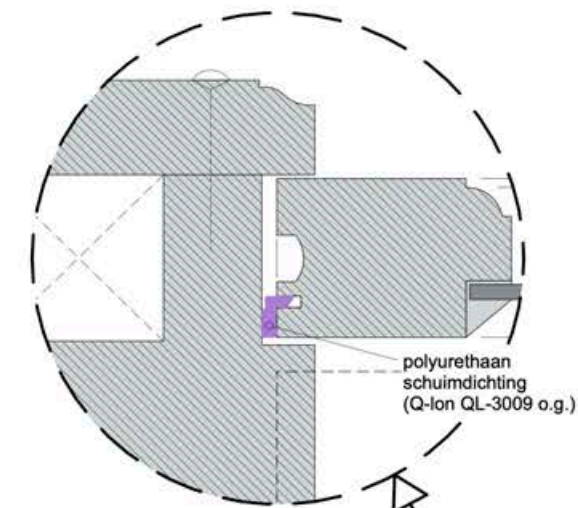
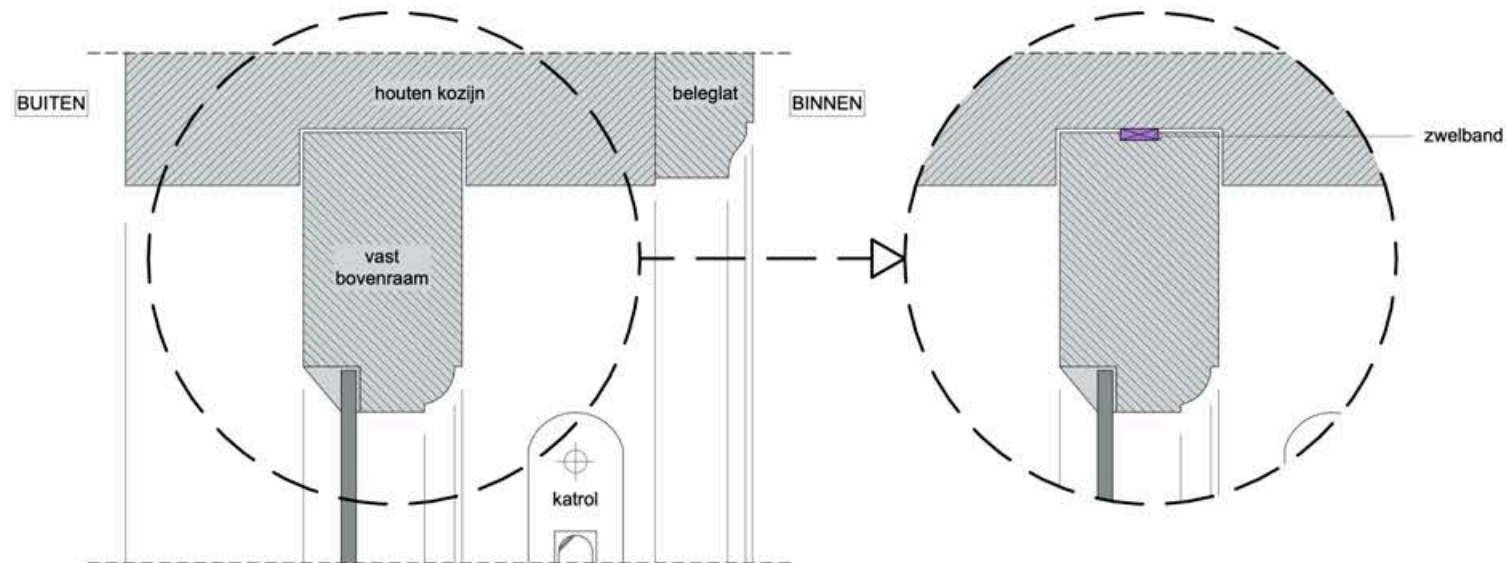
BESTAAND
(horizontaal detail)



▲ **Afbeelding XXIII** Voor historische ramen zijn vele soorten kierdichting in de handel. We zien hier enkele voorbeelden. Van links naar rechts gaat het om een rvs-kierdichting (detailblad 4.13), bronzen kierdichting (4.17), borstelprofiel en wisseldorpeldichting (4.11), VR-strip en O-profiel (4.14).

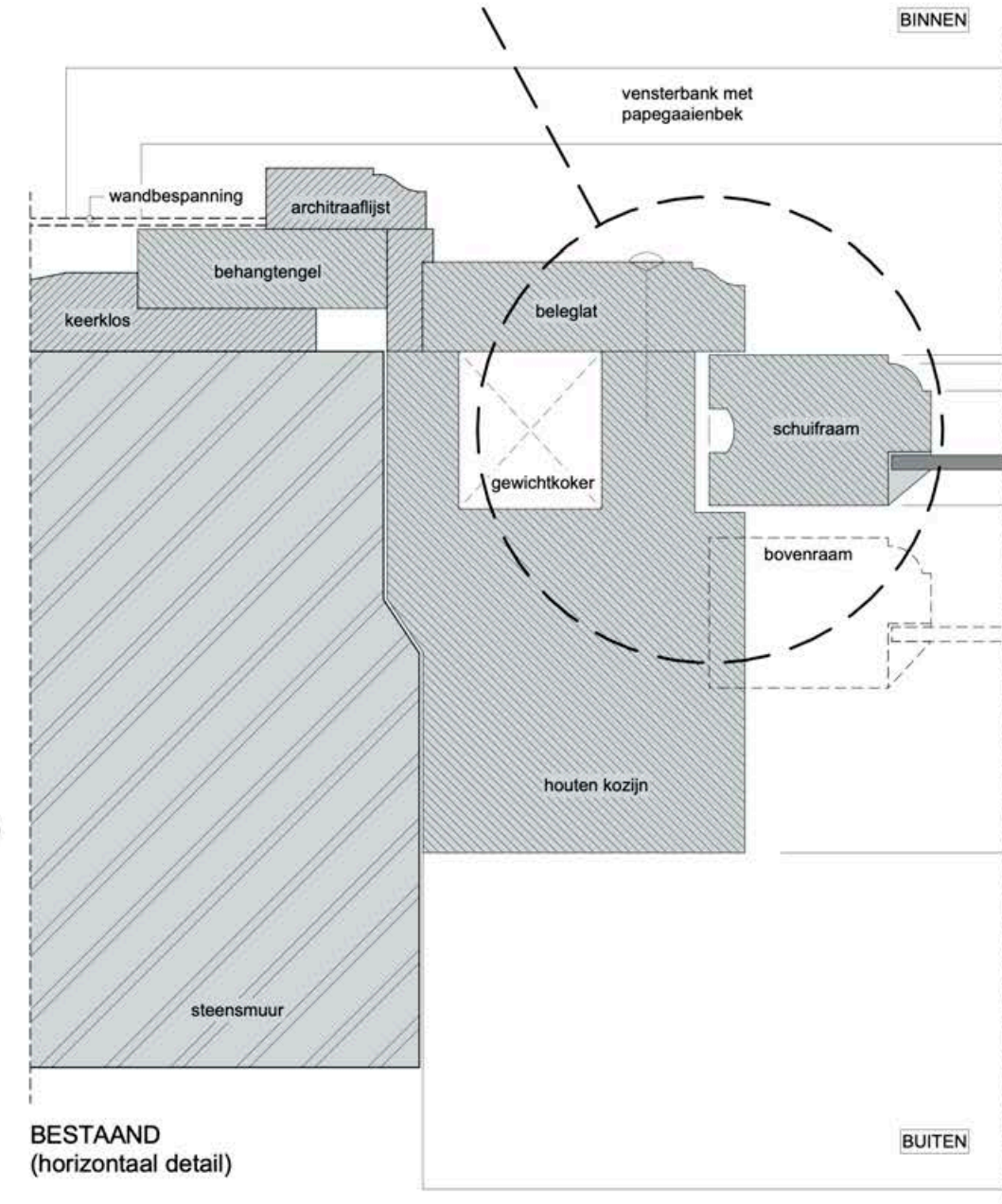
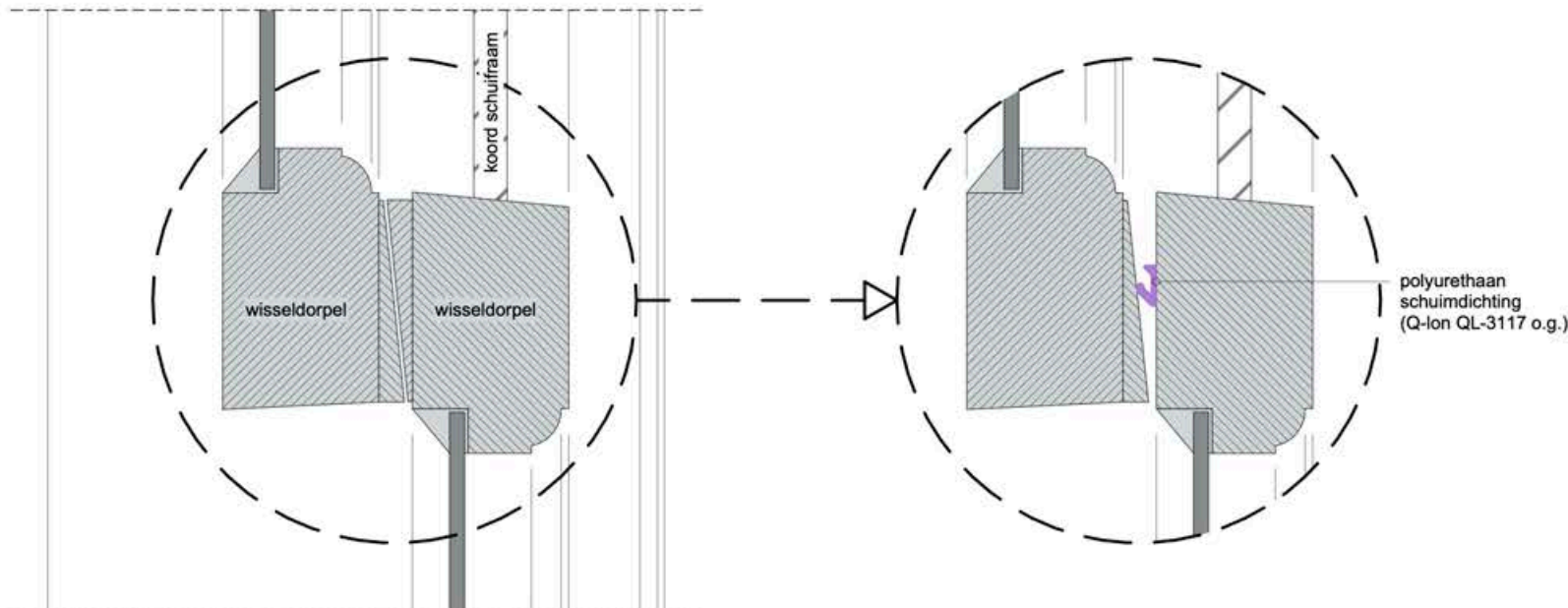


▲ **Afbeelding XXIV** De keuze van het juiste isolatiemateriaal is belangrijk. Er kunnen grote verschillen zijn in de eigenschappen van materialen, de wijze van verwerken, de milieu-impact en de prijs. We zien hier van links naar rechts: vacuümisolatie, schuimglas, een aerogeldecken, een resol hardschuimplaat, glaswol, steenwol, katoenisolatie (van gerecyclede spijkerbroeken), vlasisolatie, houtvezelisolatie, een stuk calciumsilicaatplaat, perlietstuc en een blok kalkhennep.

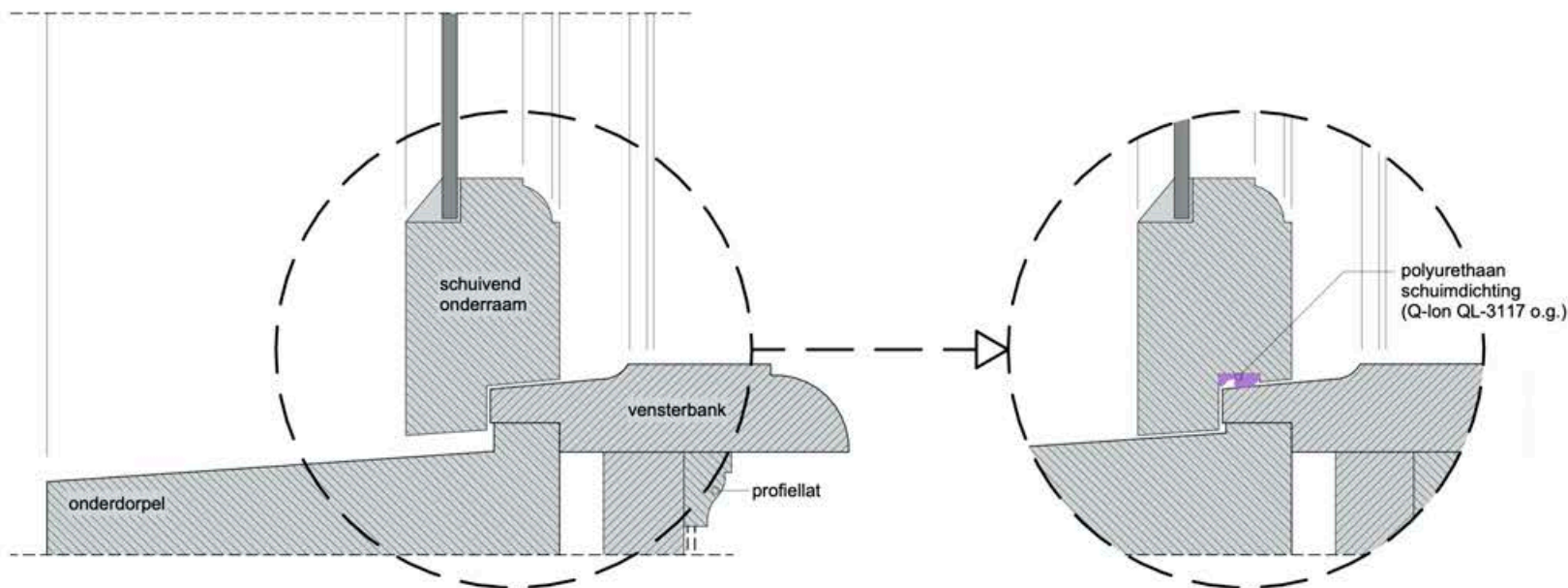


NIEUW
(horizontaal detail)
MET POLYURETHAAN SCHUIMDICHTING

NIEUW
TOCHTDICHTING
SCHAAL 1:1

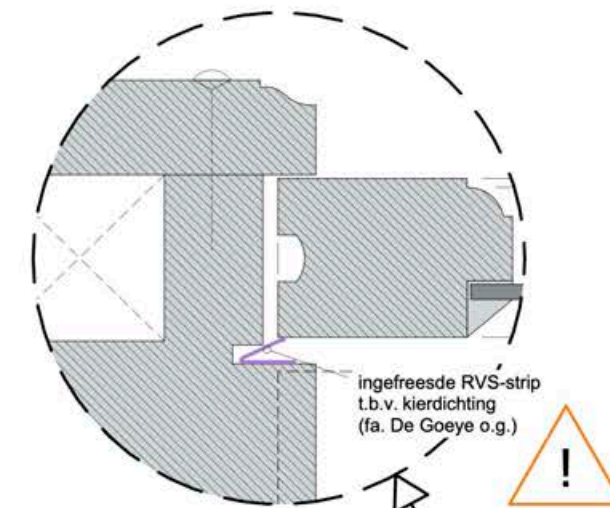
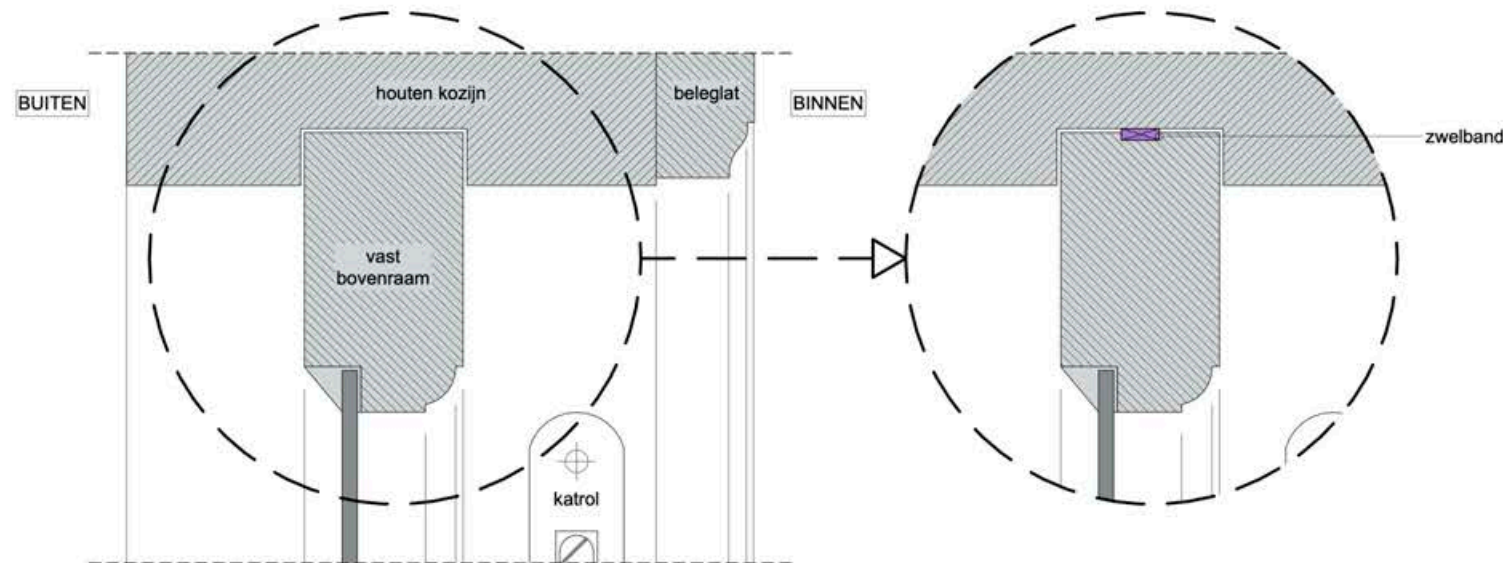


BESTAAND
(horizontaal detail)



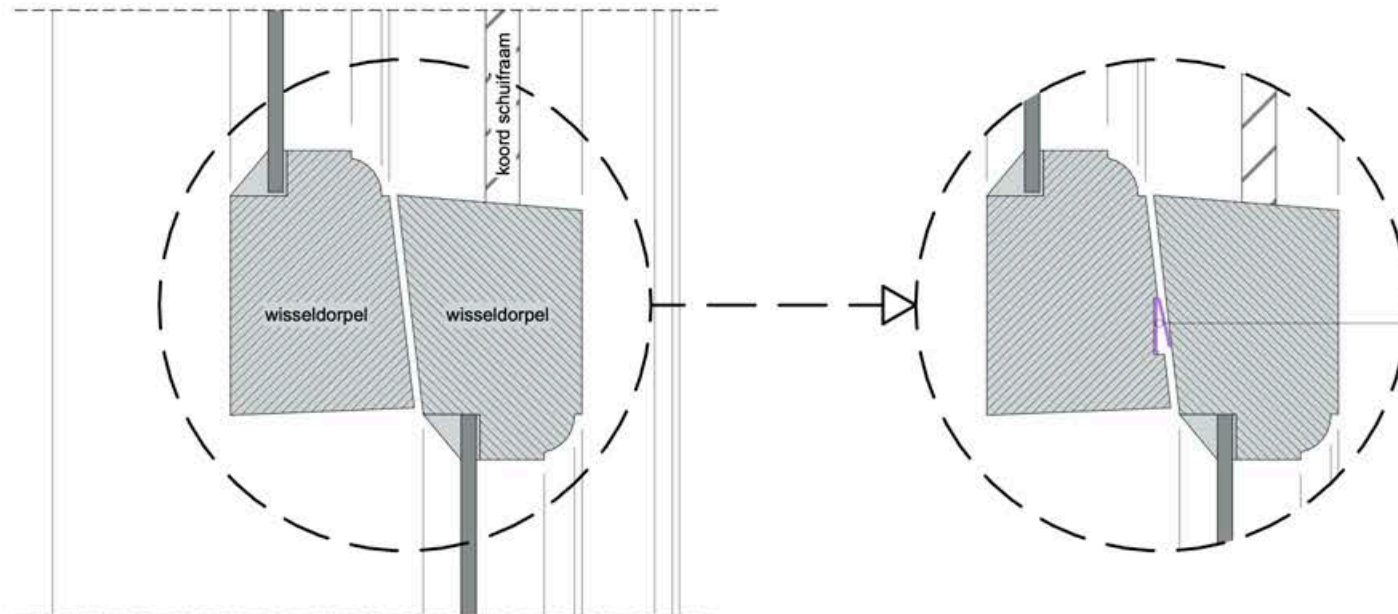
NIEUW
(verticaal detail)
MET POLYURETHAAN SCHUIMDICHTING

BESTAAND
(verticaal detail)

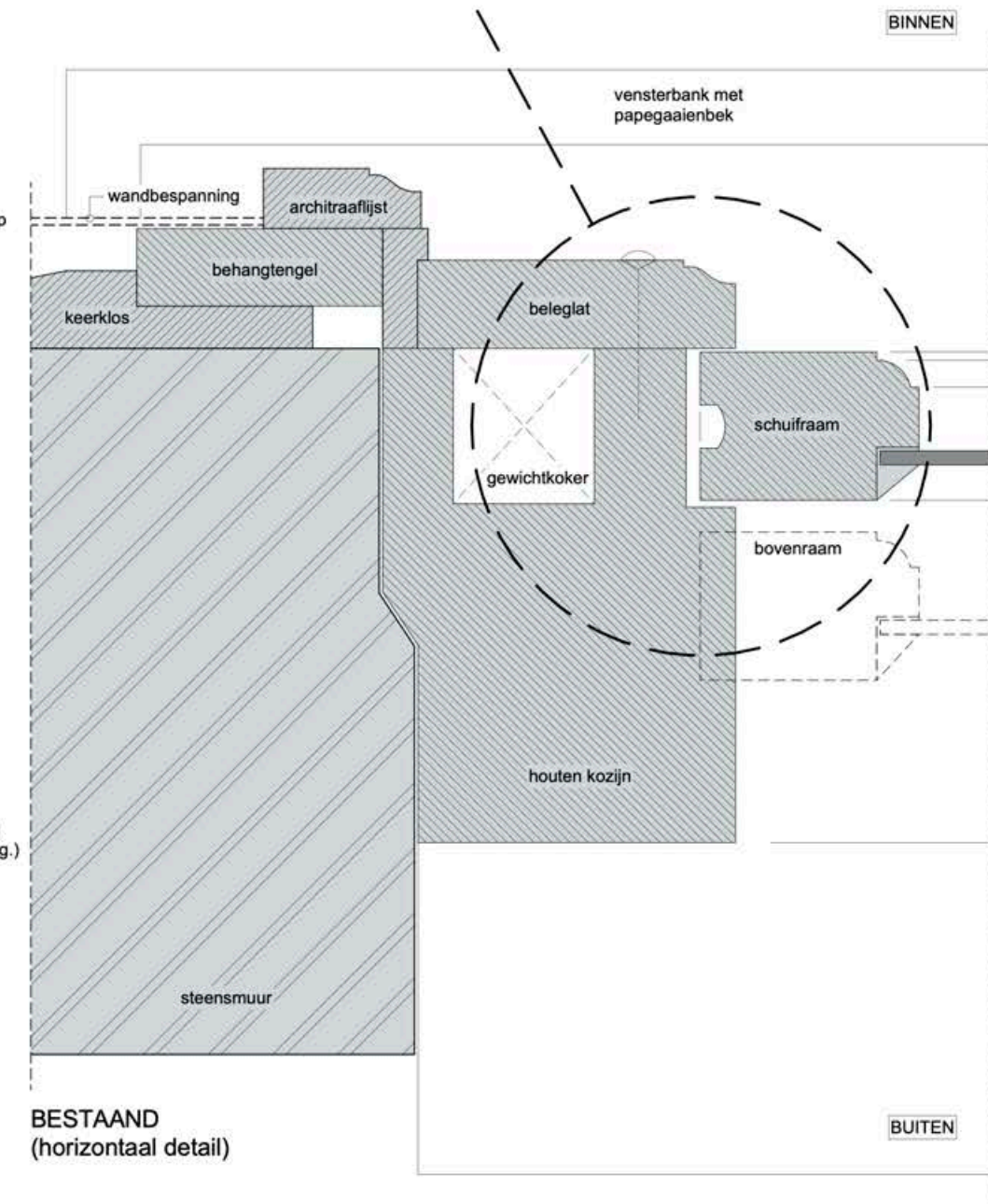


NIEUW
(horizontaal detail)
MET RVS STRIP

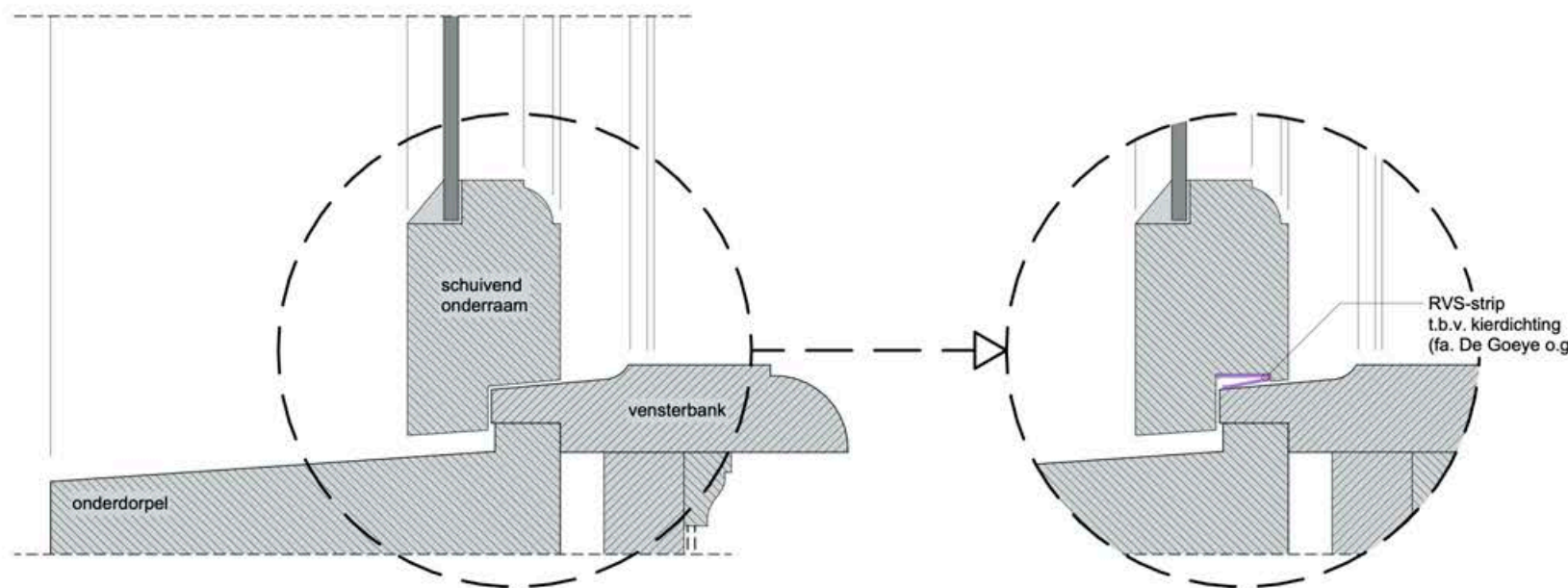
NIEUW
TOCHTDICHTING
SCHAAL 1:1



ingefreesde RVS-strip
t.b.v. kierdichting
(fa. De Goeye o.g.)



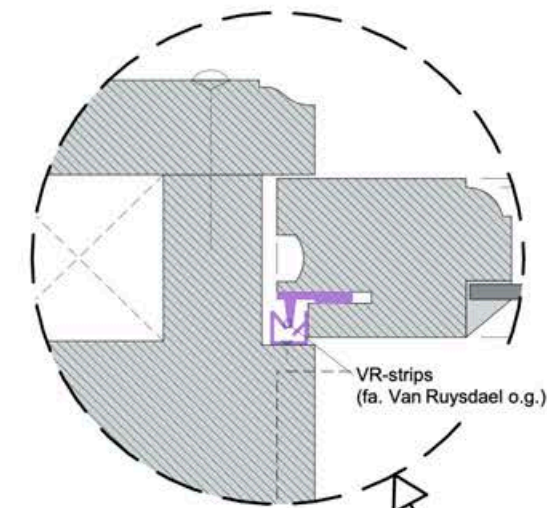
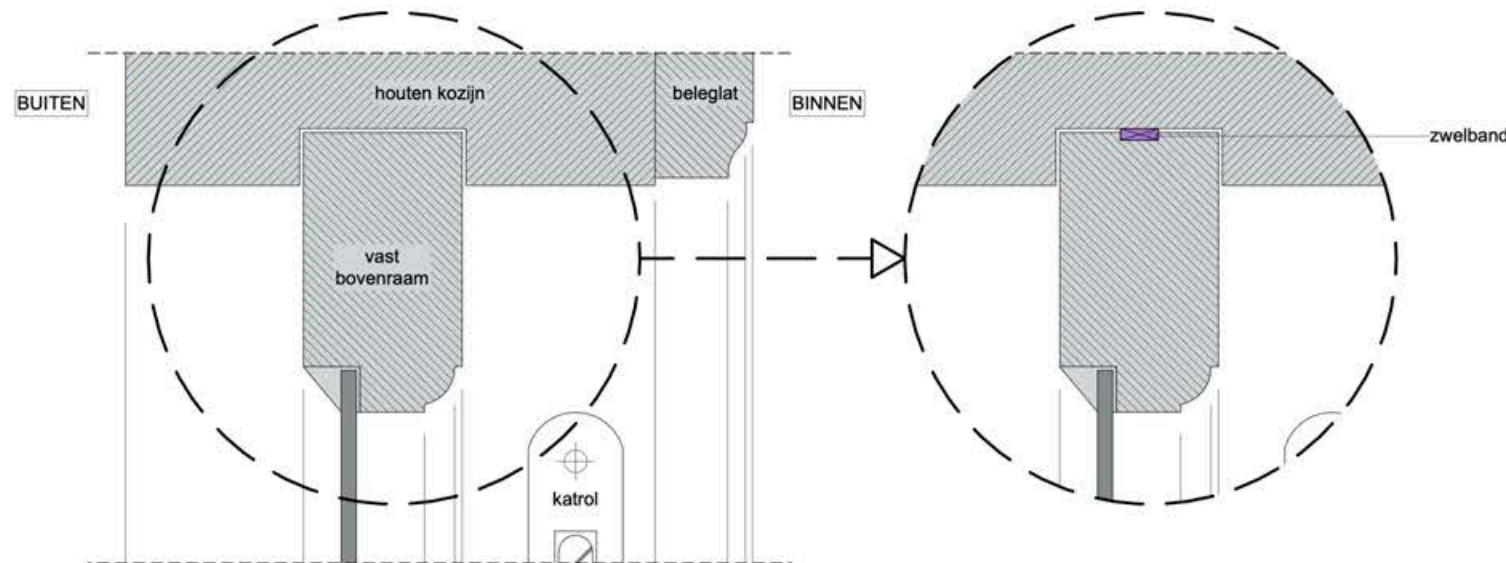
BESTAAND
(horizontaal detail)



RVS-strip
t.b.v. kierdichting
(fa. De Goeye o.g.)

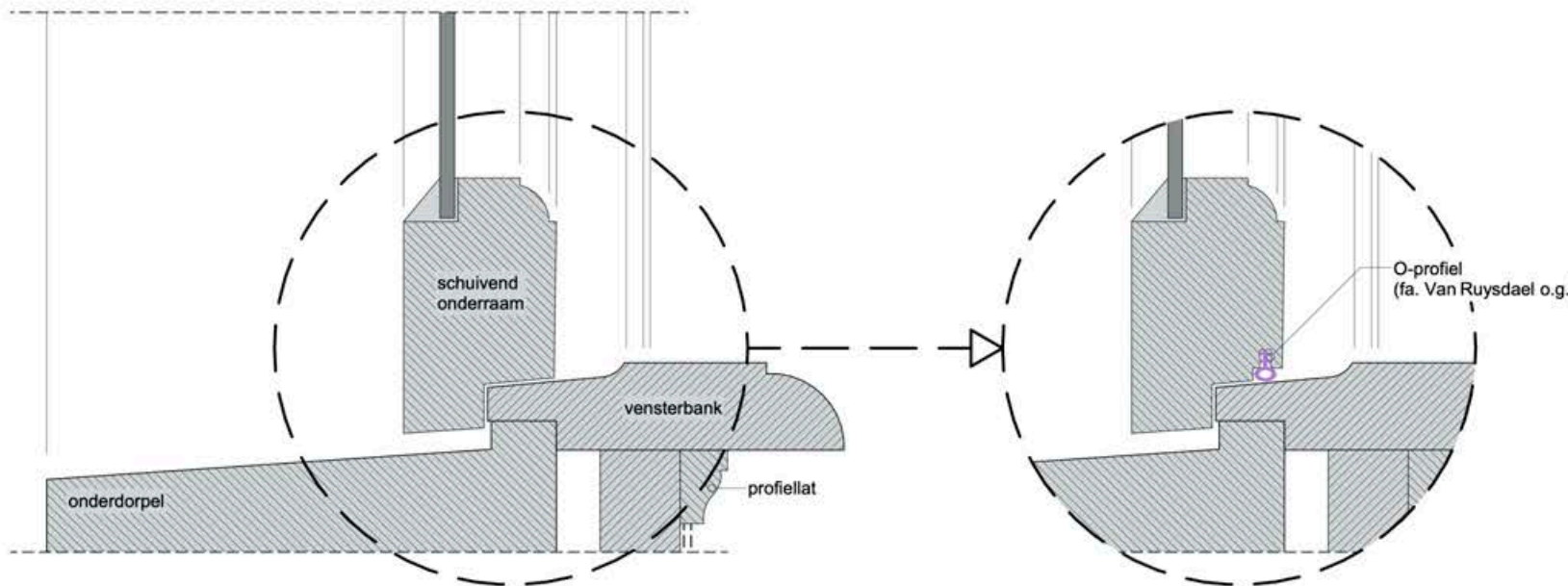
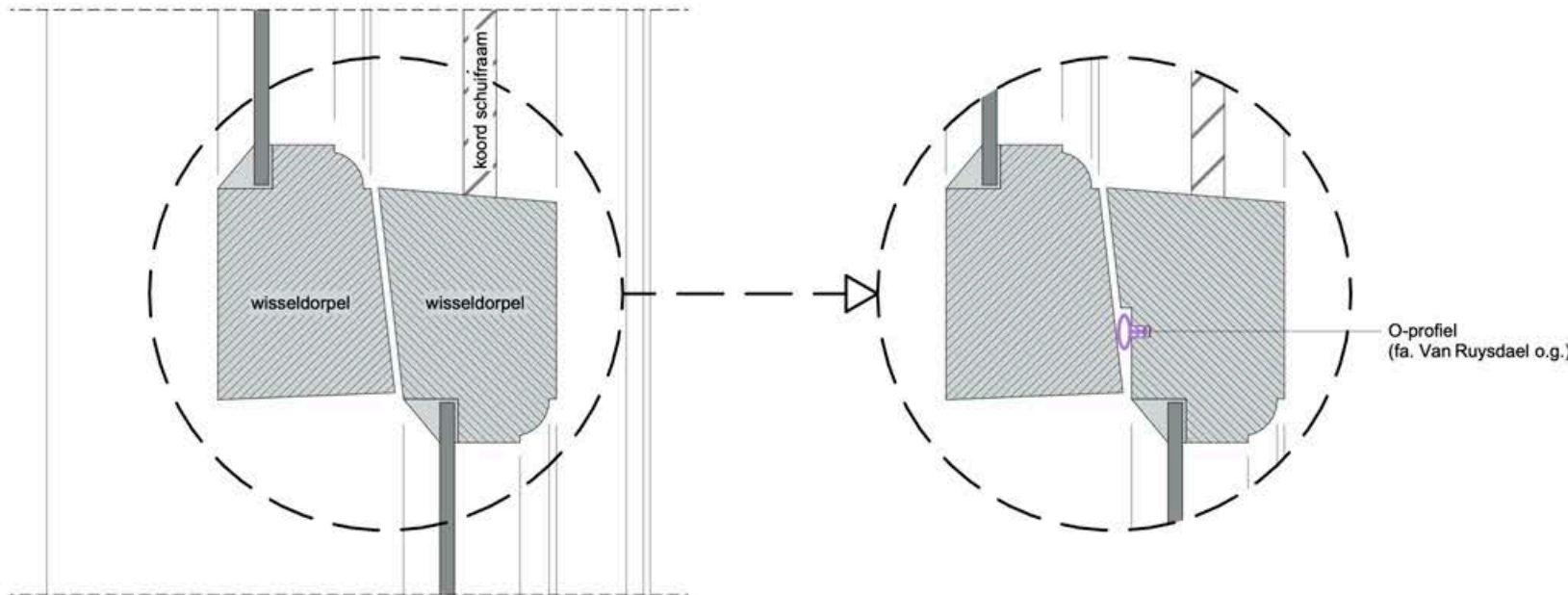
NIEUW
(verticaal detail)
MET RVS-STRIPS

BESTAAND
(verticaal detail)



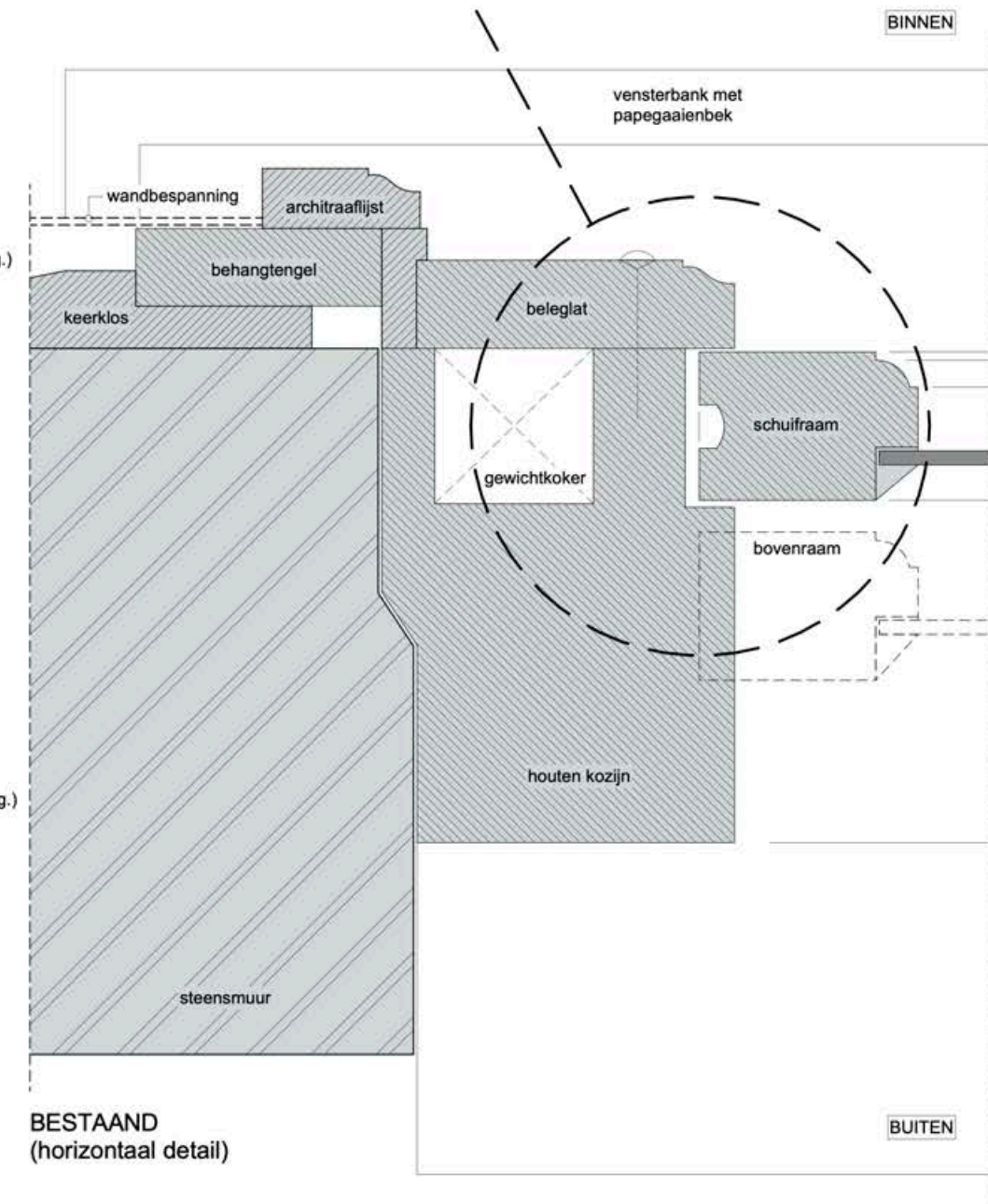
NIEUW
(horizontaal detail)
MET VR-STRIPS

NIEUW
TOCHTDICHTING
SCHAAL 1:1

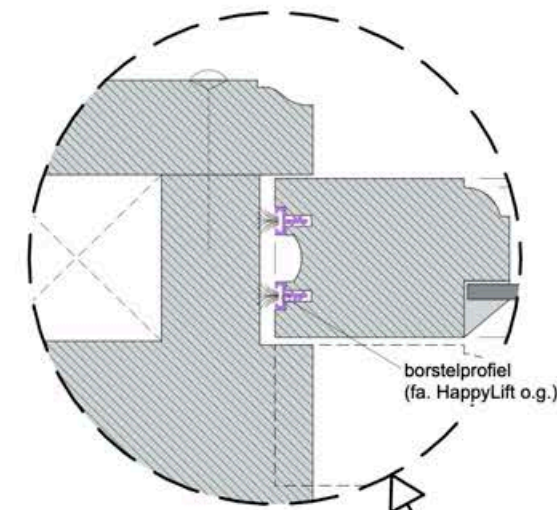
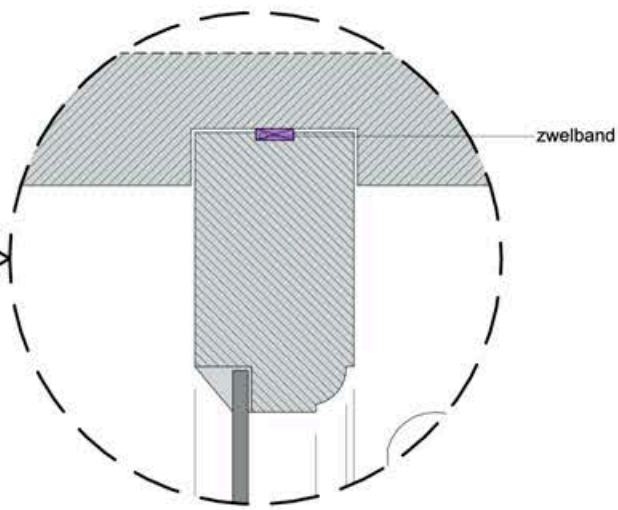
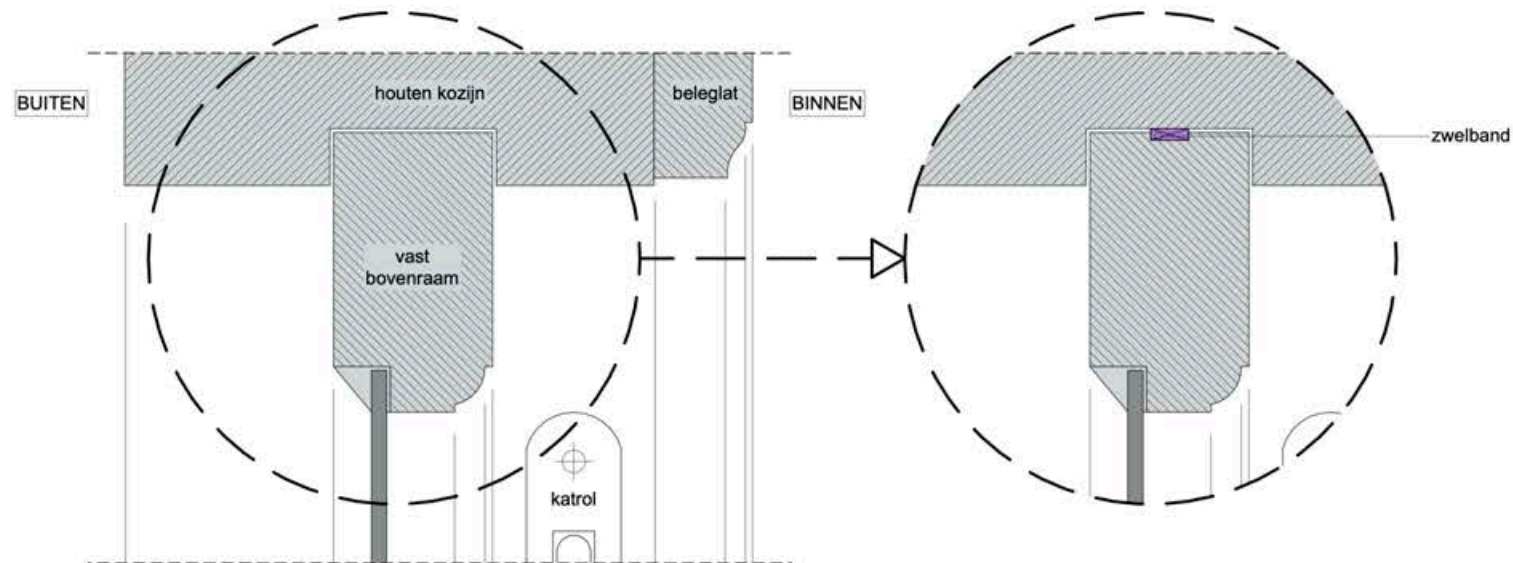


BESTAAND
(verticaal detail)

NIEUW
(verticaal detail)
MET O-PROFIELEN

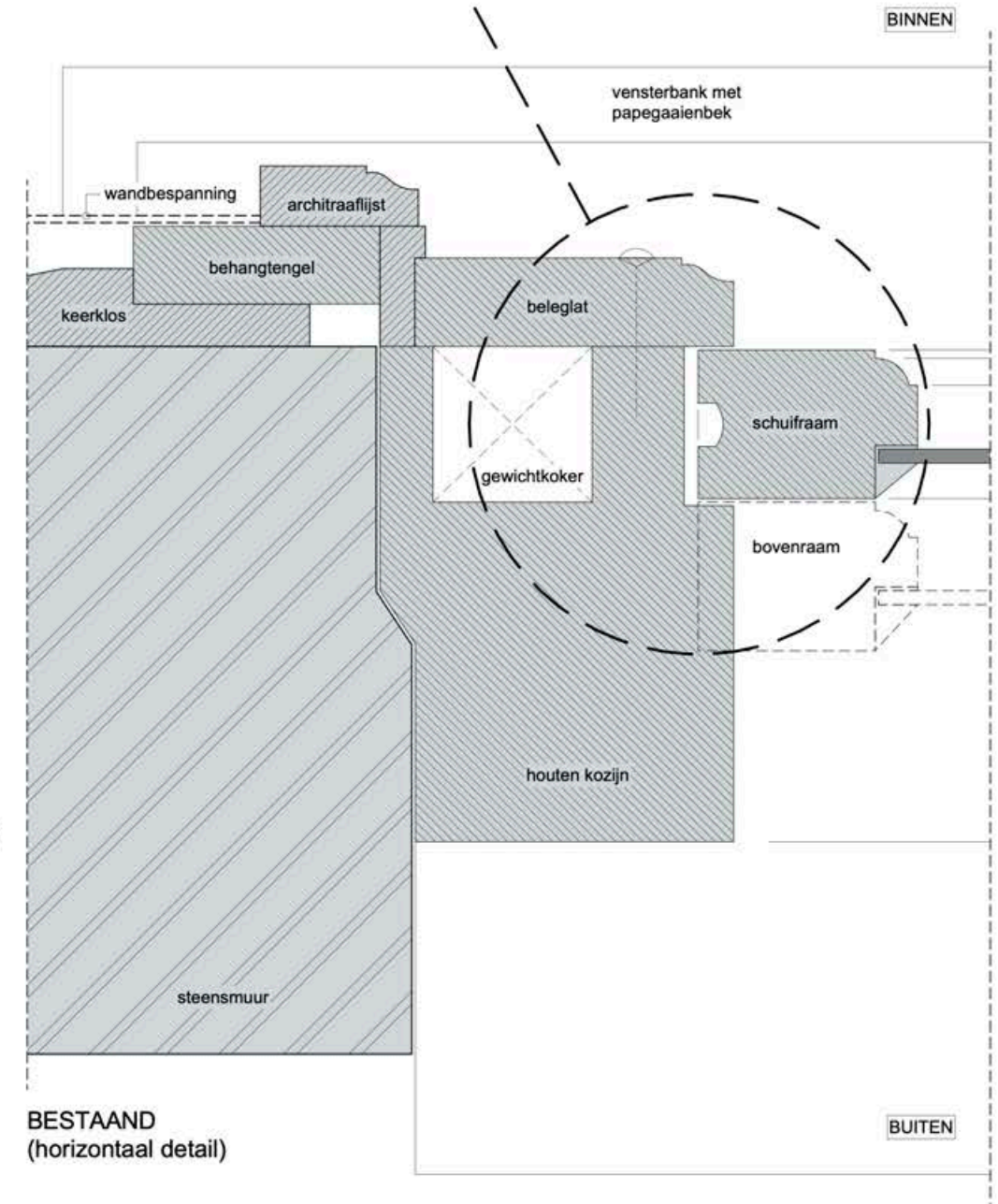
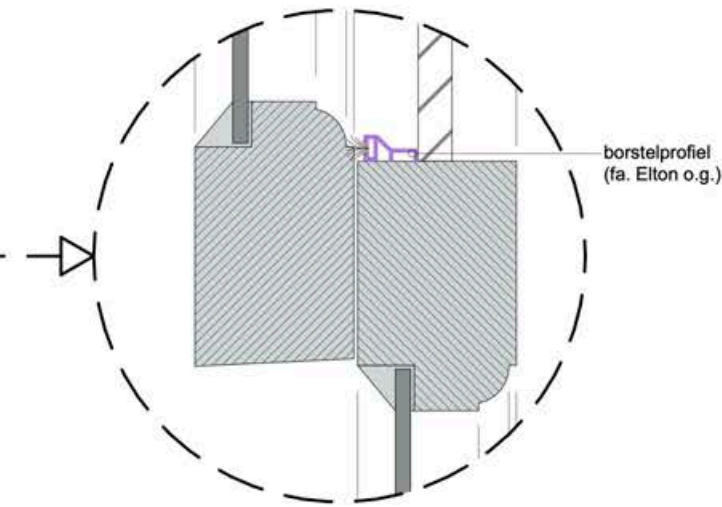
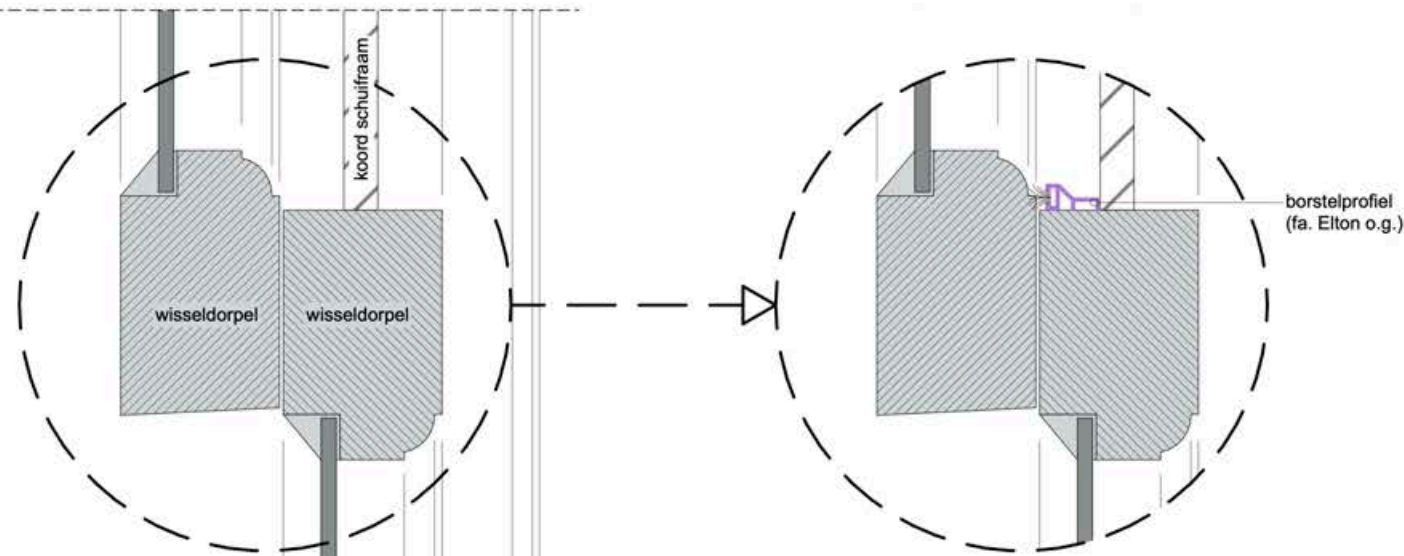


BESTAAND
(horizontaal detail)

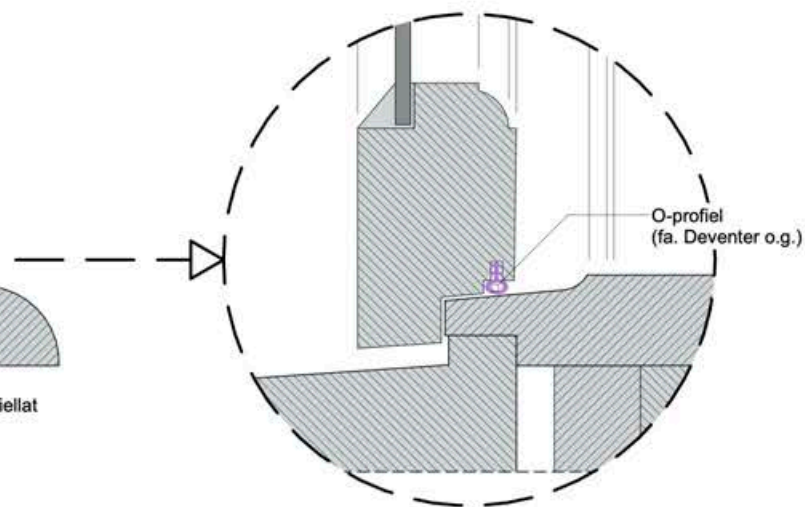
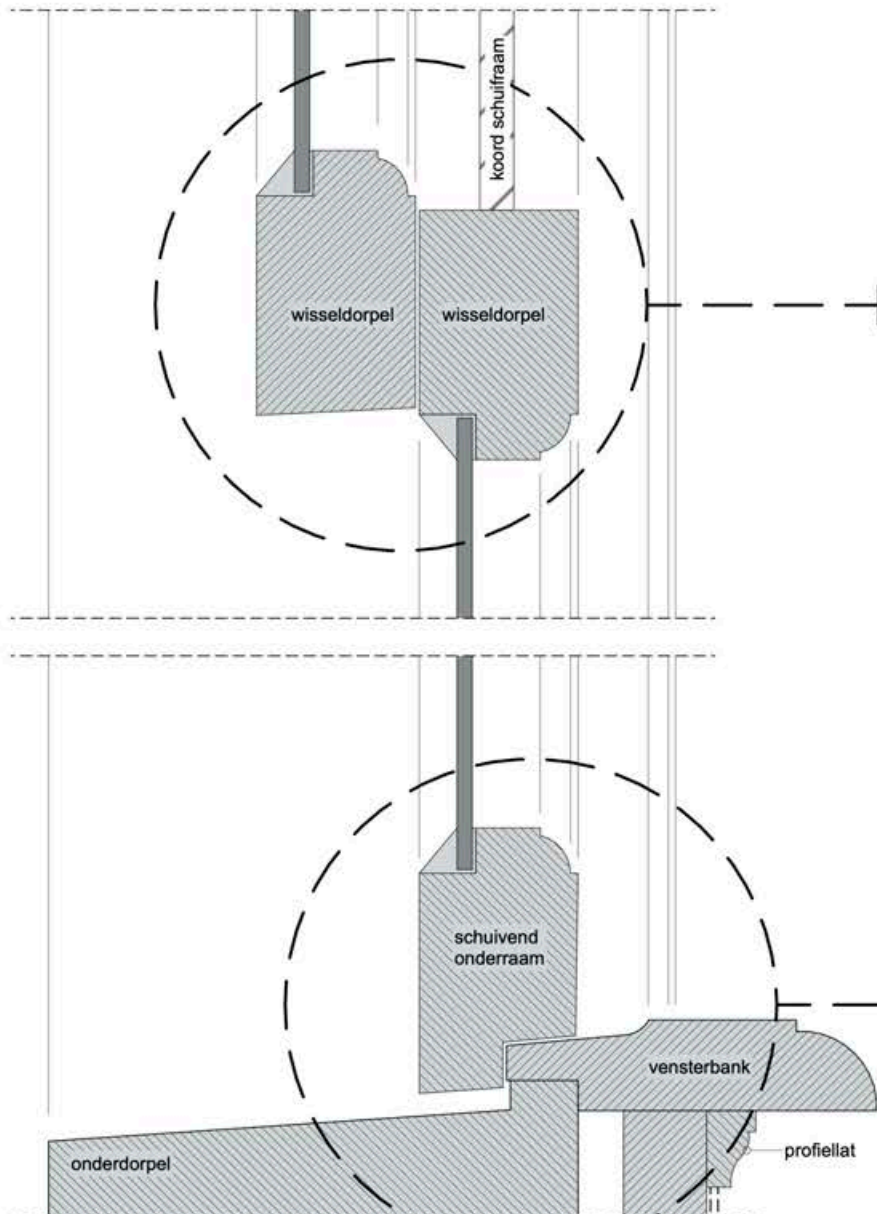


NIEUW
(horizontaal detail)
MET BORSTELPROFIEL

NIEUW
TOCHTDICHTING
SCHAAL 1:1



BESTAAND
(horizontaal detail)

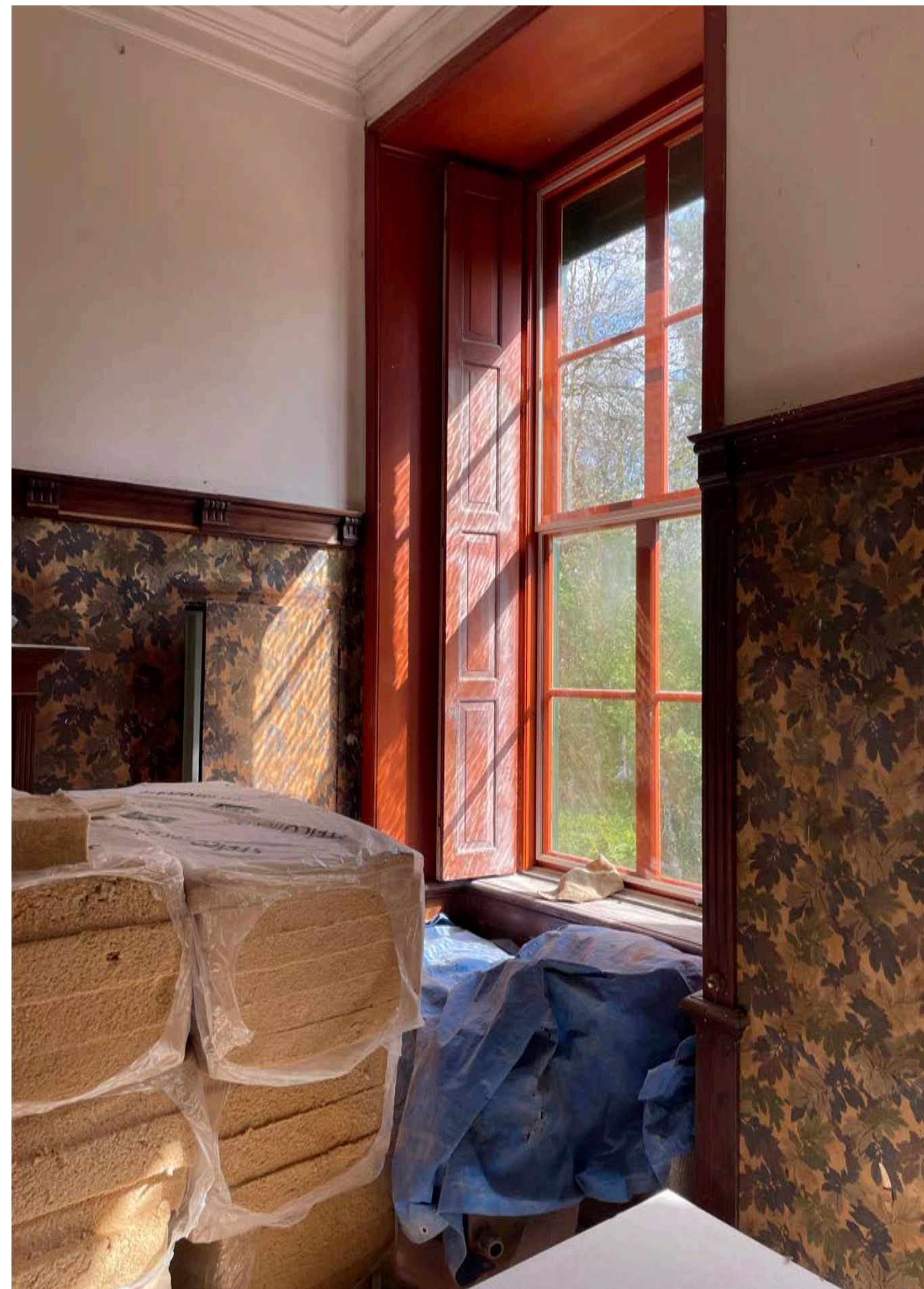


NIEUW
(verticaal detail)
MET BORSTEL- & O-PROFIEL

BESTAAND
(verticaal detail)



▲ **Afbeelding XXV** Houtvezelisolatie en gipsplaten met wandverwarming in een monumentaal interieur. Wat hier niet goed is gegaan, is dat de geïsoleerde voorzetwand bij het raam niet is doorgezet tot aan het kozijn; hier is dus eigenlijk het detail rechtsonder op detailblad 4.01 gemaakt.



▲ **Afbeelding XXVI** Houtvezelisolatie in een interieur met schuiframen en vouwblinden. Aan de binnenzijde van het schuifraam is een schuivend achterzetraam geplaatst, dat qua verdeling aansluit op die van het schuifraam.

4.16 DRAAIRAAM – TOCHTDICHTING

INLEIDING

Houten draairamen zijn een veelvoorkomend raamtype in historische gebouwen. Van oudsher draaiden de ramen meestal naar binnen toe zodat er aan de buitenzijde ruimte was voor luiken. Problemen met tocht en naar binnendringend regenwater komen regelmatig voor bij naar binnen draaiende ramen en zijn voor eigenaren dan mogelijk een aanleiding om de ramen geheel te vervangen (bijvoorbeeld zoals in detailblad 4.18).

Vervanging is echter lang niet altijd nodig om een tochtdicht en lekvrij raam te krijgen. Op dit detailblad zijn verschillende situaties getekend die bij draaiende ramen kunnen worden aangetroffen en kierdichtingsoplossingen die daarbij mogelijk zijn. Detailblad 4.27 geeft aanwijzingen voor het verbeteren van de waterdichtheid bij een naar binnen draaiend raam en daar is ook een verticaal detail van deze constructie te zien.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument soms toestemming van de gemeente nodig; vraag dat na.

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat de bestaande situatie een stolpstel is: twee draaiende ramen die in het midden met een stolpnaald in elkaar sluiten. De ramen draaien naar binnen – wat ze gevoeliger maakt voor lekkage – en daarom zijn ze van origine al voorzien van een weldorpel aan de onderzijde die het regenwater zo ver mogelijk naar buiten toe afvoert. De naad tussen de weldorpels van beide ramen wordt afgedekt door een apart dekstukje: de kikker.

Dikwijls hebben historische draairamen ook al een vroege vorm van kierdichting bij de kozijnstijlen, zoals is te zien in de bovenste rij details. Bij deze zogenaamde stolpsponning valt een vaak kwartcirkelvormige uitstulping aan het raamhout in een vaak kwartcirkelvormige uitsparing in de kozijnstijl. De ramen zijn in de details afgehangen met ouderwetse 'knieren': scharnieren met een haaks omgezet blad die met nagels zijn vastgezet in gehakte groeven in de kozijn- en raamstijlen.

Bij de details met de stolpsponning zijn er twee oplossingen getoond, namelijk het:

- licht opfrezen van de uitsparing in de kozijnstijl om daarin een kierdichting te kunnen plaatsen;
- aanbrengen van een rvs-tochtprofiel op de raamstijl

Als er geen stolpsponning aanwezig is, dan kan er eenvoudig op de aanslag van het kozijn een kierdichting aangebracht worden. Dit is te zien in het middelste detail bovenaan, en voor de onder- en bovenzijde van hetzelfde raam op detailblad 4.27 middenboven (daar is weliswaar een nieuw raam getekend, maar dat is voor de kierdichting niet nodig).

In het detail rechts onderaan het blad is een kierdichtingsoplossing in de stolpnaald getekend. Omdat de ramen hier meestal strak in elkaar sluiten, is het vaak nodig de bestaande afronding iets af te platten om ruimte te maken voor de kierdichting, die in een smalle in te frezen sleuf van enkele millimeters breed en diep wordt aangebracht.

AANDACHTSPUNTEN

Voor alle oplossingen geldt dat ze het beste werken als het hang- en sluitwerk de ramen in gesloten toestand goed tegen het kozijn aan trekt. Het is belangrijk dat de nieuwe kierdichting goed afsluit en dus precies passend is, maar wel voldoende ruimte heeft om problemen met het sluiten van het raam en schade (bijvoorbeeld bij de stolpsponning) te voorkomen.

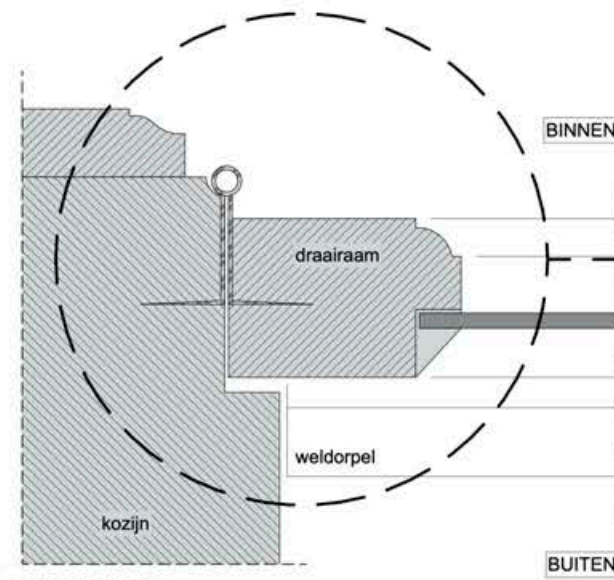
Het rvs-tochtprofiel op de raamstijlen zal ter plaatse van de scha nieren onderbroken of met een bliksgaard ingeknipt moeten worden, waardoor de dichting hier minder goed is. Dit type tochtprofiel wordt geleverd met een plakstrip aan de onderzijde. Omdat de levensduur van de plakstrips waarschijnlijk flink korter is dan van het rvs, is het te overwegen deze tochtprofielen plaatselijk extra vast te zetten met spijkertjes.

Door kierdichting vermindert de natuurlijke ventilatie. Het is niet verstandig alle kieren af te dichten zonder daarbij voorzieningen te treffen voor de toe- en afvoer van ventilatielucht.

THEORIE

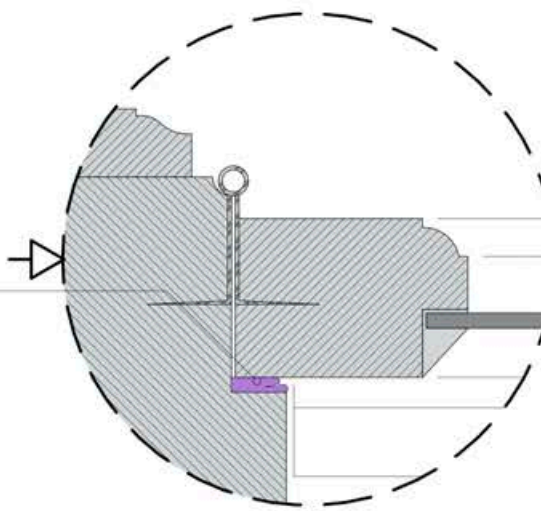
Door een goede kierdichting bij ramen en deuren kan het comfort in een historisch gebouw sterk verhoogd worden. Op zich valt het warmteverlies door kieren vaak nog enigszins mee, maar juist de ervaring van tocht is voor bewoners een reden om de verwarming omhoog zetten. Het aanbrengen van isolerende beglazing heeft dan ook minder effect zonder een gelijktijdige verbetering van de kierdichting.

Kierdichting wordt vaak gepresenteerd als een 'quick win', maar het is beter tegelijkertijd na te denken over een vorm van mechanische ventilatie, het liefst met warmteterugwinning. De bouwwetgeving gaat voor de noodzakelijke luchtverversing in bestaande bouw uit van een minimum capaciteit van 0,7 liter verse lucht per vierkante meter vloeroppervlak per seconde, met een minimum van 7 liter per seconde, ongeacht de grootte van de ruimte. In bepaalde ruimtes, zoals een vochtbelaste ruimte als een badkamer, of in een keuken met een gasfornuis, worden hogere eisen gesteld. Ventilatie is essentieel voor een gezond binnenklimaat en om vocht uit een gebouw af te voeren, zodat als gevolg van de energiebesparingsmaatregelen op een andere plek geen problemen ontstaan met schimmel of houtrot. De afvoer van vocht is niet alleen belangrijk voor het binnenklimaat, de gezondheid van de gebruikers en het gebouw zelf, het is ook van belang voor het energieverbruik. Het kost immers veel meer energie om vochtige lucht op te warmen dan droge lucht.

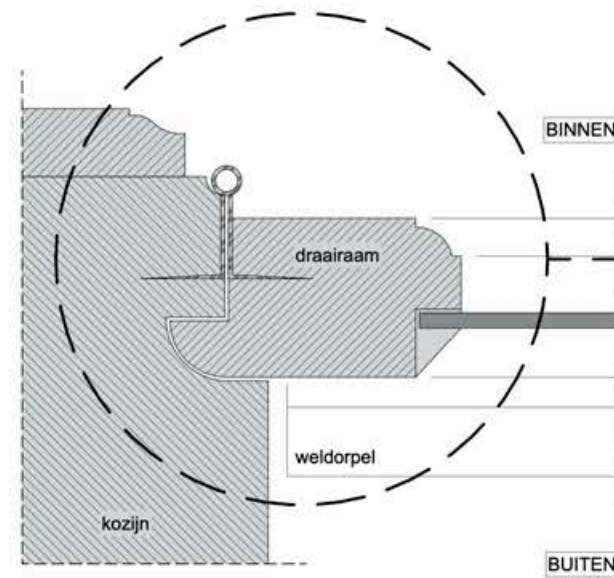


BESTAAND
(horizontaal detail)

polyurethaan
schuimdichting
(Q-lon QL-3121 o.g.)

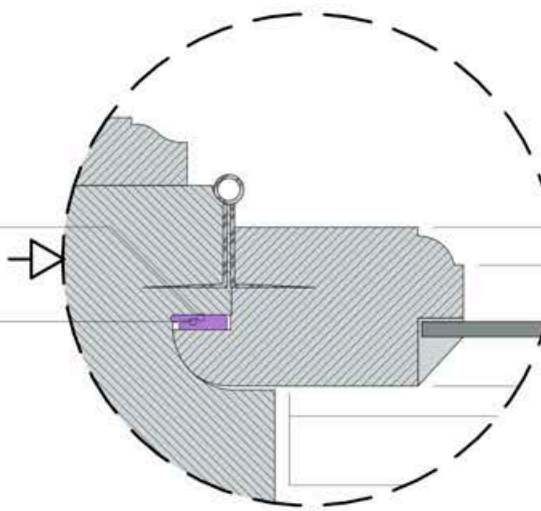


NIEUW
(horizontaal detail)



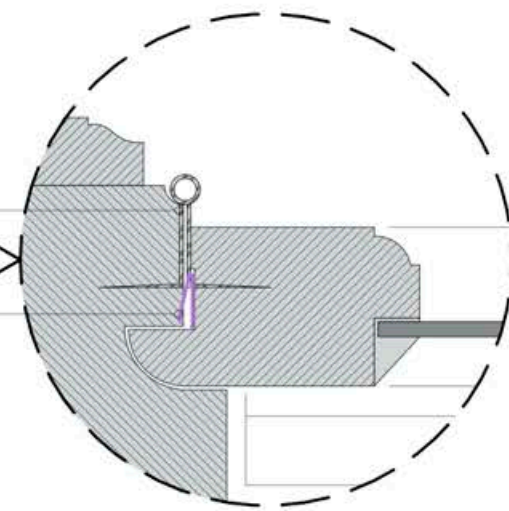
BESTAAND
(horizontaal detail)

sponning opfrezen
(in kozijn)
polyurethaan
schuimdichting
(Q-lon QL-3121 o.g.)

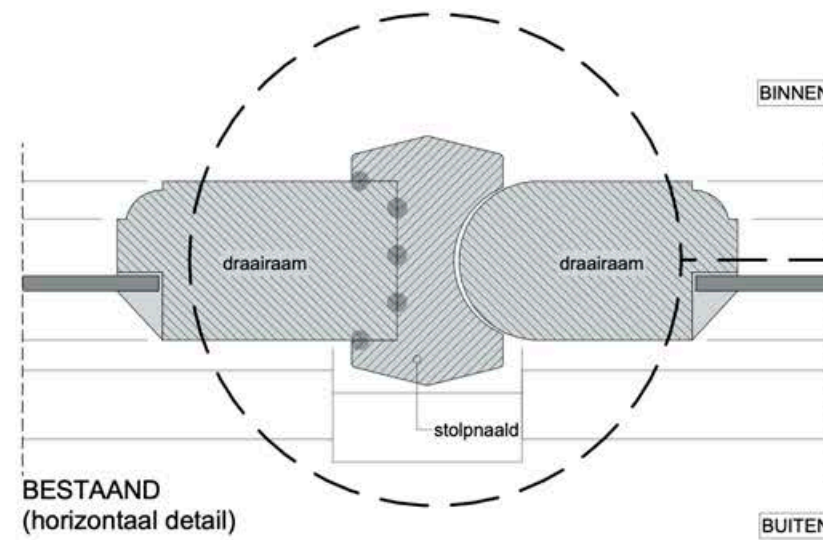


NIEUW
(horizontaal detail)

let op t.p.v. scharnier
geen kierdichting mogelijk
ingefreesde RVS-strip
t.b.v. kierdichting
(fa. De Goeye o.g.)

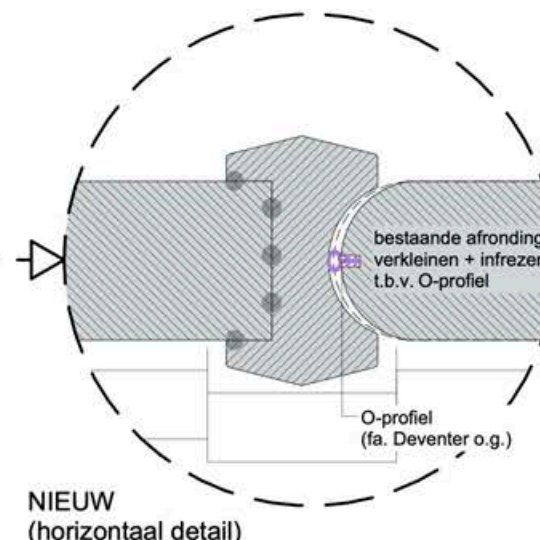


NIEUW
(horizontaal detail)



BESTAAND
(horizontaal detail)

bestaande afronding
verkleinen + infrezen
t.b.v. O-profiel
O-profiel
(fa. Deventer o.g.)



NIEUW
(horizontaal detail)

4.17 VOORDEUR – TOCHTDICHTING

INLEIDING

Historische voordeuren zijn vaak het visitekaartje van een historisch pand. Ze zijn het eerste wat bezoekers zien en daarom is aan hun vormgeving extra aandacht besteed. Dikwijls zijn er rondom oude voordeuren wel forse kieren aanwezig doordat ze krom zijn getrokken en/of zijn afgeschaafd als ze uitzakken aan de sluitzijde.

Voordeuren gaan ook nu nog eigenlijk altijd naar binnen toe open. Zo draaien ze niet over de openbare weg, krijgt visite de deur niet in het gezicht en is de voordeur snel weer dicht te duwen bij ongewenst bezoek. Dat de voordeur naar binnen draait, betekent dat deze aan de onderzijde niet tegen een kozijn aan slaat en er dus een kier is. Dat gegeven, de genoemde vaak forse kieren rondom, de meestal aanwezige brievenbus en het feit dat de deur regelmatig opengaat, maken de voordeur één van de belangrijkste luchtlekken in een woonhuis. Op dit detailblad zijn verschillende oplossingen getekend om tocht en verlies van warmte bij de voordeur tegen te gaan.

Voor het vervangen van een natuurstenen dorpel of historische brievenbus en voor het infrezen van een valdorpel is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat de voordeur een brievenbus heeft en dat de onderdorpel van het kozijn van hardsteen (een natuursteen) is. Van links naar rechts zijn op de bovenste rij de volgende details getekend:

- De brievenbus en onderzijde van de deur zijn voorzien van borstels om de ergste tocht tegen te gaan.
- De brievenbus is voorzien van borstels en een klep en de onderzijde van de deur van een opbouw valdorpel, die aan de binnenzijde van de deur is geschroefd. Een valdorpel is een rubberen tochtwering die naar beneden wordt gedrukt als de voordeur gesloten is doordat één of twee pennen aan de zijkant van de deur dan worden ingedrukt. De valdorpel wordt weer opgetrokken als de deur geopend wordt, zodat deze zonder problemen kan bewegen.
- De hardstenen dorpel van het kozijn is vervangen door een nieuwe dorpel met een koudebrugonderbreking. Aan de onderzijde van de deur is een inbouw valdorpel aangebracht. Om een sleuf voor de valdorpel te kunnen frezen, moet de deur tijdelijk worden uitgenomen. De brievenbus is vervangen door een geïsoleerd en tochtvrij exemplaar.

Ter plaatse van de stijlen zijn twee vormen van kierdichting getekend:

- Een kierdichting met bronzen tochtstrips in de langszijde van de sponning. Deze worden met messing spijkertjes zo aangebracht, dat de springkant van de tochtstrip het dichtst bij de aanslag van het kozijn is. Als de strip vastgezet is, dan wordt een stomp metalen voorwerp (bijvoorbeeld een oude schroevendraaier) gelijkmatig drukkend van boven naar beneden door de groef bij de spijkerkant gehaald. De tochtstrip komt daardoor omhoog.
- Een kierdichting op de aanslag van het kozijn; hier is een polyurethaan schuimdichting gekozen.

AANDACHTSPUNTEN

In het geval dat er overal in het huis kierdichting wordt geplaatst, is het belangrijk tegelijkertijd een vorm van mechanische ventilatie aan te brengen. Als daarbij gekozen wordt voor alleen afzuigen, dan moet de buitenlucht ook ergens het huis binnenstromen. De voordeur is dan geen onlogische plek, omdat in de achterliggende verkeersruimte niet door bewoners verbleven wordt en hier een tussenklimaat kan ontstaan. Dat geldt zeker als er achter de voordeur ook nog een tochtput aanwezig is. Soms is het daarom beter juist geen of maar beperkt kierdichting aan te brengen.

Voor alle kierdichtingsoplossingen geldt dat ze het beste werken als het hang- en sluitwerk de deur goed tegen het kozijn aan trekt en als falende verbindingen of heel forse kieren eerst vakkundig zijn hersteld.

De aandachtspunten bij de details zijn:

Bij a. en b.

Een nadeel van borstels is, dat ze na verloop van tijd vanwege het gebruik gaan openstaan en slechter gaan functioneren.

Bij c.

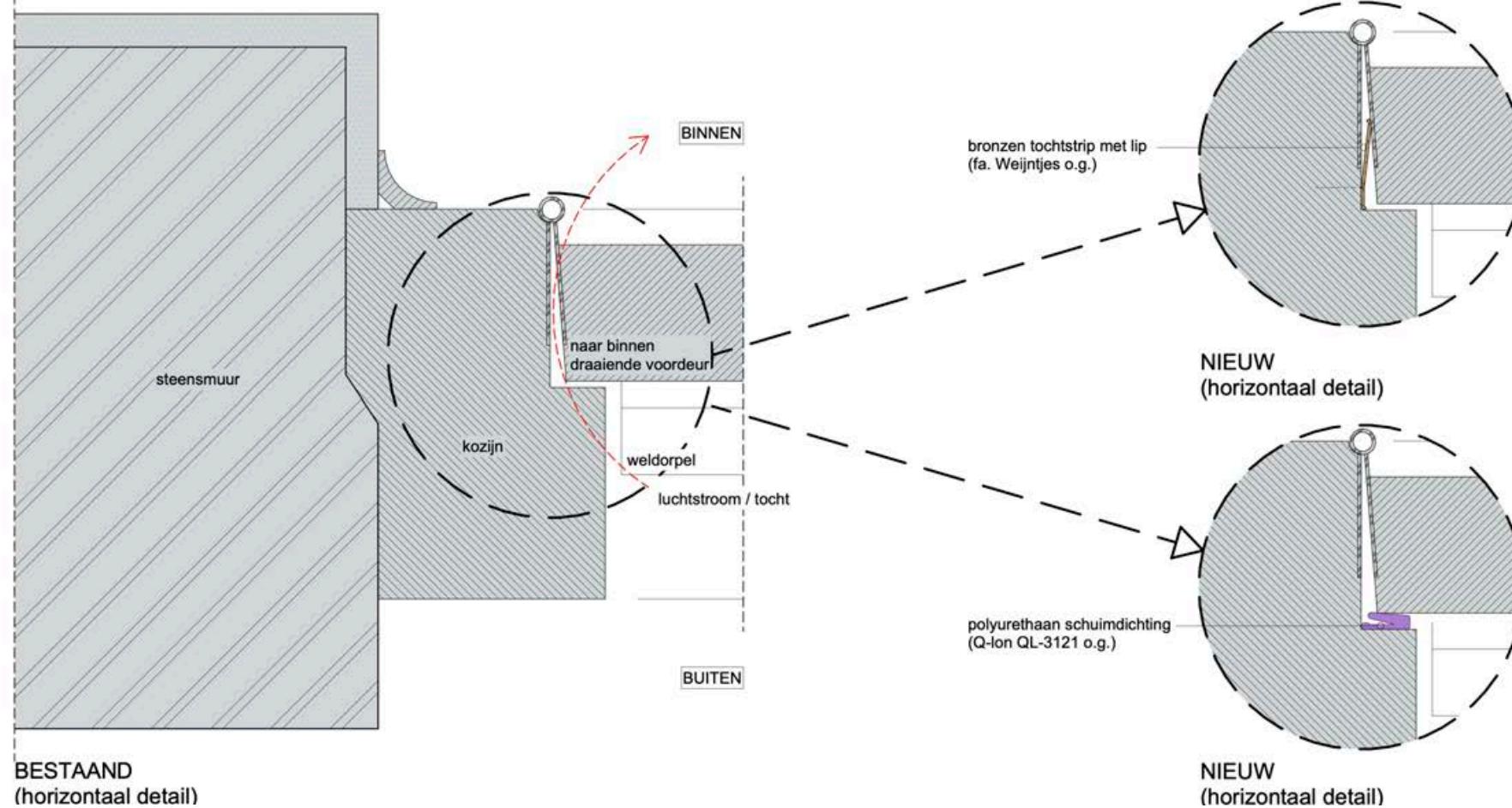
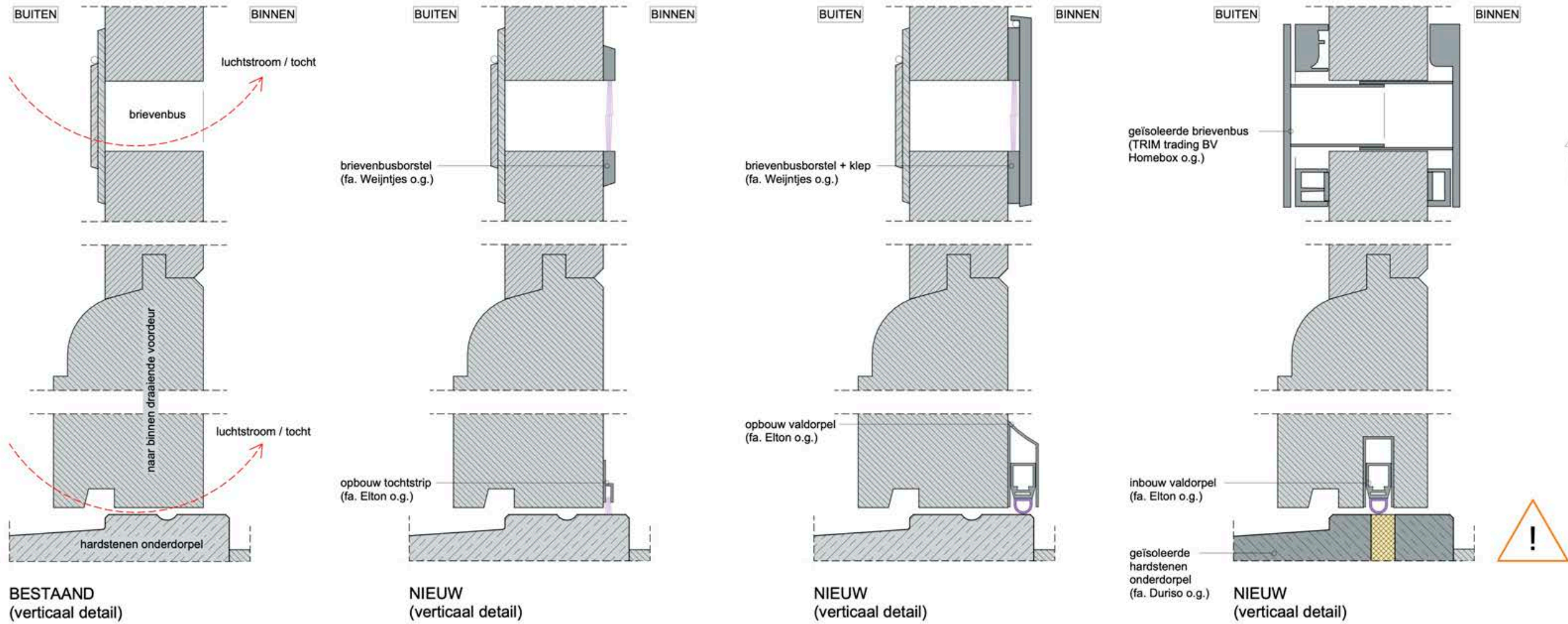
Dit detail bevat de meest ingrijpende oplossingen die zeker bij een monument niet altijd realiseerbaar of wenselijk zijn. De monumentenzorg zal bijvoorbeeld normaal gesproken aandringen op het behouden van een historische hardstenen dorpel die technisch gezien te handhaven is. Het infrezen van een valdorpel kan leiden tot een verzwakking van de constructie van de deur, vooral bij de pen en gatverbindingen in de hoeken. Een ingefreesde valdorpel is daarom niet altijd haalbaar of de beste oplossing. En een geïsoleerde brievenbus heeft een andere uitstraling en vaak ook andere afmetingen dan een historische brievenbus.

Bij d. en e.

Grote kieren bij een voordeur zijn lastig goed af te dichten met tochtwering op de aanslag van het kozijn; deze oplossing heeft daarom niet altijd het gewenste effect. Bronzen tochtstrips zijn door hun lange levensduur niet alleen opgewassen tegen het intensieve gebruik van een voordeur, ze zijn ook geschikt om relatief brede kieren af te dichten. Ter plaatse van het slot dient de strip wel te worden ingekeept om de deur te kunnen sluiten.

THEORIE

Door kieren af te dichten is er minder aanvoer van buitenlucht. Mechanische ventilatie verhelpt dat en is in tegenstelling tot natuurlijke ventilatie wel regelbaar. De aanvoer van droge buitenlucht is in de winter essentieel voor een gezond binnenklimaat en het voorkomen van schimmel en houtrot. Het is ook van belang voor het energieverbruik. Het kost immers veel meer energie om vochtige lucht op te warmen dan droge lucht.



INLEIDING

Historische kozijnen, ramen, deuren en luiken zijn sterk bepalend voor de verschijningsvorm van een gebouw en soms zijn ze tevens onderdeel van een waardevol historisch interieur. Het gaat om handgemaakte onderdelen waar veel tijd en liefde in is geïnvesteerd en die iets vertellen over de ontwikkeling van het ambacht. De vaardigheid en deskundigheid die nodig is om ze herstellen of kopiëren wordt steeds schaarser. Daarom is het belangrijk deze onderdelen als het even mogelijk is te behouden. Vaak wordt te snel gekozen voor vervanging en kan met maatregelen in het bestaande raam of kozijn ook een goede isolatiewaarde of tocht dichting bereikt worden. Als vervanging niet te vermijden is, dan is die bij voorkeur conform bestaand, eventueel met een kleine verzwaring van het raamhout zoals in de bladen 4.27 en 4.28. Zeker als het een monument betreft. De praktijk is helaas meestal dat vanwege een gebrek aan kennis van historische detailleringen terug wordt gevallen op standaard renovatie- of nieuwbouwdetails voor het timmerwerk. Ook komt het voor dat eigenaren voor deze detailleringen kiezen omdat ze dan garantie van de leverancier krijgen, terwijl de historische detaillering – die zich vaak al meer dan 100 jaar bewezen heeft – helaas niet op deze garantie mag rekenen. Op de detailbladen 4.18 en 4.19 worden enkele veel voorkomende renovatievoorstellen voor een algehele vervanging getoond die in een monument meestal niet passend zijn.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig; bij beeldbepalende panden of in beschermde gezichten is het goed te overleggen of en zo ja, hoe de gemeente betrokken wil zijn.

UITVOERING

De meeste renovatieramen en -kozijnen worden vervaardigd volgens standaarddetails, die vaak ontleend zijn aan de KVT-praktijkrichtlijn (Kwaliteit voor Timmerwerk). De eerste versie hiervan verscheen in de jaren 1960, maar de meeste monumenten zijn natuurlijk aanzienlijk ouder. Daarom hebben zij een ambachtelijke, historische detaillering die niet overeenkomt met de huidige moderne, vanwege kwaliteitseisen gestandaardiseerde detaillering. Als een standaarddetaillering het uitgangspunt is, kan niet het maatwerk worden geleverd dat nodig is om een historisch raam of kozijn precies na te maken. Het verschil in benadering openbaart zich onder meer een afwijkende, meestal grovere vormgeving en/of de wijziging van een venstertype. De detailbladen tonen daarvan voorbeelden.

Een veel voorkomende, ongewenste renovatieoplossing is getekend op detailblad 4.18. Hier is een bestaand, naar binnen draaiend stolpstel – dat wil zeggen twee draaiende ramen die in het midden met een stolpnaald in elkaar sluiten – vervangen door een nieuw stolpstel met dikker raamhout en een binnenbeglazing. Bij een binnenbeglazing zit de sponning voor het glas niet zoals vroeger aan de buitenzijde van het raamhout, maar aan de binnenzijde. Hierdoor verandert het aanzicht: de aansluiting van het raam op het glas ziet er veel strakker uit en is ook vaak onder een andere hoek. Het glas is vastgezet met glaslatten. Meestal zijn dat standaard glaslatten, maar hier is een lat gebruikt die min of meer de profilering heeft van de binnenzijde van het oude raam. Een aluminium aanslagp ofiel heeft de waterkerende functie overgenomen van de weldorpel en de opstand bij de onderdorpel van het kozijn, de zogenaamde klik. Vaak blijft het aluminium profiel in het zicht, maar soms wordt op het profiel een losse weldorpel aangebracht vanwege het zicht. Hier is een geprefabriceerde weldorpel getekend; een historiserende dorpel die uit voorraad geleverd kan worden. Alle uitwendige hoeken van het nieuwe raamhout zijn – zoals de KVT dat vereist – voorzien van een rond kantje met een straal van minimaal 3mm. De ouderwetse kierdichting bij de stijlen, de stolpsponning, is uitgefreesd en opgevuld met een ingelijmd lat waar het raam tegenaan slaat.

Detailblad 4.19 laat de helaas vaak voorgestelde vervanging van een schuif- door een draaikiëpraam zien; een raamtype waarbij de bovenzijde in de ventilatiestand naar binnen kan kantelen, maar dat ook geheel naar binnen open kan draaien. Hiervoor moet een deel van het kozijn vervangen worden door een inhaakkozijn. Ook dit raamtype heeft een aluminium aanslagprofiel aan de onderzijde, eventueel met daarop gemonteerd een weldorpel voor het beeld.

Andere veelgebruikte oplossingen en materialen voor nieuwe ramen, deuren en kozijnen die niet passen bij de historische uitstraling en een restauratieve benadering zijn het:

- plaatsen van vast glas in het kozijn waarbij het raamhout vervalt;
- achterwege laten van roeden of het toepassen van vaak veel plompere plakroeden (zie hiervoor ook 4.7);
- gebruik van opdeklaten om isolatieglas te kunnen plaatsen (zie hiervoor ook 4.7);
- gebruik van aluminium beglazingsprofielen bij een binnenbeglazing of aluminium aanslagp ofielen bij naar binnen draaiende ramen;
- gebruik van v-groeven op de aansluiting van horizontale en verticale delen (eigenlijk is dit vooral een voortzetting van de afrondingen R=3);
- gebruik van een verjonging (plaatselijke verdunning) in het raamhout van naar buiten draaiende ramen;
- gebruik van meranti voor ramen, deuren en kozijnen, vanwege de nadrukkelijke tekening in het hout die zelfs na

- diverse malen schilderen nog zichtbaar is door de verf heen;
- toepassen van de zichtbare ontwateringsgaten/beluchtingsgaten die soms worden toegepast bij een binnenbeglazing.

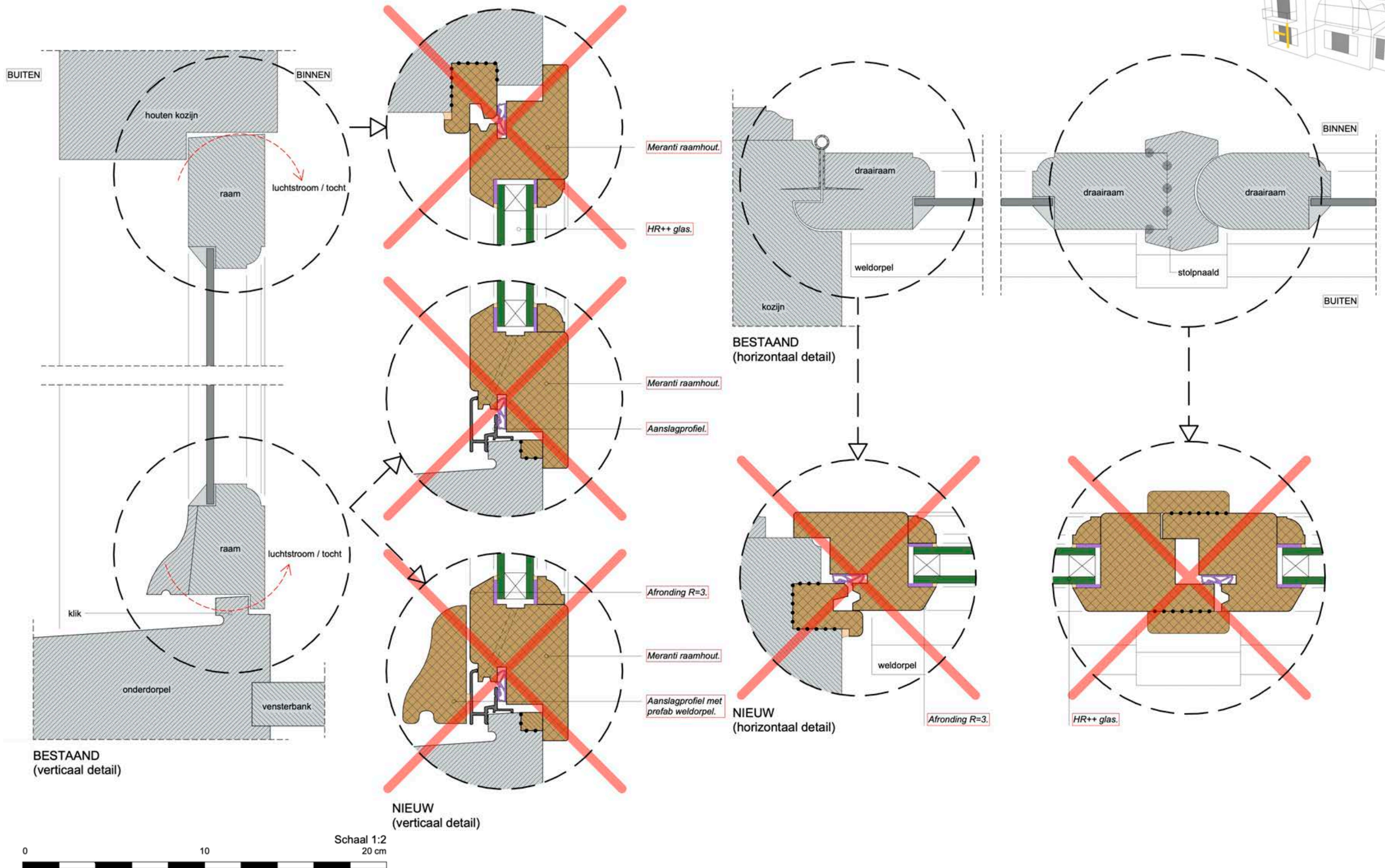
Het fotoblad bij de detailbladen laat verschillende ongewenste voorbeelden zien.

ANDACHTSPUNTEN

Vaak wordt er voorafgaand aan de werkzaamheden gezegd dat er 'niets' wijzigt bij een vervanging, maar in de praktijk blijkt dat helaas meestal niet waar. Voor het maken van geloofwaardige replica's waarbij tegelijkertijd een verbetering qua comfort en duurzaamheid wordt gerealiseerd is deskundigheid nodig. Dat realiseert niet iedere eigenaar zich. Het is belangrijk om op tijd met de gemeente te overleggen om teleurstellingen te voorkomen.

THEORIE

Glas zit in historische ramen eigenlijk altijd in raamhout en niet direct in het kozijn. Het is in een sponning aan de buitenzijde in het raam geplaatst zodat de druk van de wind het glas tegen het houten raam en niet tegen de zwakkere stopverzoom aandrukt, het regenwater aan de buitenzijde van het glas blijft en de stopverf zorgt voor een goede waterdichting. Een binnenbeglazing – dus met de glassponning aan de binnenzijde – wordt tegenwoordig vaak voorgesteld vanwege een vermeende betere weerstand tegen inbraak en weersinvloeden. De schuine kant aan het raamhout heeft echter een andere uitstraling, en bij een binnenbeglazing worden er ook vaak zichtbare beluchtingsgaten of een aluminium beglazingsprofiel aangebracht. Een buitenbeglazing heeft daar om de sterke voorkeur. Het afronden van alle scherpe hoeken gebeurt zodat de schilder in minder lagen tot een dekkend resultaat komt. Door de afrondingen zien het raam en kozijn er meer 'nieuwbouw' uit en worden de aansluitingen van de horizontale en verticale delen geaccentueerd: de haarscheur die hier normaal gesproken in het schilderwerk ontstaat wordt als het ware visueel verbreed.





▲ **Afbeelding XXVII** Voormalig schuifraam waarbij het bovenlicht en onderaam zijn vervangen door één plaat dubbelglas die direct in het kozijn is vastgezet met glaslatten, met kunststof roeden in de spouw van het dubbelglas.



▲ **Afbeelding XXVIII** Nieuw naar binnen draaiend stolpstel met een aluminium aanslagprofiel aan de onderzijde, dubbelglas, plakroeden en v-groeven.



▲ **Afbeelding XXIX** Nieuw naar buiten kleppend bovenlicht in een historisch schuifraamkozijn, met dikker raamhout waardoor het raam verder naar buiten is gekomen, en met een verjonging aan de linker- en bovenzijde, voor de scharnier.



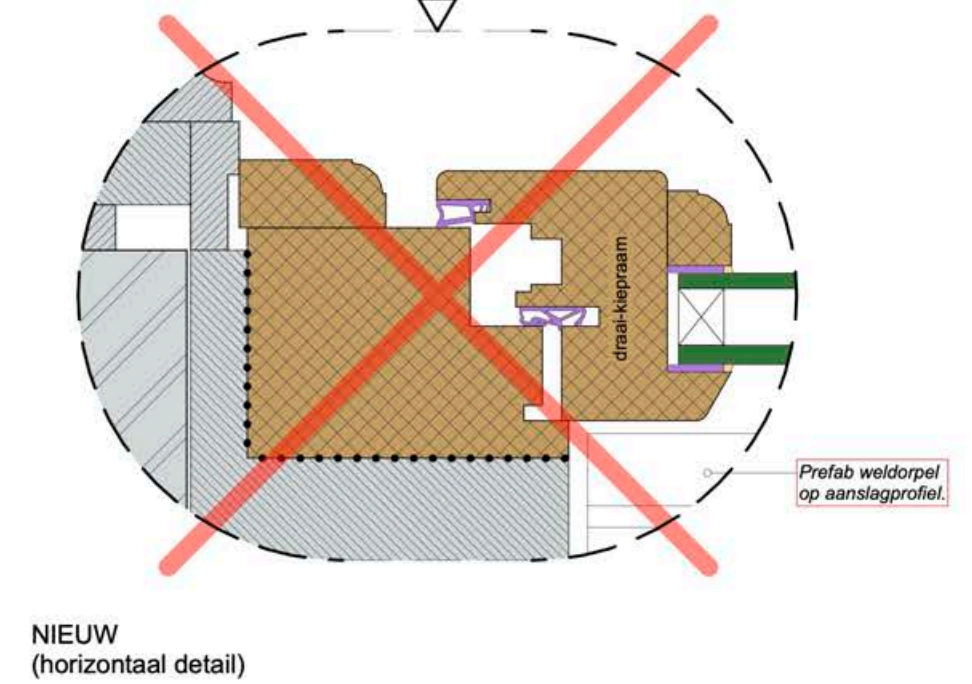
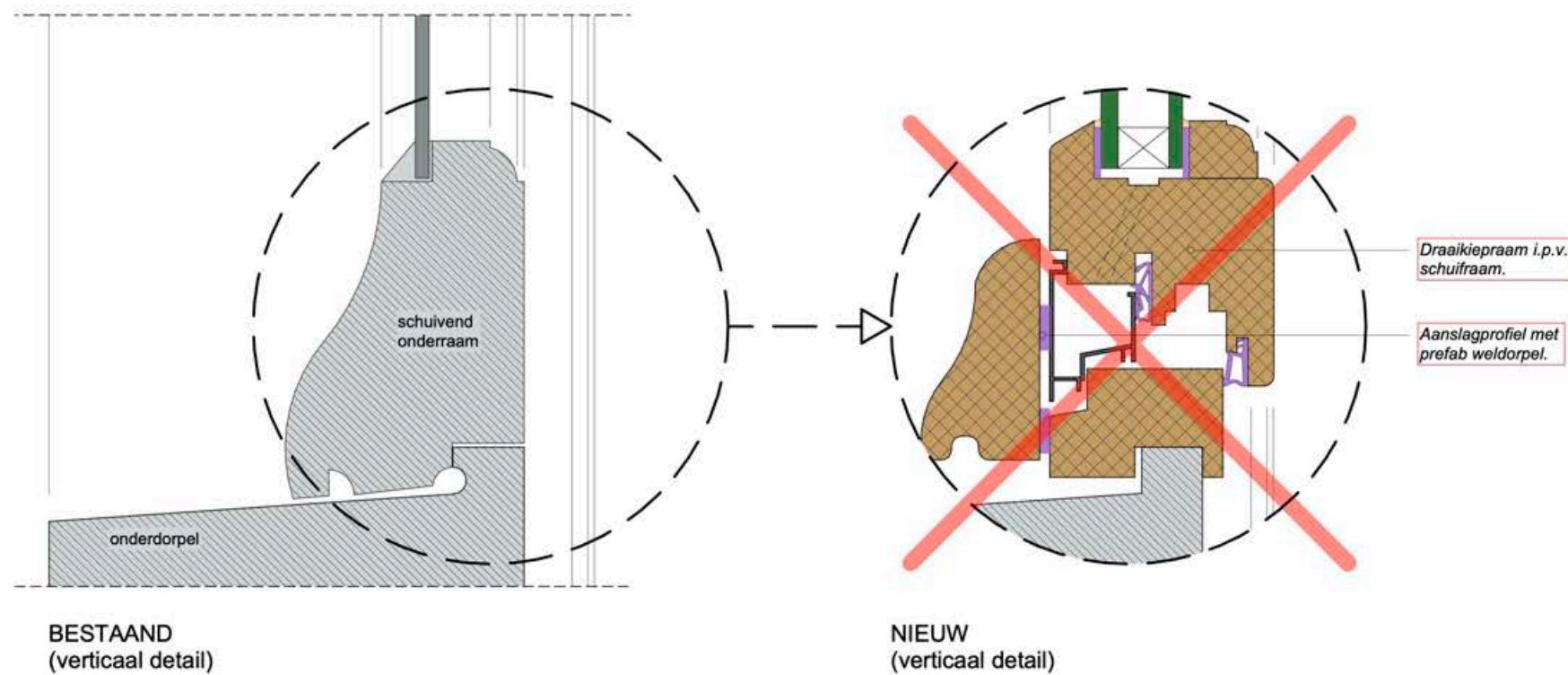
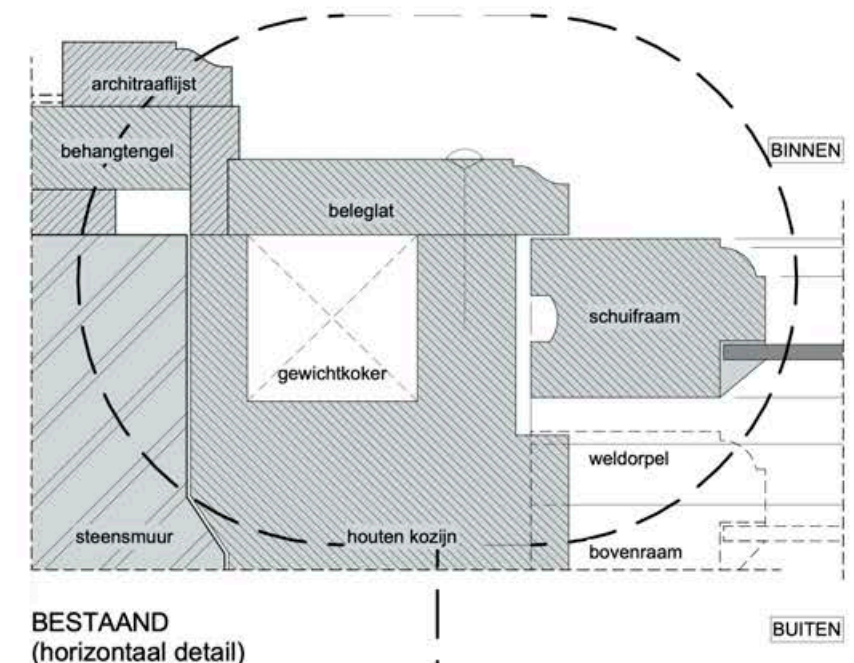
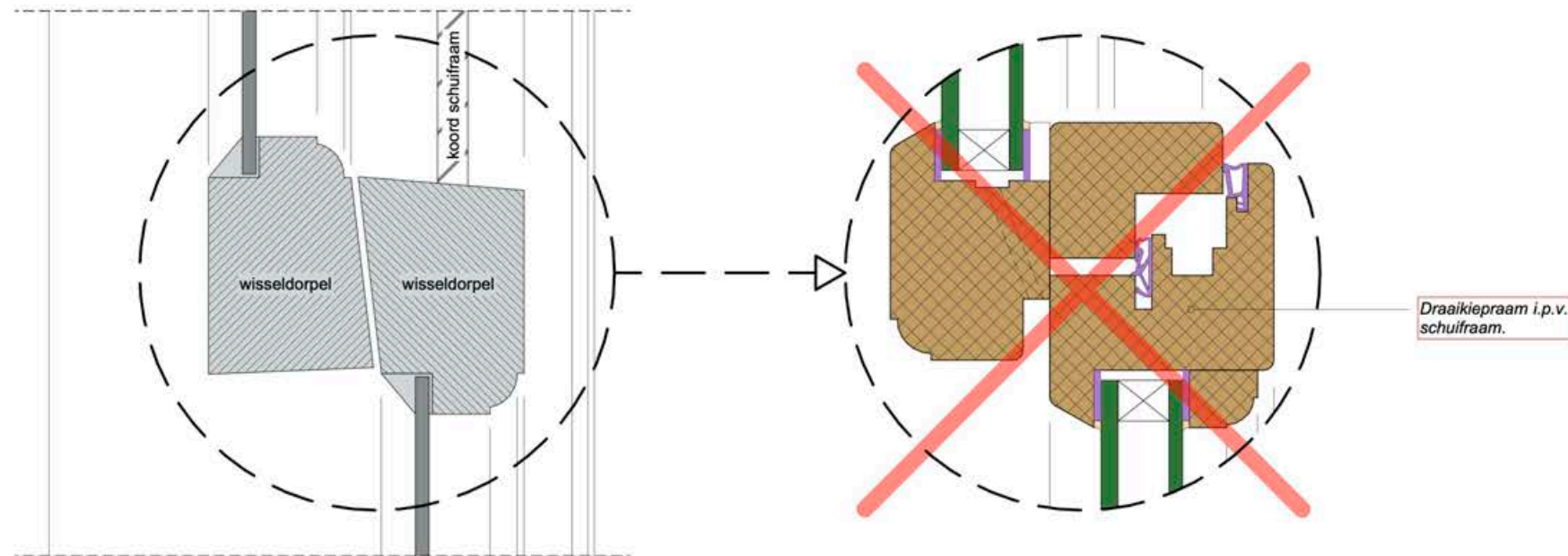
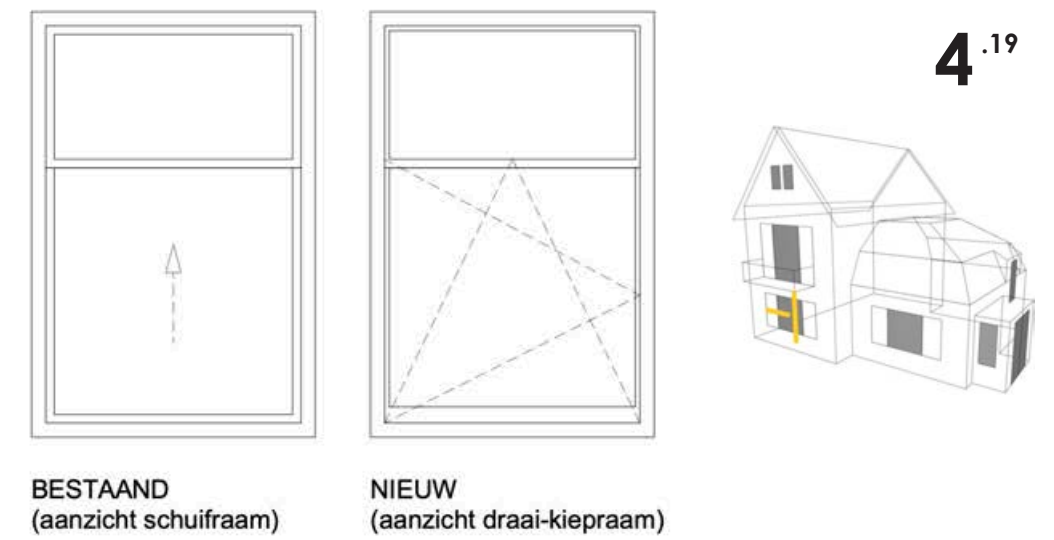
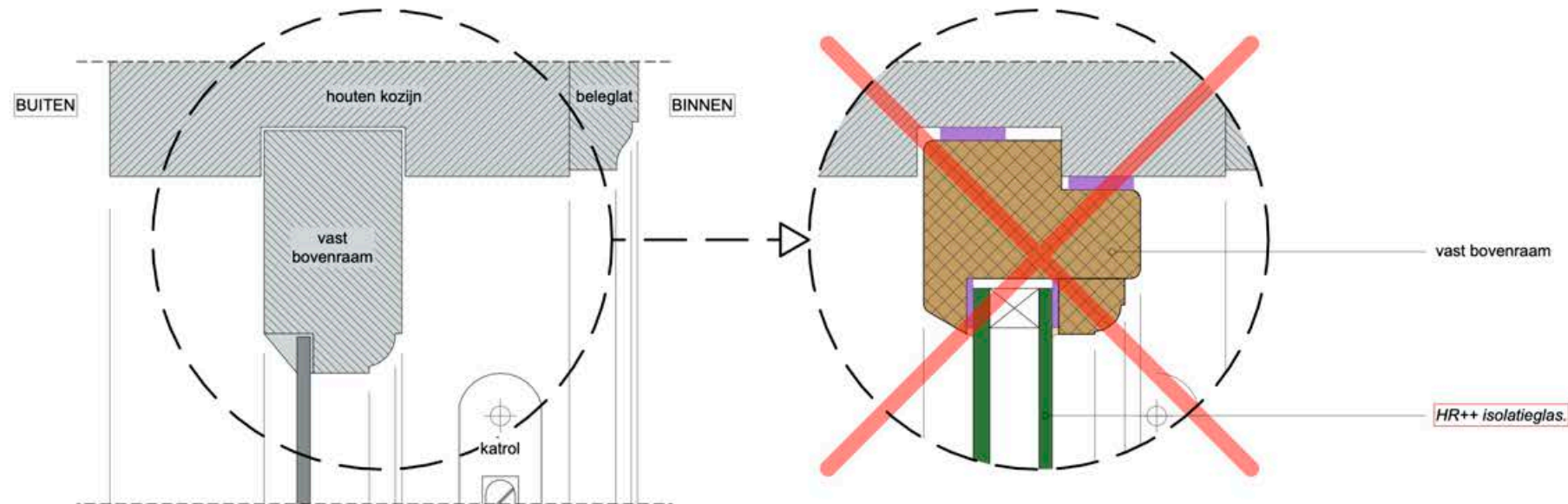
▲ **Afbeelding XXX** Roedenraam met dubbelglas en glaslatten, waardoor de roeden visueel veel dikker zijn geworden.



▲ **Afbeelding XXXI** Nieuw naar buiten kleppend bovenlicht ter plaatse van een voormalig schuifraamvenster, met een binnenbeglazing, ontwaterings-/beluchtigingsgat voor het isolatieglas links onder, plakroeden en v-groeven.



▲ **Afbeelding XXXII** Schuiframen met opdeklaten vanwege het plaatsen van isolatieglas. Door de latten schuift het onderaam niet meer omhoog en is het aanzicht gewijzigd.



INLEIDING

Gietijzer werd voor vensters al langer toegepast, maar het gebruik van gewalste stalen profielen voor ramen en deuren nam pas vanaf het begin van de twintigste eeuw een grote vlucht. Jonge, idealistische architecten wilden breken met de bouwstijlen van het verleden en stalen profielen boden een tot dan toe ongeken­de rankheid en een scherpe belijning die goed paste bij de moderne uitstraling zij zochten. Vaak worden de oude stalen raamprofielen terecht of onterecht 'stoeltjesprofielen' genoemd naar de profielen van de firma Braat uit Delft die een stoelvormige doorsnede hadden. Er waren echter ook andere leveranciers die eigen profielsystemen hadden. Die profielen zijn onderling doorgaans niet uitwisselbaar of te combineren, maar hadden wel met elkaar gemeen dat ze in vergelijking met de tot dan toe gebruikelijke houten en natuurstenen ramen en kozijnen erg slank konden zijn.

Na een levensduur van zo'n zestig tot honderd jaar en met de huidige verduurzamingsopgave kampen stalen ramen vaak met drie uitdagingen: roest, de beperkte ruimte die er is voor isolatieglas en met het feit dat ze geen koudebrugonderbreking hebben. Moderne, geïsoleerde profielen die wel ruimte voor een dubbelglas bieden, zijn meestal aanzienlijk dikker dan de oude waardoor bij vervanging vaak een ander beeld ontstaat dan de architect destijds voor ogen had. Op deze detailbladen wordt uiteengezet hoe met het verduurzamen van stalen ramen kan worden omgegaan.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig. Voor sommige ingrepen is, als het om ramen in de voorgevel gaat, ook toestemming nodig bij niet-monumenten, zeker als het gaat om beeldbepalende panden of gebouwen in een beschermd stads- of dorpsgezicht.

UITVOERING

Stalen ramen kunnen worden aangetroffen in stalen, houten of betonnen kozijnen. Op dit detailblad is er vanuit gegaan dat de bestaande situatie een draaiend stalen raam in een stalen kozijn is. De aangegeven maten zijn indicatief, om te laten zien dat stalen ramen en kozijnen echt heel smal zijn en om inzichtelijk te maken welke consequenties bepaalde keuzes hebben qua aanzicht.

Detailblad 4.20 toont twee oplossingen waarbij de stalen ramen – al dan niet na conservering – te handhaven zijn. In het rechterdetail is het enkele glas vervangen door dun dubbelglas of vacuümglas, dat met een stopverf vervangende kit op zijn plaats wordt gehouden. De kierdichting is verbeterd met een tochtprofiel in het staalprofiel. Bij het middelste detail is een achterzetraam met dubbelglas tegen de gevel geplaatst. Een voordeel hiervan is dat de kierdichting, die bij stalen ramen door dikke verfpakketten, roest of slijtage van de scharnieren nog weleens te wensen over laat, gelijk in het achterzetraam opgelost kan worden. Als tegelijkertijd ook een geïsoleerde voorzetwand geplaatst wordt, dan loopt de 'thermische schil' mooi zonder koudebruggen door, doordat het achterzetraam in de lijn van de wand ligt.

Op detailblad 4.21 zijn enkele manieren getoond om de ramen te vervangen. In het linker- en middendetail zijn ze vervangen door nieuwe ramen en kozijnen van moderne staalprofielen met een koudebrugonderbreking, waarbij het linkerprofiel qua slankheid het beste aansluit bij het oorspronkelijke gevelbeeld. In beide details is een stopverf vervangende kit gebruikt om het glas op te sluiten en zo het dichtste bij het oorspronkelijke beeld te blijven. Het rechterdetail toont een veelgebruikte oplossing met een aluminium renovatieprofiel. Omdat deze profielen veel grover zijn, zijn de draaiende delen achterwege gelaten en is de roede vervangen door een plakroede.

AANDACHTSPUNTEN

Stalen ramen in een jong monument zijn van wezenlijk belang voor de uitstraling en behoud van oorspronkelijk materiaal is een basisprincipe in de monumentenzorg. Normaal gesproken zal daarom bij een monument eerst worden verkend of de ramen nog te behouden en/of herstellen zijn. Ook bij een niet-monument is dit uiteraard de meest duurzame oplossing – vervanging doet een beroep op grondstoffen en energie – die de oorspronkelijke architectuur het beste recht doet.

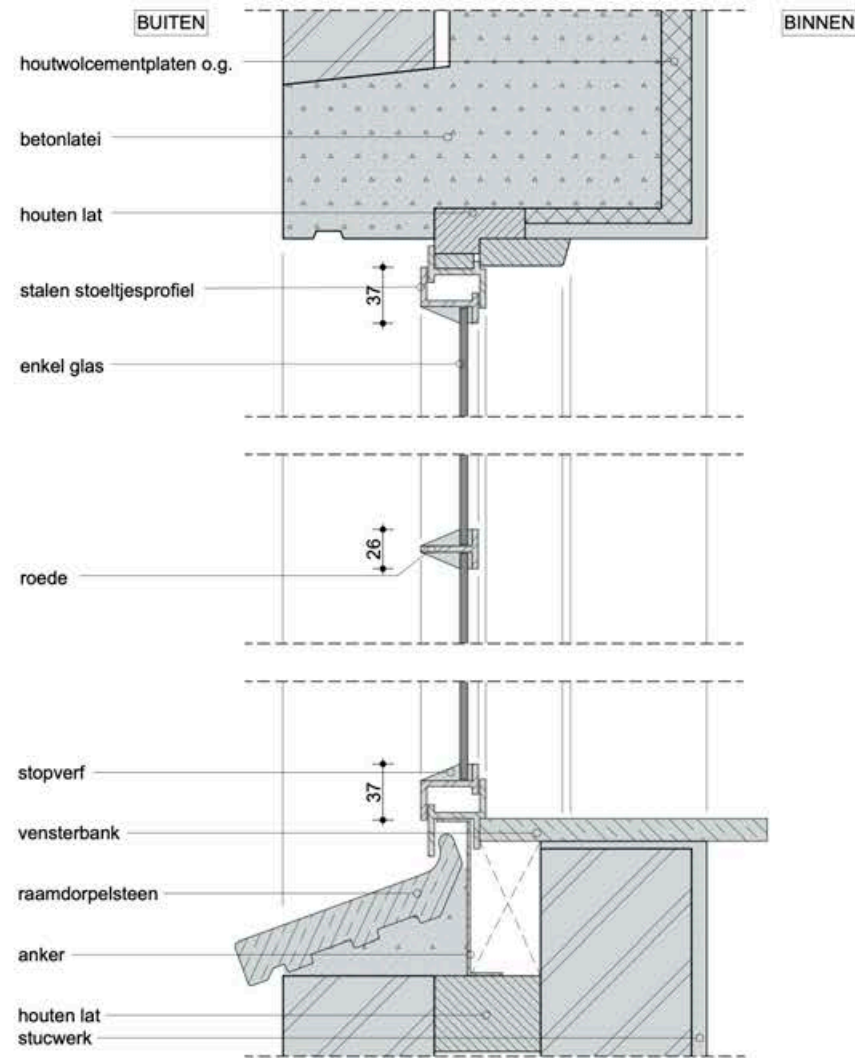
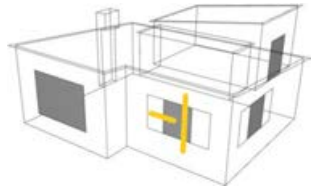
Aandachtspunten zijn bij een achterzetraam dat de luchtdichting van het achterzetraam zorgvuldig wordt uitgevoerd om condens in de spouw tussen beide ramen te voorkomen; dat deze spouw bij voorkeur zwak geventileerd wordt met buitenlucht om eventueel condensvocht af te kunnen voeren (mede daarom is in het stalen raam geen kierdichting getekend); en dat de verdeling niet conflicteert met die van het bestaande raam (zie hiervoor ook 4.22). Het mooiste resultaat wordt bereikt als de profielen van het achterzetraam achter de gevel wegvallen. In het middelste detail is dat alleen aan de onderzijde niet gelukt, omdat hier de bestaande vensterbank behouden is.

Bij het plaatsen van isolatieglas in stalen ramen is het belangrijk om te weten dat de profielen nog steeds een koudebrug vormen en daarop condens kan ontstaan, zeker in een vochtige ruimte zoals een badkamer of keuken. Vocht vergroot de kans op corrosie. Een achterzetraam is daarom technisch gezien vaak een betere oplossing.

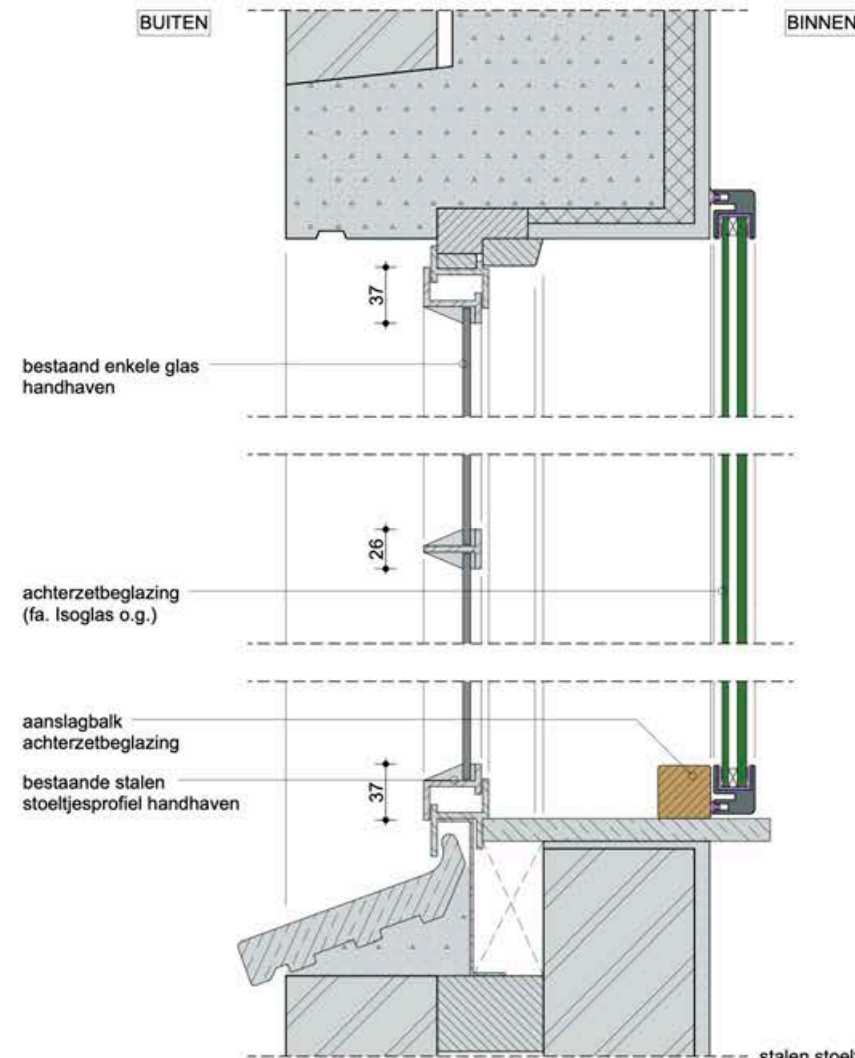
Als de stalen ramen van een monument technisch gezien aan het einde van hun levensduur zijn, dan is een verbetering van de technische prestatie bij vervanging mogelijk terwijl tegelijkertijd wel gestreefd zal worden naar zoveel mogelijk behoud van het gevelbeeld, zoals op detailblad 4.21 links en in het midden. In dit specifieke geval zal het linkerdetail de voorkeur hebben boven het middelste detail, omdat de slankheid van de profielen meer die van de oorspronkelijke benadert. De getekende, nieuwe stalen raamprofielen worden standaard meestal uitgerust met stalen glaslatten, hoeklijnen of kliklijsten. Die hebben een heel andere uitstraling dan de oorspronkelijke stopverfzoom. Aluminium is aanzienlijk minder sterk dan staal en profielen van dit metaal hebben daarom grotere afmetingen. Dat is een verarming van de architectuur en daarom zullen aluminium renovatieprofielen ter vervanging van stalen ramen bij monumenten meestal niet worden toegestaan.

THEORIE

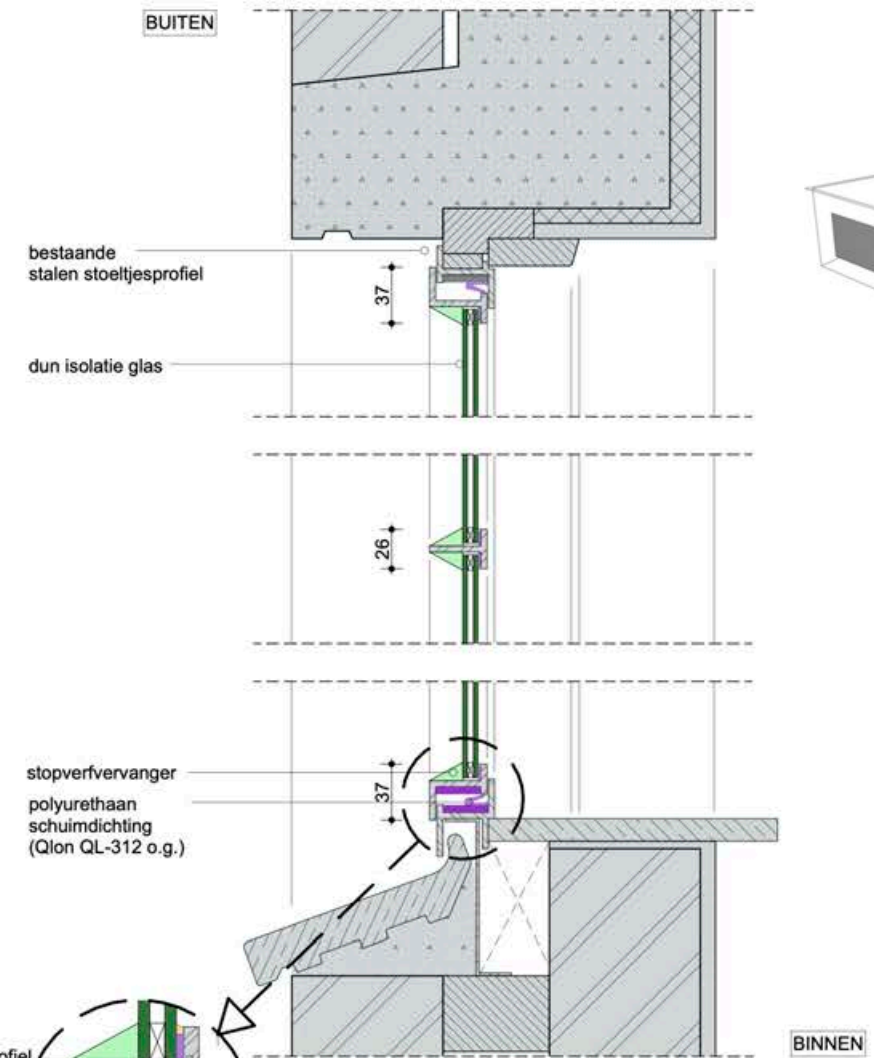
Staal en glas geleiden warmte goed, of anders gezegd: isoleren slecht. Zelfs bij isolatieglas is het energieverlies door het glas aanzienlijk groter dan dat door een gevel, een dak of een vloer. Het loont dus om stalen ramen te voorzien van isolatieglas en eventueel van een koudebrugonderbreking. Omdat de oorspronkelijke stalen ramen sterk bepalend zijn voor de uitstraling van de gebouwen waarin ze zijn toegepast, ligt een achterzetraam als verduurzamingsmaatregel het meest voor de hand. Budgettair zal zo'n raam ook de meest voordelige optie zijn en door de luchtdichting in een achterzetraam is de kans op condens op de stalen raamprofielen kleiner dan bij het plaatsen van dun isolatieglas in het bestaande raam. Als de ramen toch vervangen moeten worden door nieuwe stalen raamprofielen, dan voorkomt een koudebrugonderbreking in de vorm van een dunne kunststof koppelstrip ter plaatse van de glaslijn (paars in de details), dat de warmte hier gemakkelijk door het profiel naar buiten kan stromen. Daardoor is de binnenzijde van zo'n modern profiel aanzienlijk warmer dan bij het oorspronkelijk raamprofiel.



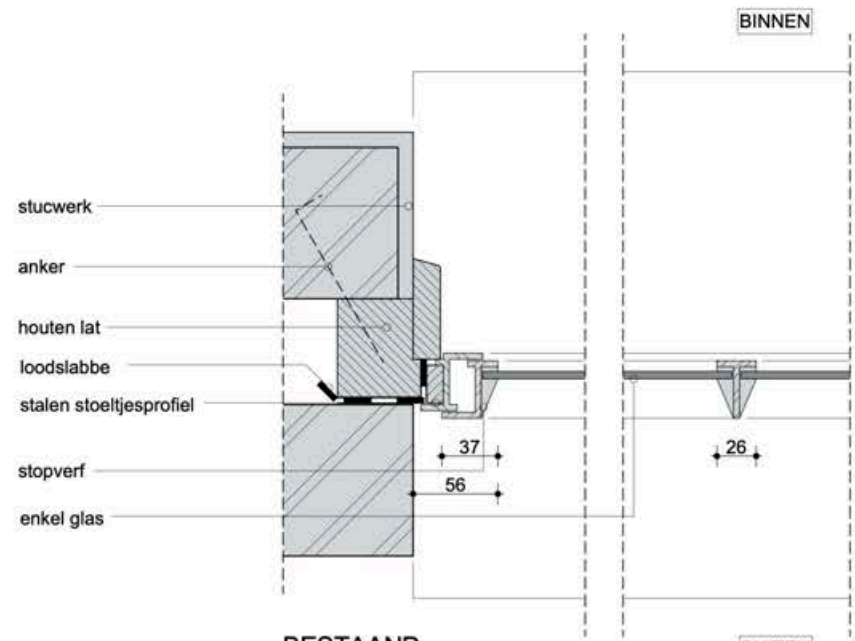
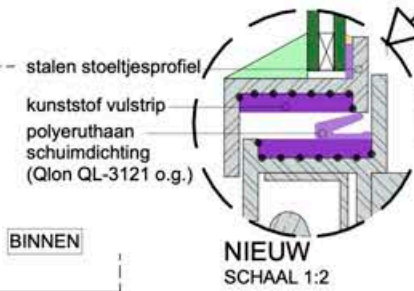
BESTAAND
(verticaal detail)



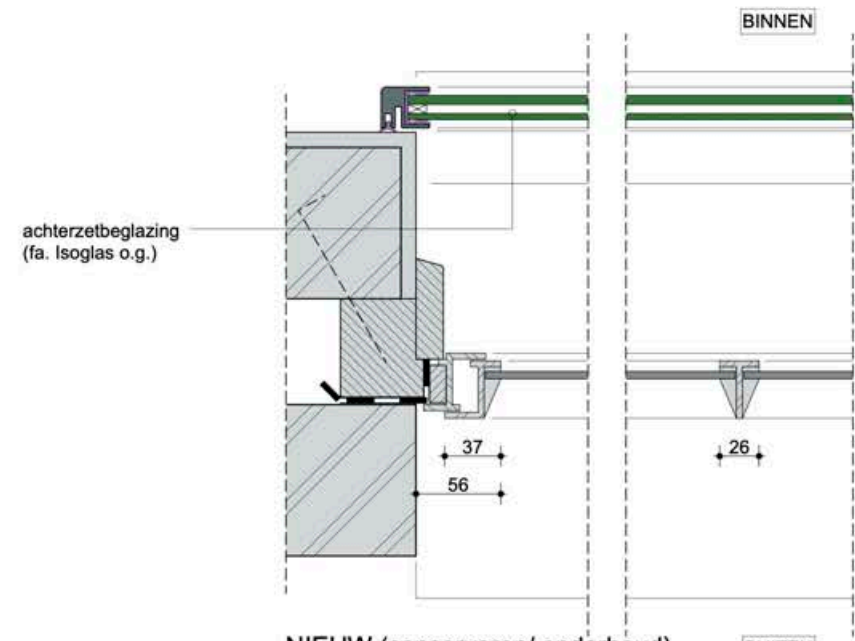
NIEUW (conserveren/ onderhoud)
(verticaal detail)
ACHTERZETRAAM



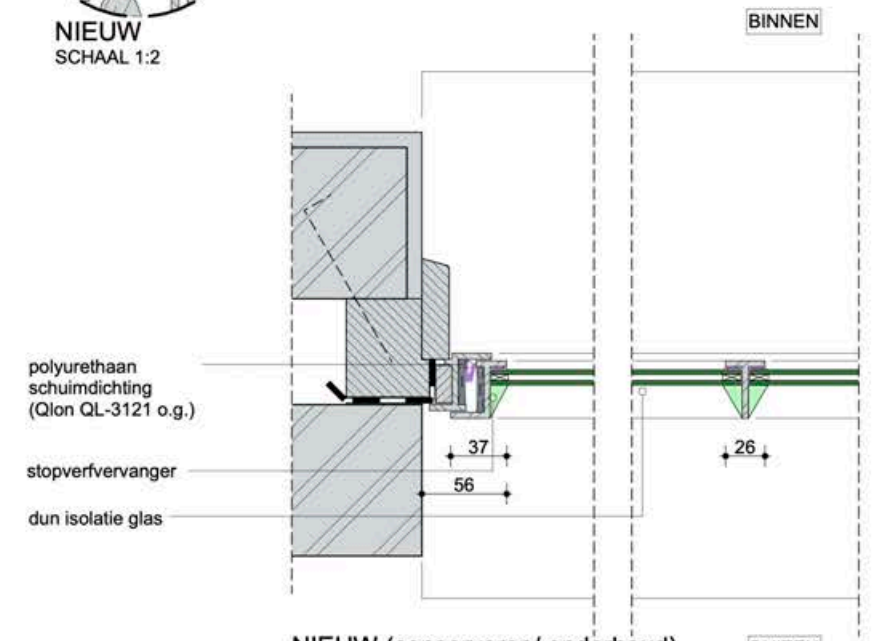
NIEUW (conserveren/ onderhoud)
(verticaal detail)
DUN ISOLATIEGLAS



BESTAAND
(horizontaal detail)

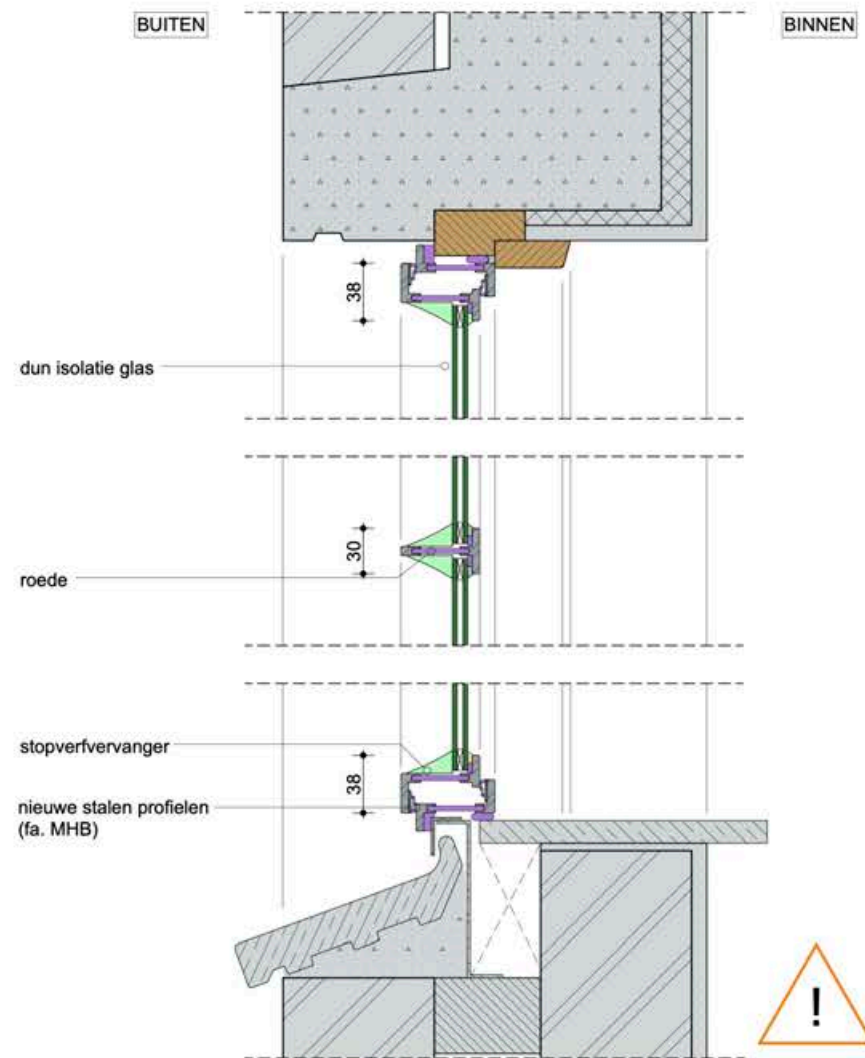


NIEUW (conserveren/ onderhoud)
(horizontaal detail)
ACHTERZETRAAM

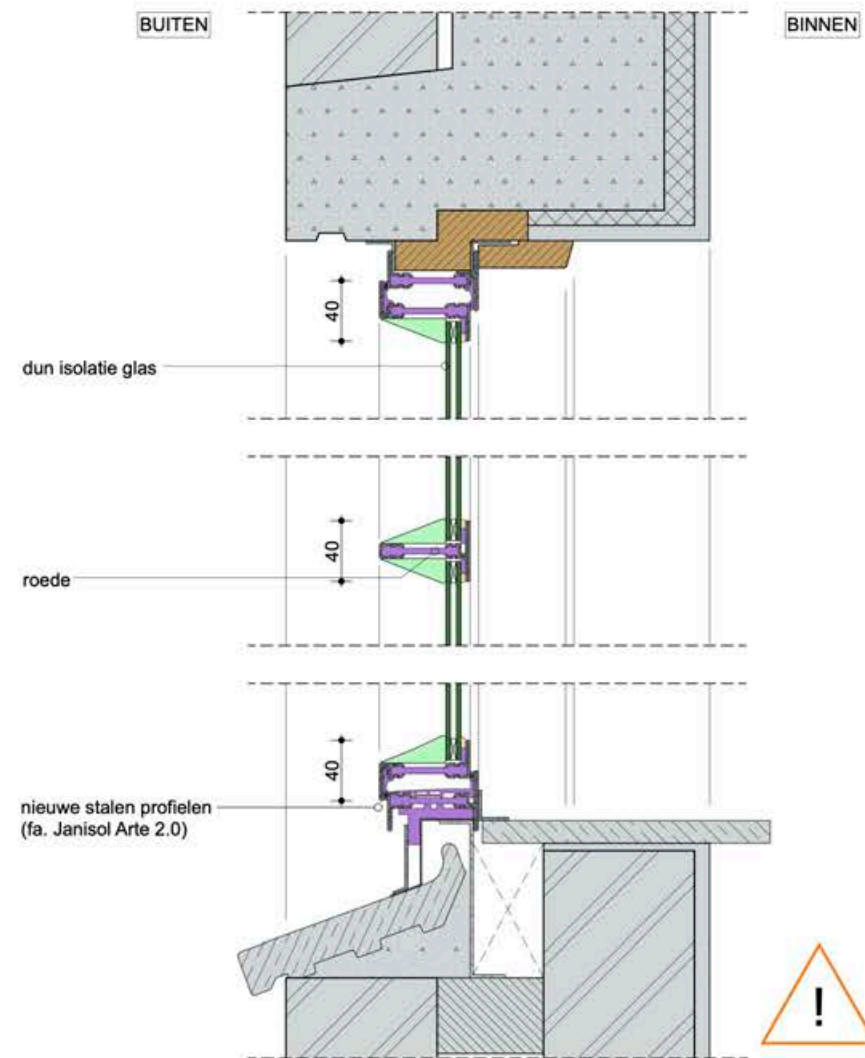


NIEUW (conserveren/ onderhoud)
(horizontaal detail)
DUN ISOLATIEGLAS

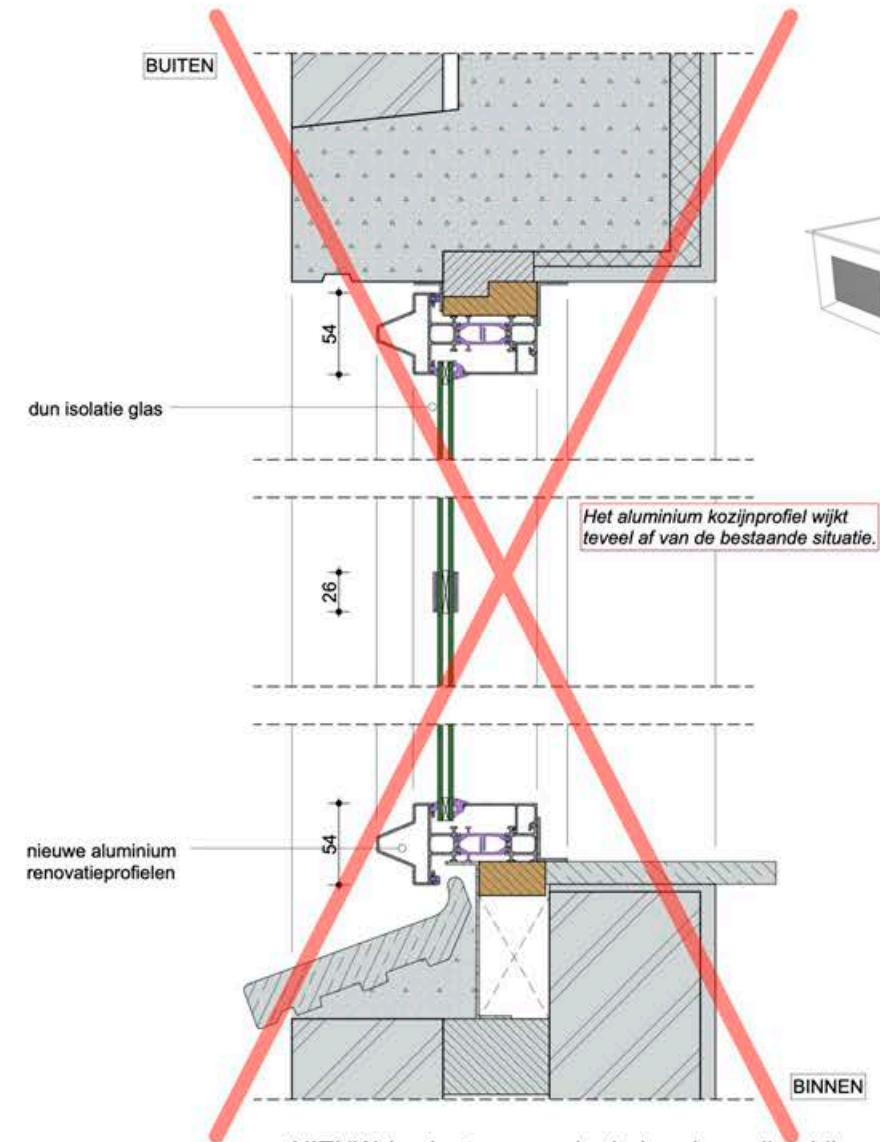




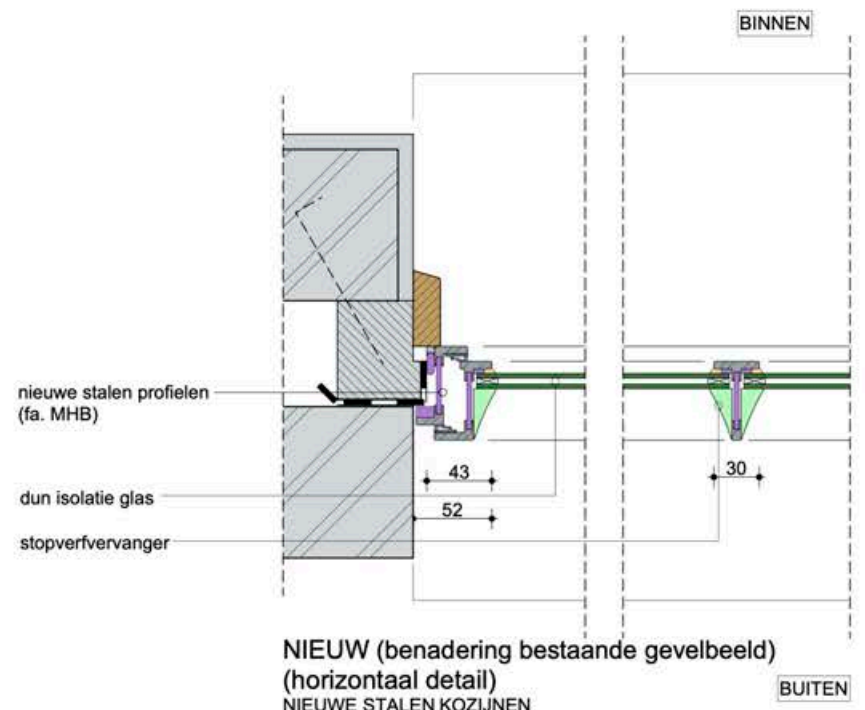
NIEUW (benadering bestaande gevelbeeld)
(verticaal detail)
NIEUWE STALEN KOZIJNEN



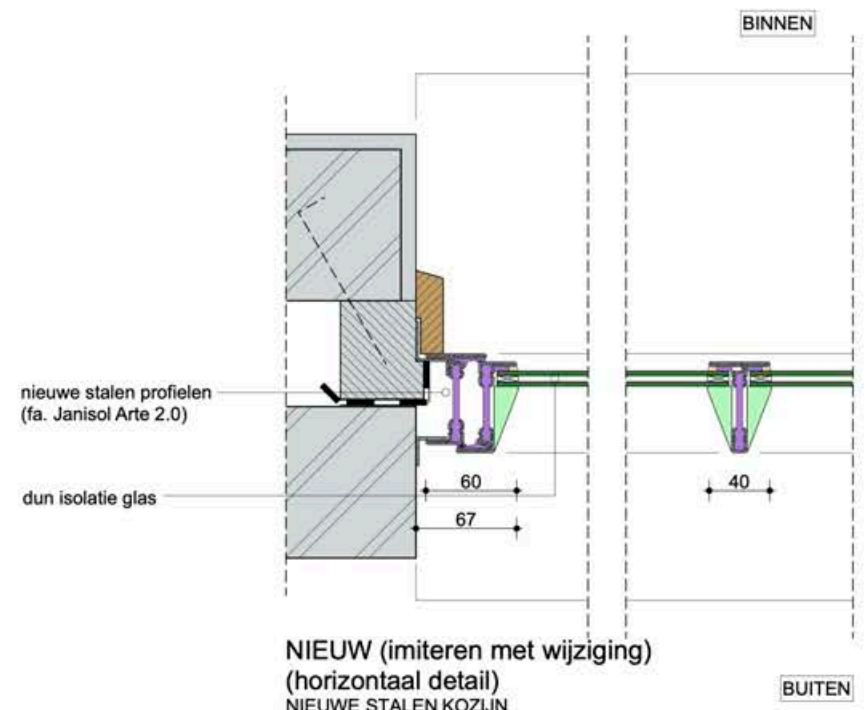
NIEUW (imiteren met wijziging)
(verticaal detail)
NIEUWE STALEN KOZIJNEN



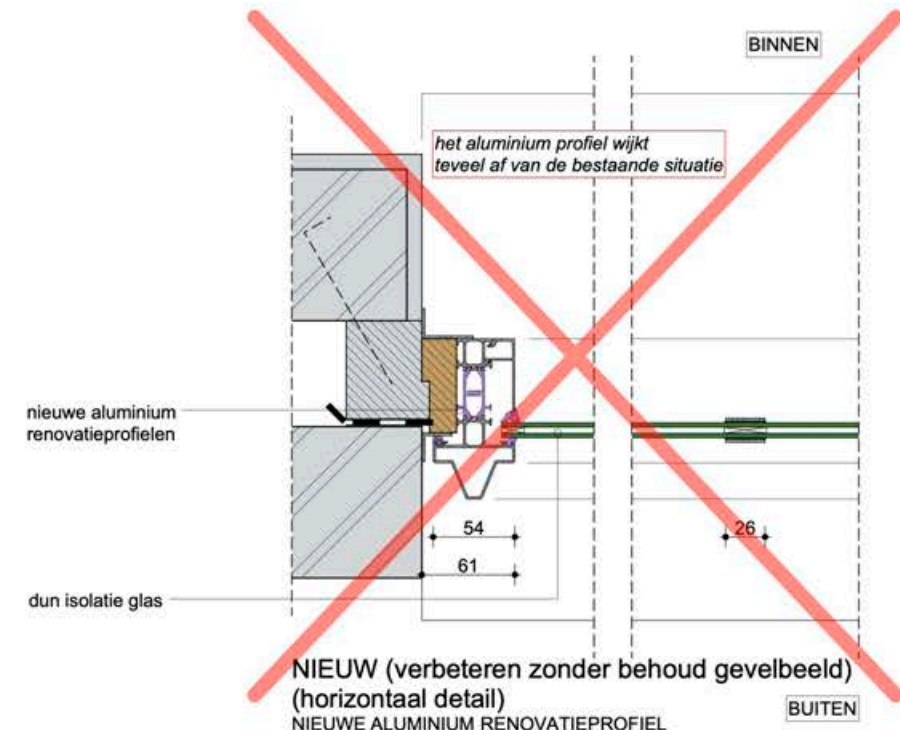
NIEUW (verbeteren zonder behoud gevelbeeld)
(verticaal detail)
NIEUWE ALUMINIUM RENOVATIEPROFIEL



NIEUW (benadering bestaande gevelbeeld)
(horizontaal detail)
NIEUWE STALEN KOZIJNEN



NIEUW (imiteren met wijziging)
(horizontaal detail)
NIEUWE STALEN KOZIJN



NIEUW (verbeteren zonder behoud gevelbeeld)
(horizontaal detail)
NIEUWE ALUMINIUM RENOVATIEPROFIEL

◀ Afbeelding IX Soorten isolatieglas | Van links naar rechts | triple glas, vacuümglas, dun dubbel glas en gelaagd isolerend glas

Schaal 1:5



INLEIDING

Eén van de manieren om een oud venster te isoleren, is door er een extra raam voor te plaatsen. Zo'n raam wordt in de volksmond daarom meestal een voorzetraam genoemd, ongeacht of het aan de binnen- of buitenzijde zit. Bij monumenten zal het plaatsen van een voorzetraam aan de buitenzijde vanwege ontsiering meestal niet toegestaan worden. Er komt namelijk een extra kader op het raam en de textuur van een glas-in-lood of roedenraam is minder goed waarneembaar door de spiegeling van het glas.

Extra ramen aan de binnenzijde kunnen meestal wel, en ook bij niet-monumenten is dat een fraaiere oplossing. Om een onderscheid te maken tussen voorzetramen aan de buiten- en binnenzijde, worden die laatste meestal achterzetramen (of binnenvoorzetramen) genoemd. Op deze detailbladen wordt behandeld hoe voorkomen kan worden dat achterzetramen ondanks hun plaatsing aan de binnenzijde toch storend zijn in het aanzicht van het pand of het functioneren van het historische raam in de weg zitten en worden verschillende mogelijke oplossingen getoond.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Met uitzondering van detailblad 4.23 is ervan uitgegaan dat het raam waarbij een achterzetraam wordt geplaatst een schuifraam is. Er kan gekozen worden uit:

- houten of metalen achterzetramen (zie blad 4.22);
- met enkelglas (zoals op de bladen 4.23, 4.25 en 4.26) of isolatieglas (zie de bladen 4.22 en 4.24);
- in een vaste (maar wel demontabele), draaiende (zoals op de bladen 4.22 – 4.24) of schuivende uitvoering (zie de bladen 4.25 en 4.26);
- met rubberen kierdichting (zoals op de bladen 4.23 en 4.24) en of met borstels (zie de bladen 4.25 en 4.26);
- gemonteerd op het raam (zie blad 4.23), in de kozijnnegge (zoals op detailblad 4.25), in een geïsoleerde voorzetwand (zie de bladen 4.24 of 4.26) of aan de binnenzijde van de gevel buiten de aftimmerlijsten;
- en met (zoals op detailblad 4.24) of zonder kozijn (zie blad 4.08 rechtsonder, 4.20 in het midden en 4.23).

Bij de aandachtspunten hieronder de voors en tegens van de verschillende oplossingen benoemd.

AANDACHTSPUNTEN

Voor alle soorten achterzetramen geldt dat ze niet altijd toelaatbaar zijn in een hoog monumentaal interieur, hoewel er meestal wel mogelijkheden zijn. Ook geldt voor alle soorten dat de luchtdichting aan de binnenzijde belangrijk is om condens in de spouw tussen de ramen te voorkomen, en dat het de voorkeur heeft om de spouw tussen het achterzetraam en het historische raam zwak te ventileren met buitenlucht. Daardoor kan eventueel condensvocht worden afgevoerd en is de temperatuur in de spouw, die in de zomer flink kan oplopen, iets beheersbaarder. Voorbeelden van ventilatieoplossingen zijn te zien op de detailbladen 4.24 t/m 4.26.

Hoe zwaarder het glas is vanwege de grootte van de glasvlakken en/of het gekozen glastype, hoe zwaarder de constructie van het achterzetraam moet zijn en hoe groter de kans is dat het achterzetraam uit meerdere delen moet worden samengesteld. Voorkomen moet worden dat de indeling van het achterzetraam of de afmetingen van de constructie storend zijn in het aanzicht, zoals in de afbeeldingen op blad 4.22 met de rode kruisen erdoor. De constructie zou moeten wegvallen achter die van het historische raam en de indeling zou moeten corresponderen, en bij voorkeur heeft het achterzetraam zelfs minder indeling dan het oorspronkelijke raam. Het is ook niet wenselijk dat een achterzetraam het functioneren van het historische raam belemmert, bijvoorbeeld doordat de gewichtskokers niet meer bereikbaar zijn (zoals bij het tweede detail van linksonder op blad 4.22), een achterzetraam op het raamhout (zoals op blad 4.23) van het bovenlicht van een schuifraam het schuiven van het onderraam verhindert, of een naar binnen draaiend raam niet meer open kan. Vaak is niet alleen qua indeling een mooie eenheid te bereiken, maar ook qua functionaliteit: zo worden op detailblad 4.26 achtereenvolgens twee ramen omhoog geschoven om te ventileren.

De aandachtspunten bij de genoemde keuzes zijn als volgt:

Bij a.

Hout is minder stevig dan metaal en daarom zijn de afmetingen van de constructie bij een houten achterzetraam groter. De kans dat het achterzetraam in het aanzicht of interieur storend aanwezig is, neemt daardoor toe.

Bij b.

Enkel glas is lichter, maar isoleert ook minder goed. Bij een achterzetraam met enkel glas is de gezamenlijke isolatiewaarde vergelijkbaar met die van oud dubbelglas; bij dubbelglas is die vergelijkbaar met HR++.

Bij c.

Een vaste montage is nooit een goed idee. Af en toe moet de spouw tussen de ramen worden schoongemaakt. Daarom dient een vast raam ook demontabel te zijn en een draaibare uitvoering is vanwege het gewicht van glas aan te raden. Draaiende achterzetramen zijn over het algemeen beter luchtdicht te krijgen dan schuivende exemplaren, zie bij d).

Bij d.

Rubberen kierdichting functioneert beter dan borstels, waardoor de kans op condens in de spouw kleiner is.

Bij e.

Bij achterzetramen op het raam moet nog steeds in het historische raam de kierdichting opgelost worden (zie blad 4.23). Als het achterzetraam in de kozijnnegge of in een voorzetwand wordt geplaatst, dan kan de kierdichting in het achterzetraam aangebracht worden. Bouwfysisch gezien is een achterzetraam in het vlak van een geïsoleerde voorzetwand het meest ideaal (zoals op blad 4.24), omdat daarmee de 'thermische schil' doorloopt en er geen koudebruggen meer zijn rondom het raam.

Bij f.

Achterzetramen met een eigen kozijn zijn minder afhankelijk van de draagkracht van een historisch raam, de aftimmering daarvan of de gevel. Door een kozijn zijn ze wel meer aanwezig in het zicht en dat is niet altijd wenselijk.

THEORIE

Om condens te voorkomen is een goede luchtdichting aan de warme zijde – dus in het achterzetraam – belangrijk. Zo komt de warme binnenlucht niet in aanraking met een koud glasvlak. Als er onverhoopt toch condens in de spouw tussen de ramen ontstaat, dan kan die worden afgevoerd door ventilatie. Dat moet met buitenlucht; ventileren met binnenlucht leidt juist tot extra condens!

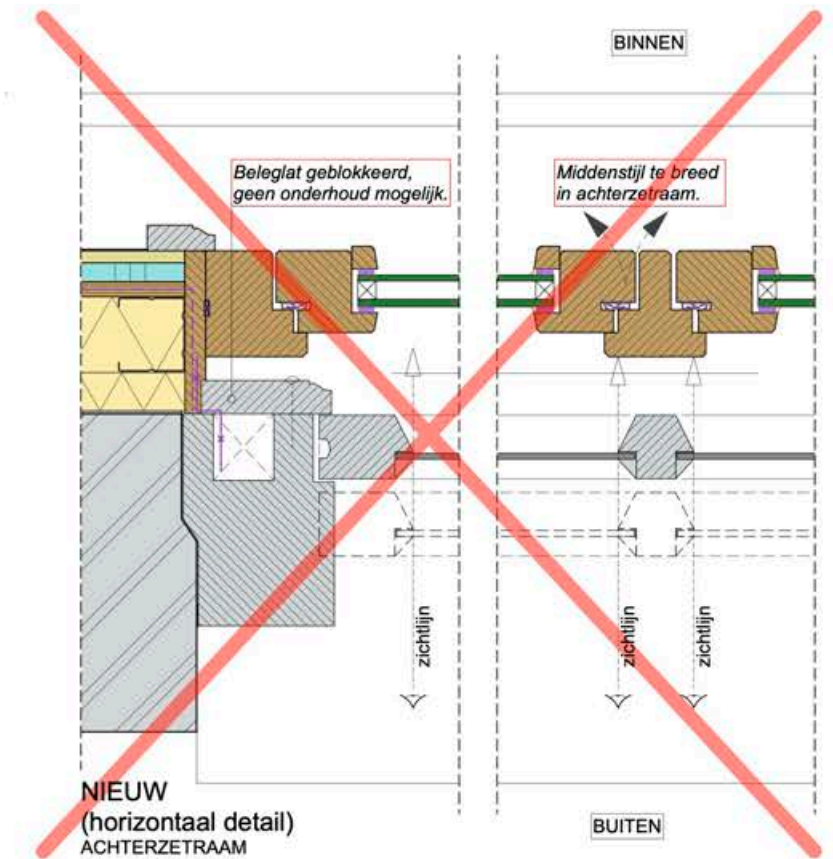
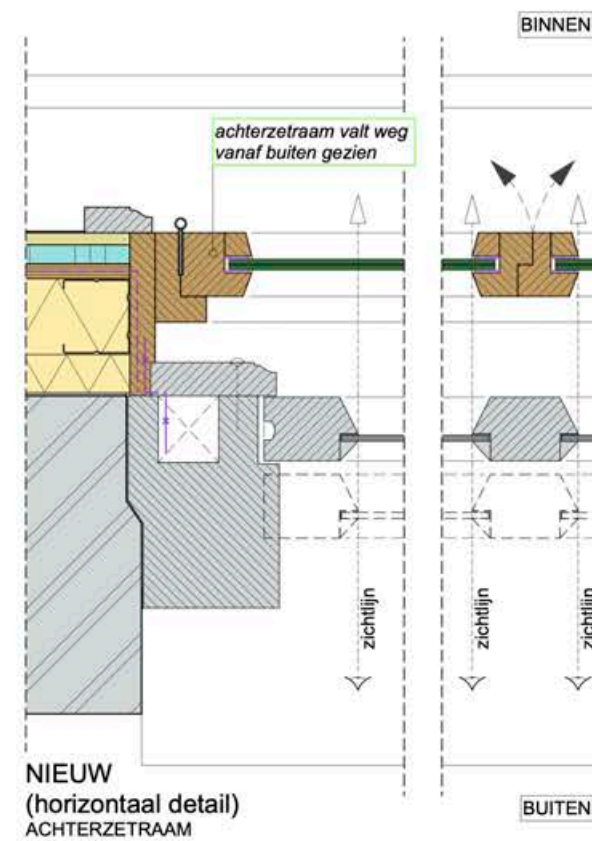
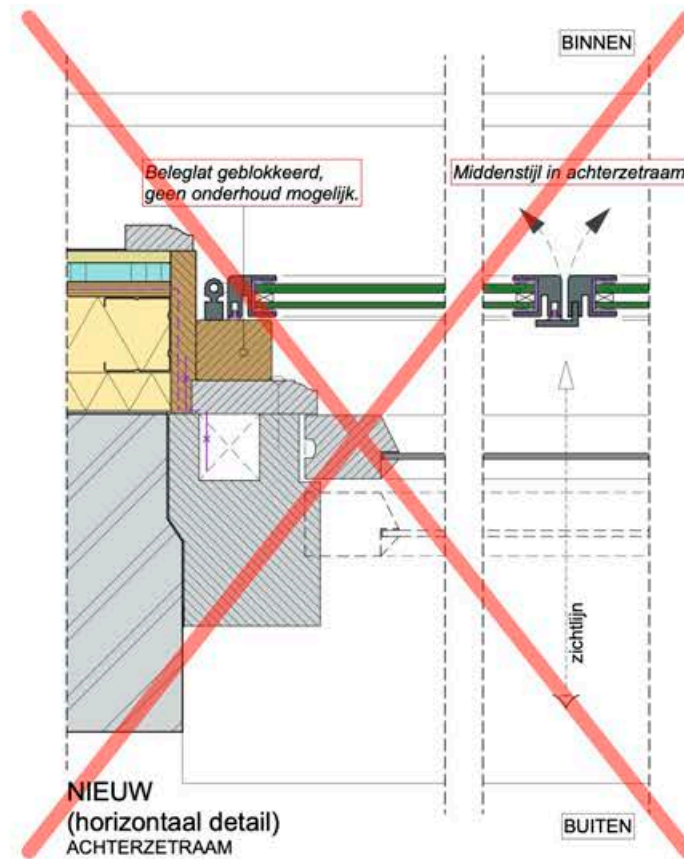
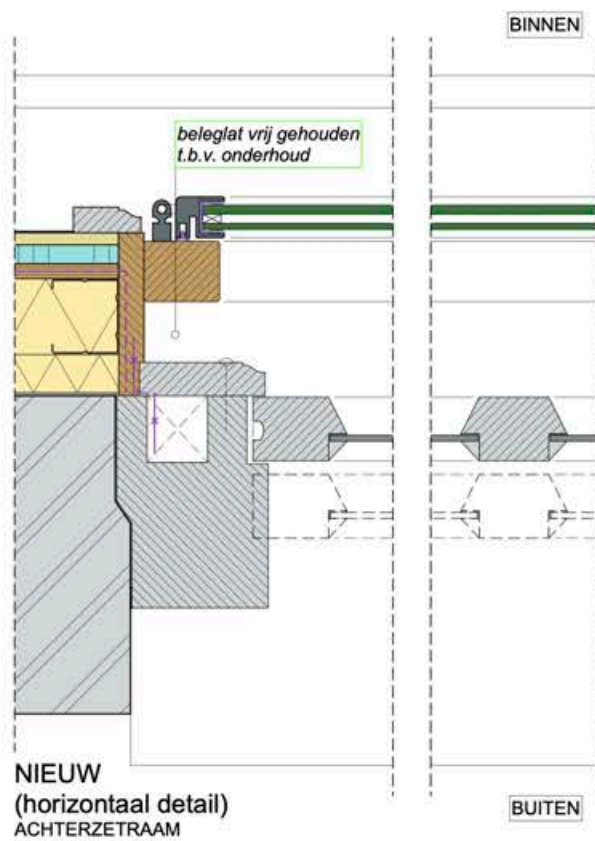


BESTAAND



NIEUW
MET ACHTERZETRAAM

Achterzetraam waarbij de indeling niet overeenkomt met de originele raamindeling.



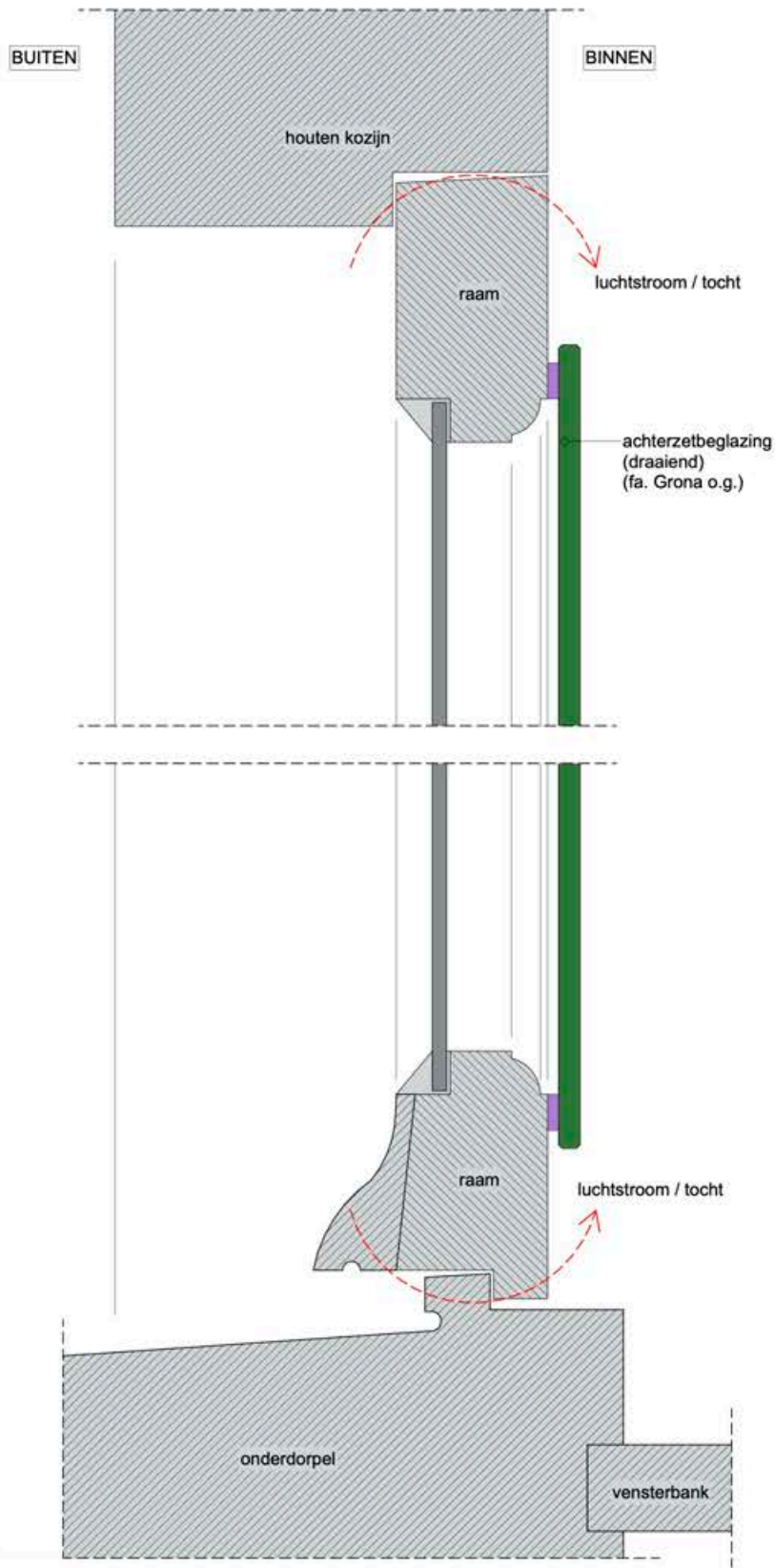


▲ **Afbeelding XXXIV** Achterzetgeglazing op een historisch valraam met geel kathedraalglas.

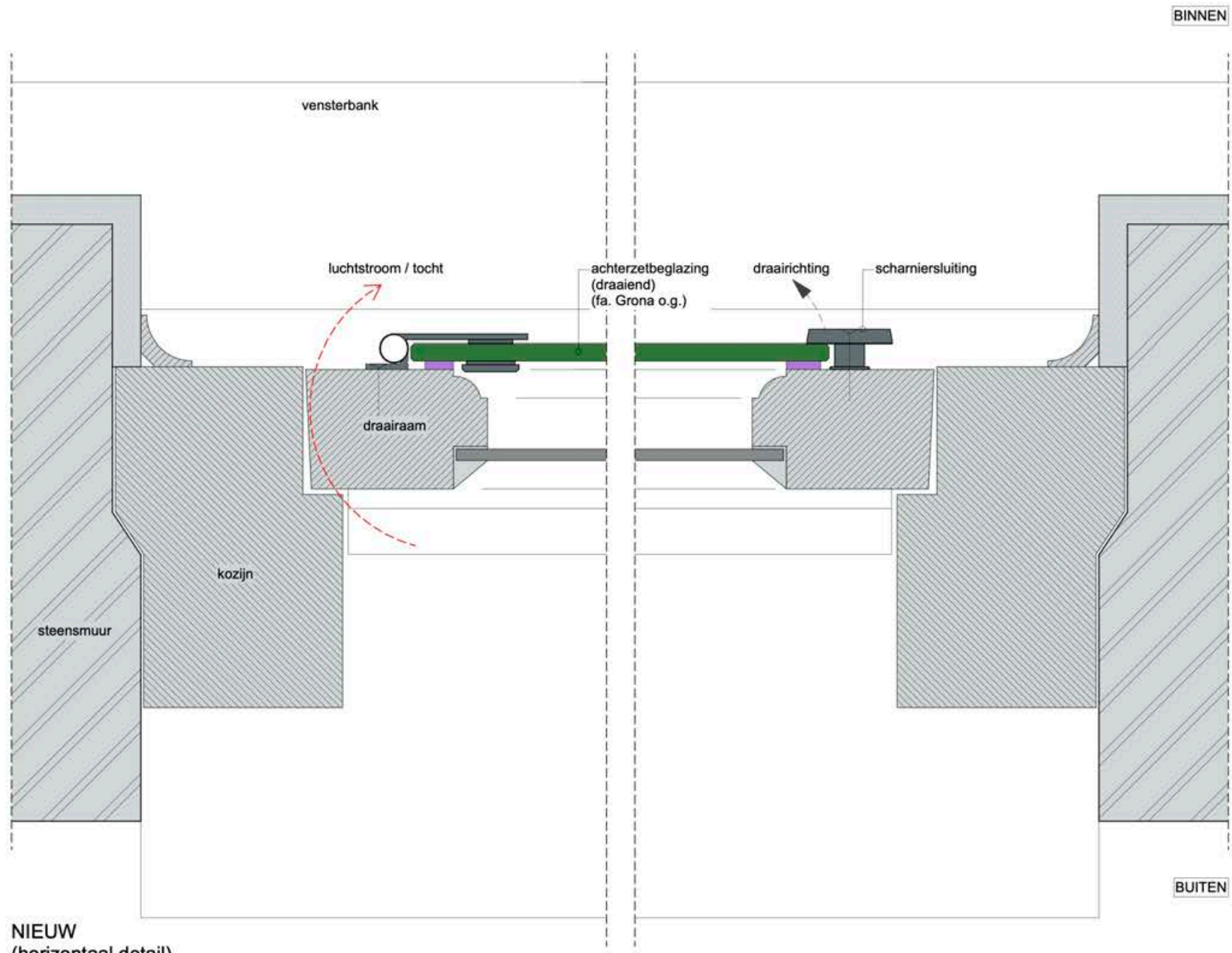
◀ **Afbeelding XXXV** Plaatsen van achterzetbeglazing (enkel achterzetraam) in een woning

▼ **Afbeelding XXXVI** Een horizontaal schuivend achterzetraam met borstels als luchtdichting, achter een ladderraam uit de jaren 1920.

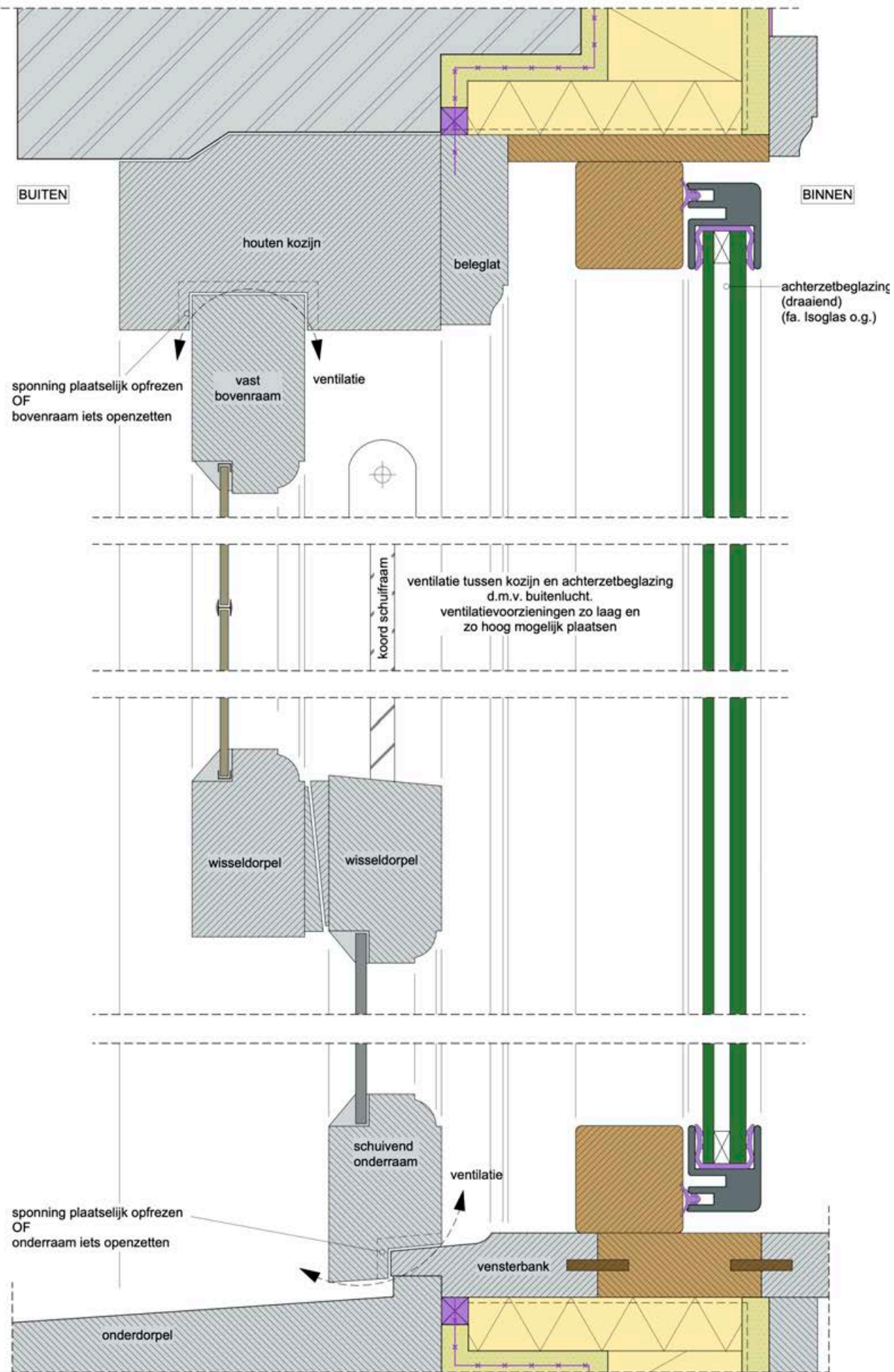




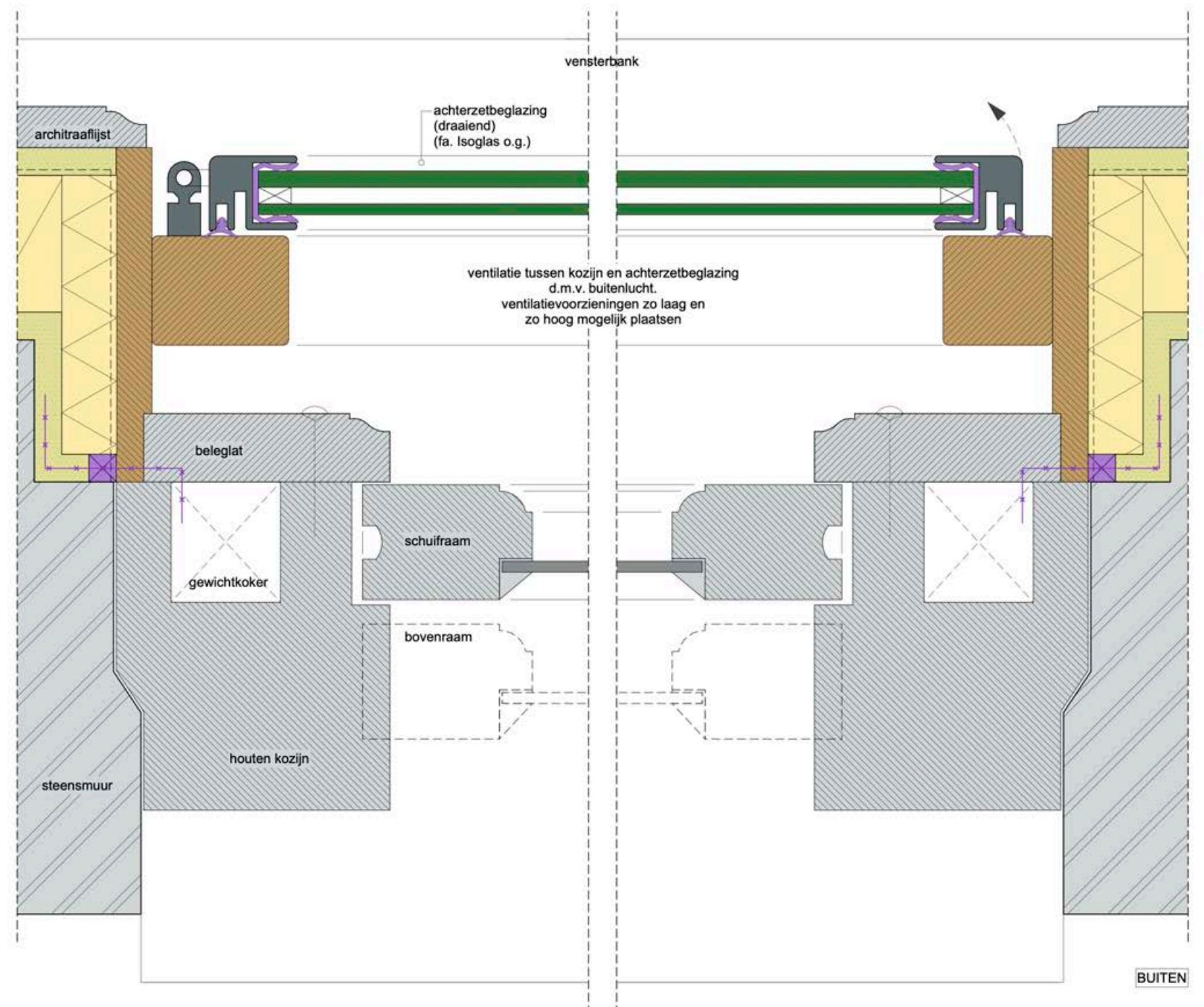
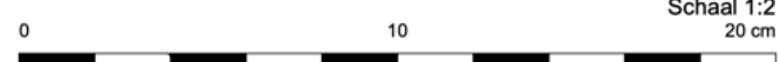
NIEUW
(verticaal detail)



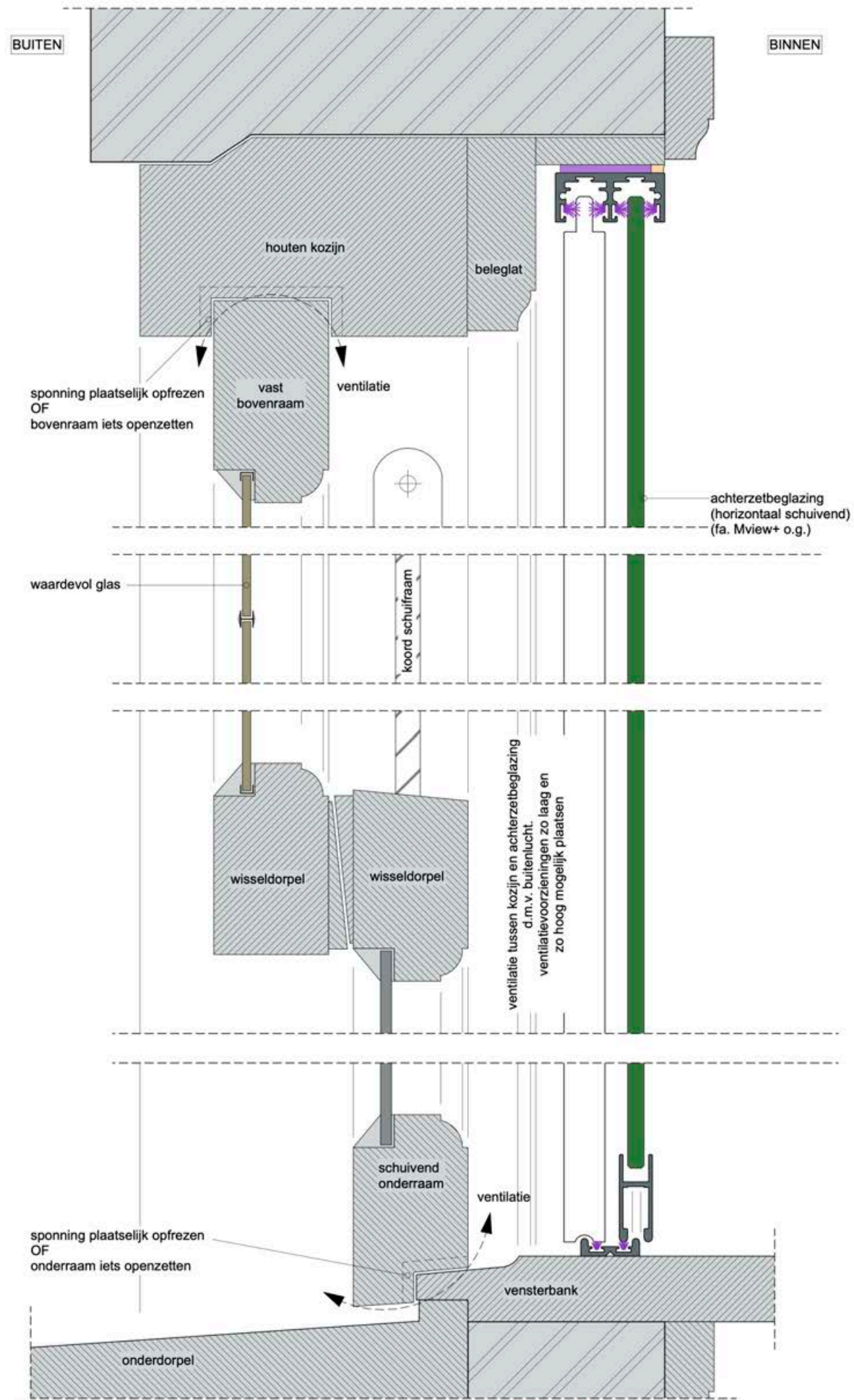
NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



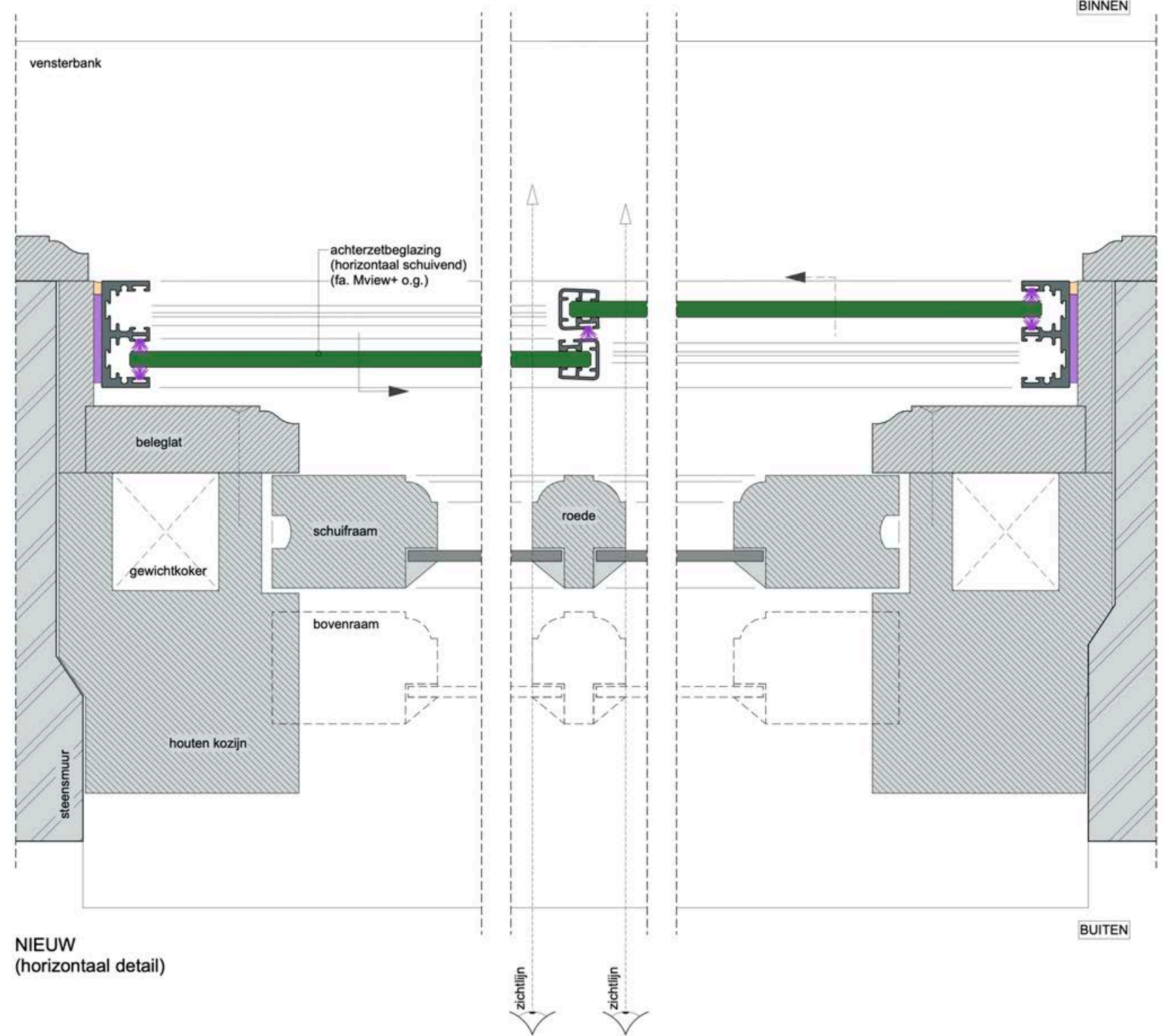
NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)

0 10 20 cm

Schaal 1:2



NIEUW
(horizontaal detail)





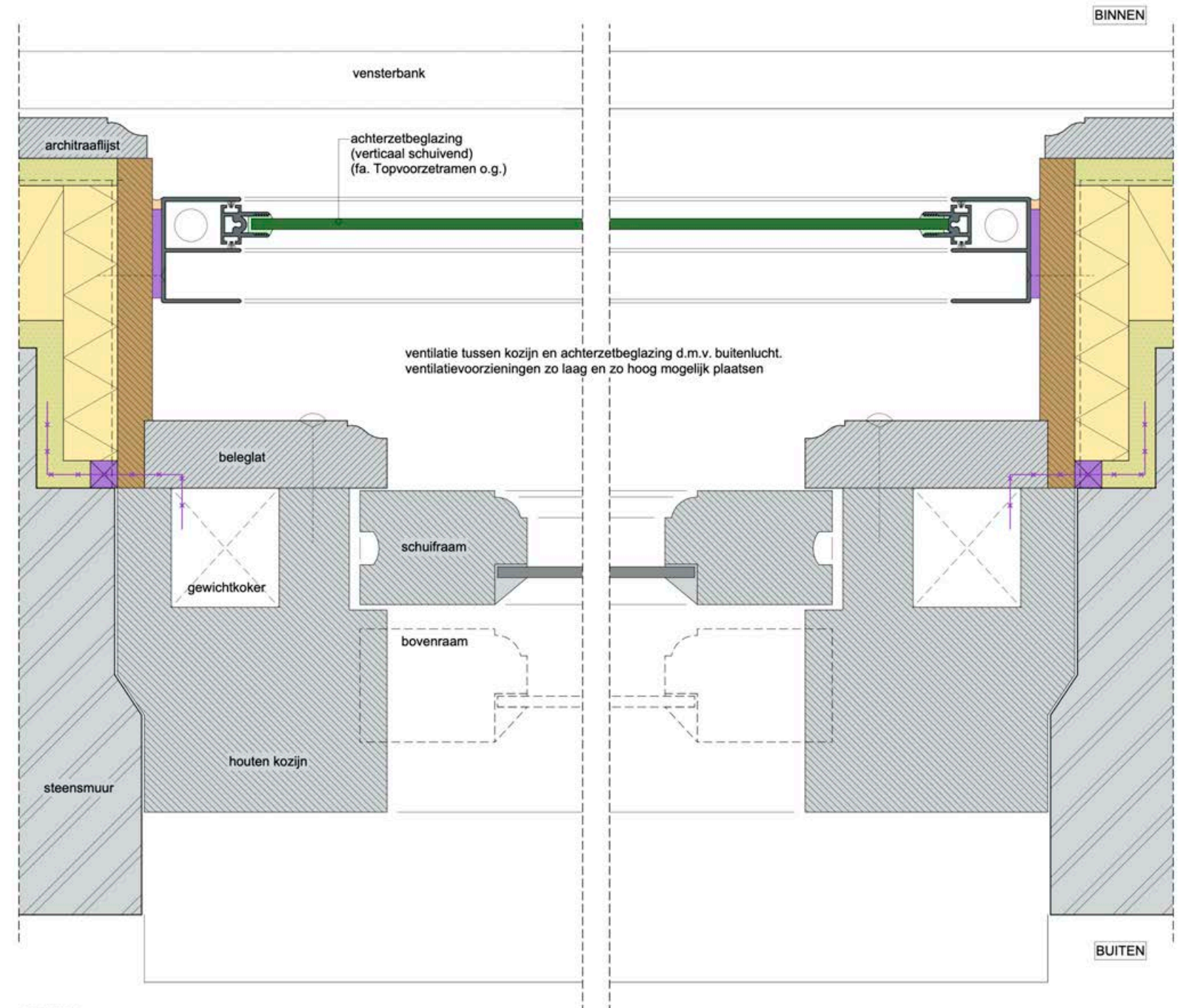
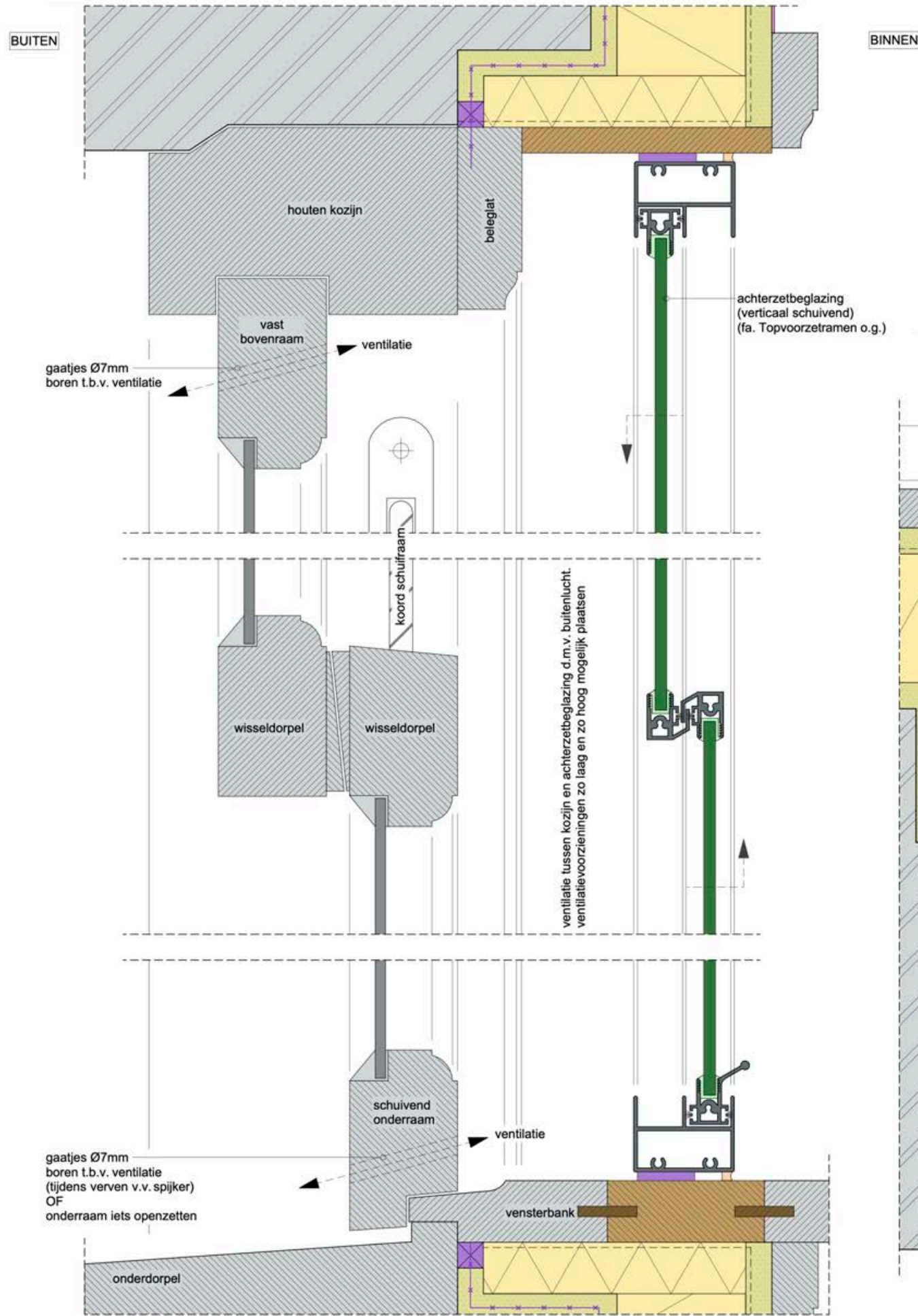
▲ **Afbeelding XXXVII** Dit houten achterzetraam is door de afmetingen van het raamhout en de kleur te prominent aanwezig in het aanzicht van het schuifraam.



▲ **Afbeelding XXXVIII** In deze boerderij zijn alle achterzetramen opgenomen in de geïsoleerde voorzetwand.



▲ **Afbeelding IX** Achterzetraam opgenomen in een geïsoleerde voorzetwand



NIEUW
(verticaal detail)

NIEUW
(horizontaal detail)



4.27 ALGEMENE KADERS – OPDIKKING RAAMHOUT

INLEIDING

In een historisch raam is dubbelglas al snel te dik en te zwaar, waardoor er voor dun isolatieglas gekozen moet worden. Als een oud raam echter technisch niet meer te handhaven is, dan valt te overwegen om de zwaarte van het raamhout net iets te vergroten zodat er meer mogelijkheden voor het plaatsen van isolatieglas zijn. Belangrijk daarbij is wel dat de historische uitstraling van het raam behouden blijft. Zeker bij een monument. Dit detailblad laat zien hoe dat kan en wat minder gewenst is.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de bestaande situatie een naar binnen draaiend raam is. Dit raamtype is gevoeliger voor lekkage en daarom zijn deze ramen van origine al voorzien van een weldorpel aan de onderzijde die het regenwater zoveel mogelijk naar buiten toe afvoert. De opstand bij de onderdorpel van het kozijn, de zogenaamde klik, is een ander onderdeel van de waterkering. Zoals te zien op de tekening is de bovenzijde van de klik licht afwaterend. Zo zal een druppel die eventueel op de klik terecht komt – vaak bij de kier tussen de weldorpel en de kozijnstijl – alsnog naar buiten rollen.

In de middelste details is het draairaam vervangen en het nieuwe raamhout een centimeter dikker. Hierdoor is het mogelijk dubbelglas van 14mm dik te plaatsen, waarin een isolatiewaarde haalbaar is die vergelijkbaar is met HR++. Het raam heeft zijn historische uitstraling behouden, doordat de gehele extra dikte aan de binnenzijde is opgelost waardoor de glaslijn op dezelfde plek blijft, de profilering aan de binnen- en buitenzijde geheel confo m bestaand is nagemaakt, en het glas is geplaatst met behulp van een stopverf vervangende kit.

Tegelijkertijd zijn ook het tocht- en lekkageprobleem aangepakt. Op de aanslag van het kozijn is een kierdichting aangebracht en de weldorpel op het raam is verlengd zodat hij in een – nieuw te maken – uitsparing in de kozijnstijl valt. Die uitsparing, die de vorm van de weldorpel volgt, wordt een inkrozing genoemd en maakt van de aansluiting van de weldorpel op de stijl een minder gevoelige plek voor inwateren.

AANDACHTSPUNTEN

Bij een monument is het eerste uitgangspunt natuurlijk altijd behoud van de historische ramen als ze technisch gezien te handhaven zijn. Het vervangen van de ramen om dikker glas te kunnen plaatsen is een aantasting van de monumentale waarden en eigenlijk ook niet echt duurzaam, gezien het feit dat de getekende kierdichting ook bij de bestaande ramen aan te brengen is en in een historisch raam met vacuümglas desgewenst zelfs een isolatiewaarde te behalen is die vergelijkbaar is met triple glazing. Soms is het opdikken van het raamhout geen optie. Bijvoorbeeld als de roedes in het raam opdikken niet toelaten, omdat ze zo slank zijn dat een bredere glassponning ze te veel zou verzwakken. Of als slechts één van meerdere ramen in een ruimte zo rot is dat vervanging nodig is, waardoor een opgedikt raam van de andere zou gaan afwijken.

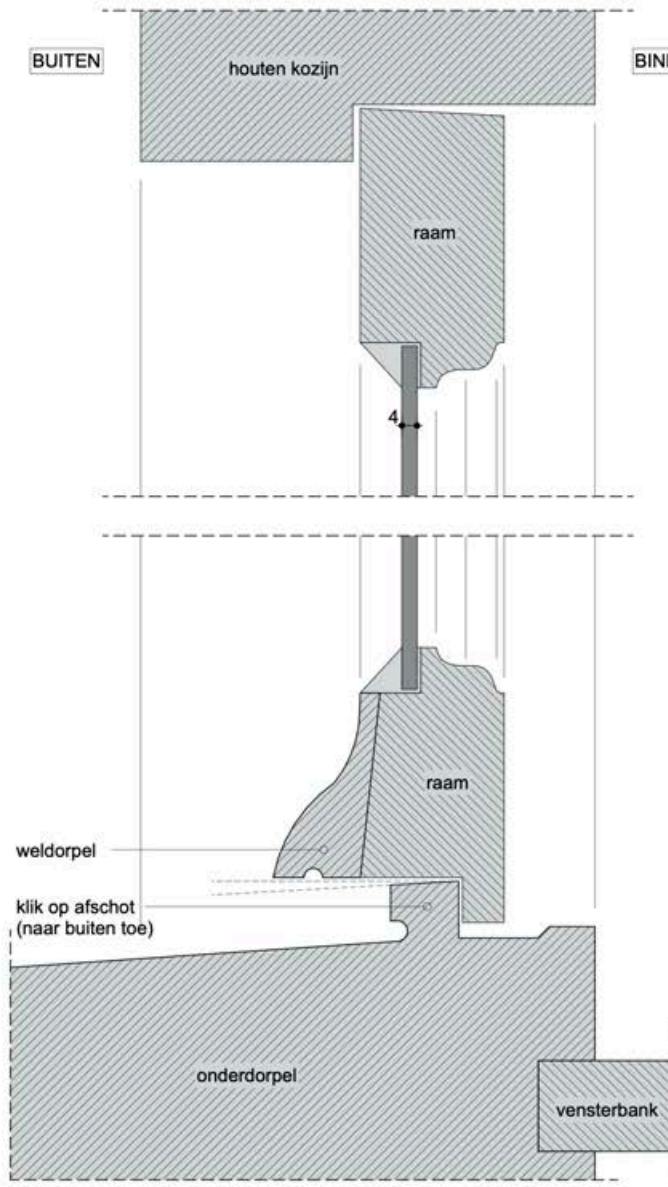
Als er lekkage is bij naar binnen draaiende ramen, dan is dat vaak bij de aansluiting van de weldorpel op de kozijnstijl, en is dat mede te wijten aan slijtage aan de klik waardoor die naar binnen toe afwatert. Door de klik in zijn oorspronkelijke hoogte en met zijn oorspronkelijke afschot te herstellen, is vaak al veel gewonnen.

Soms wordt ook voorgesteld het raamhout op te dikken zoals in de details rechts, met de rode kruisen erdoor. Er wordt dan een extra laag hout op het raam aangebracht met hout en schroeven. Die oplossing wordt afgeraden, omdat daarmee het aanzicht wijzigt, er ingewikkelde aansluitingen ontstaan zoals in dit detail bij de weldorpel en onderdorpel van het kozijn, en de naad tussen de lagen hout gevoelig is voor het indringen van regenwater en houtrot op termijn.

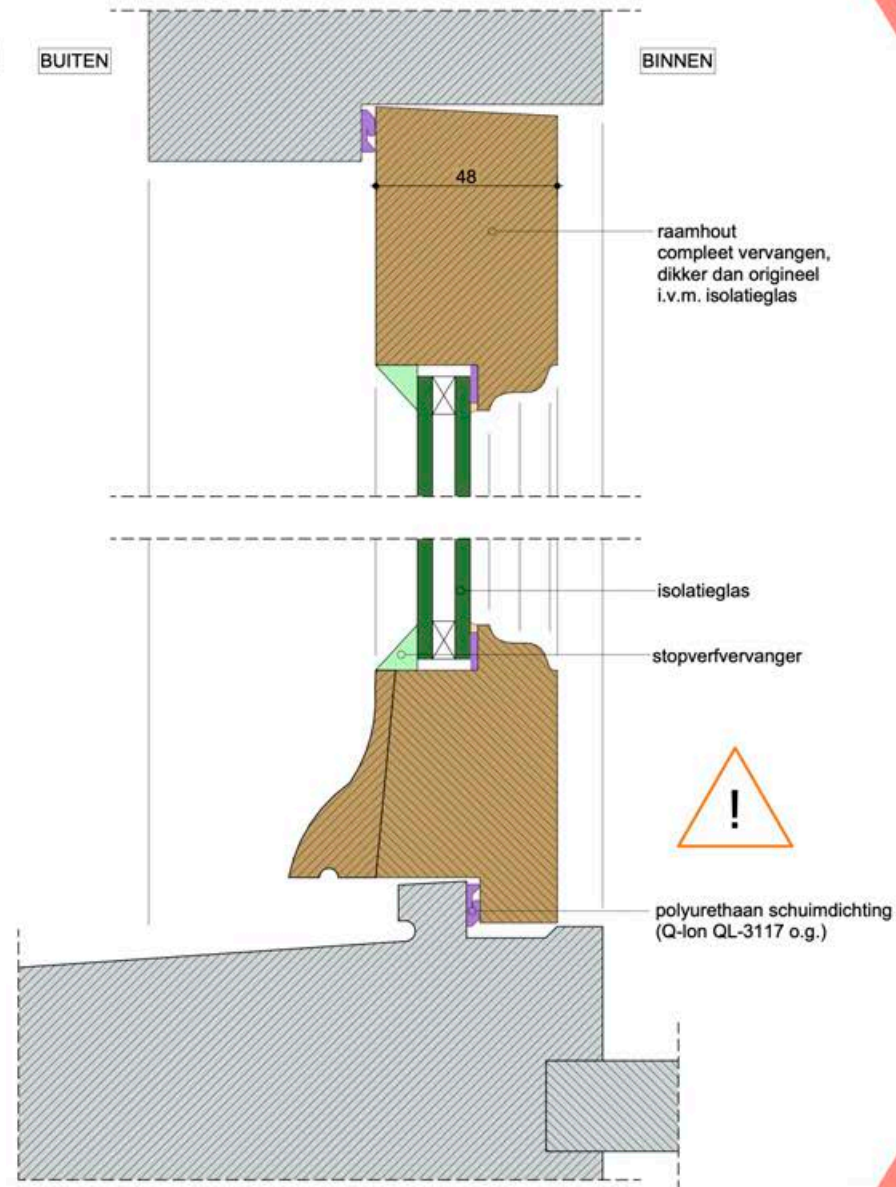
THEORIE

Het aanbrengen van isolatieglas loont. Ongeveer een derde van het energieverlies in een historisch gebouw gaat door de vensters, want glas isoleert slecht. Zelfs bij isolatieglas is het energieverlies door het glas vaak aanzienlijk groter dan dat door een gevel, een dak of een vloer. Omdat glas weinig warmteweerstand heeft, wordt daarvoor de U-waarde gebruikt die niet aangeeft hoe goed het glas de warmte tegenhoudt, maar hoe goed het glas de warmte doorgeeft. Een lagere U-waarde is dus een betere isolatiewaarde.

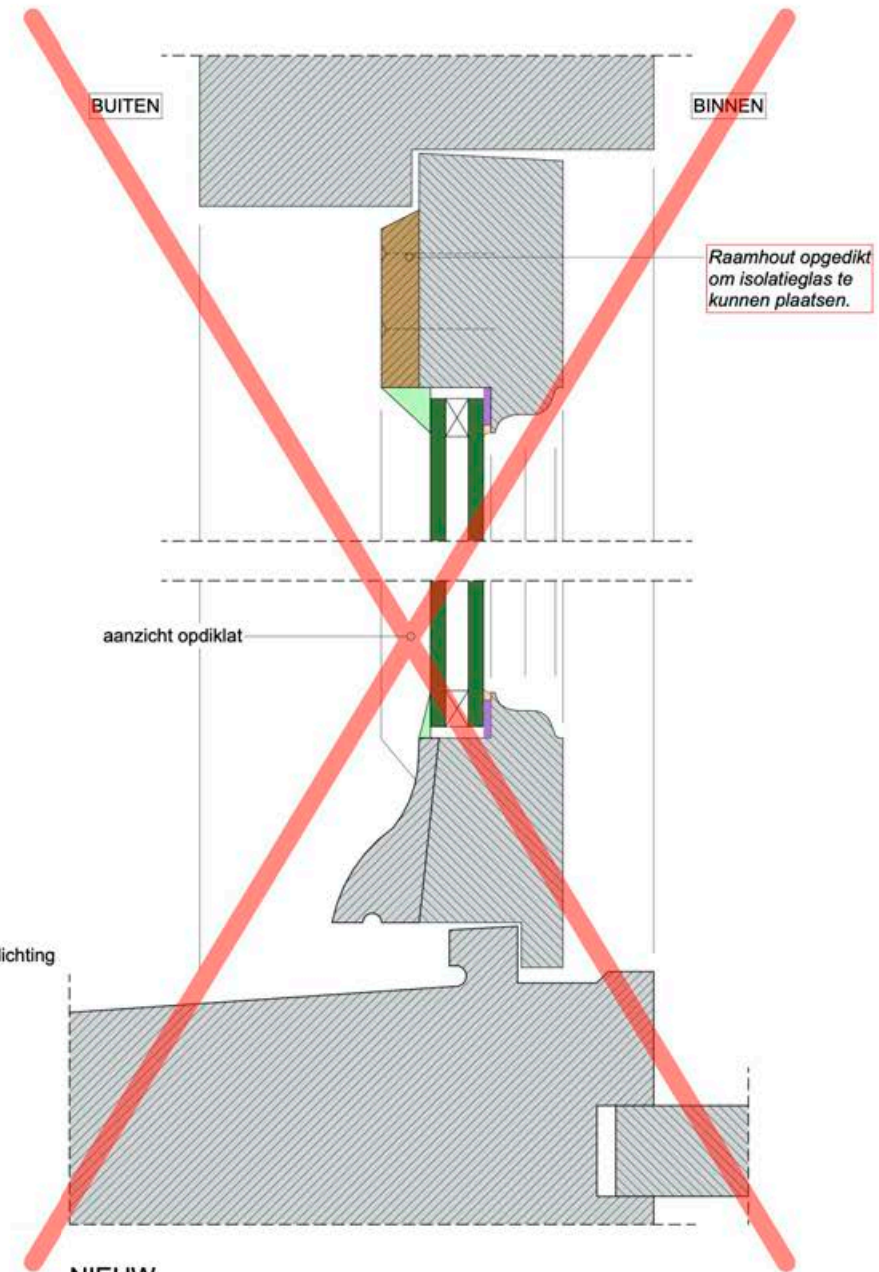
Bij enkel glas ligt de U-waarde tussen de 5,5 en 6, bij HR++ tussen de 1,0 en 1,2 en bij vacuümglas tussen de 0,45 en de 0,7. HR++ is dus niet de best isolerende glassoort, maar nog steeds wel de meest gebruikte. Omdat reguliere dubbelglassoorten als HR+ en HR++ zo gangbaar zijn, zijn ze ook relatief betaalbaar. Dat is de reden dat de middelste oplossing op dit detailblad vaak uitgevoerd wordt bij vervanging, terwijl in raamhout met de oorspronkelijke afmetingen zelfs al een nog veel hogere isolatiewaarde te halen is.



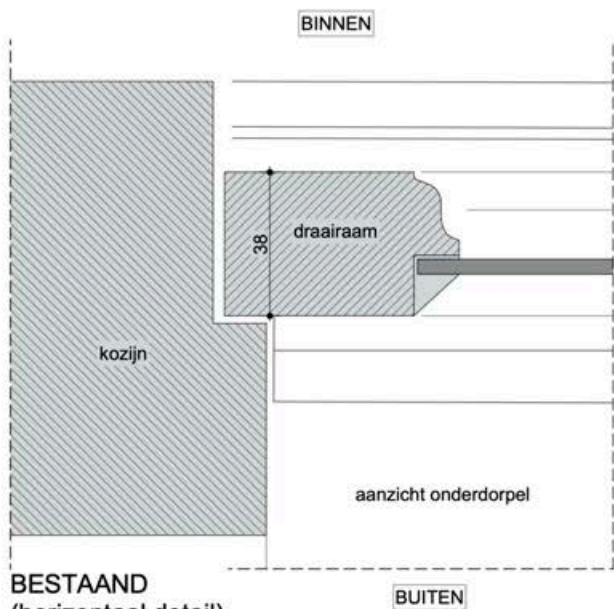
BESTAAND
(verticaal detail)



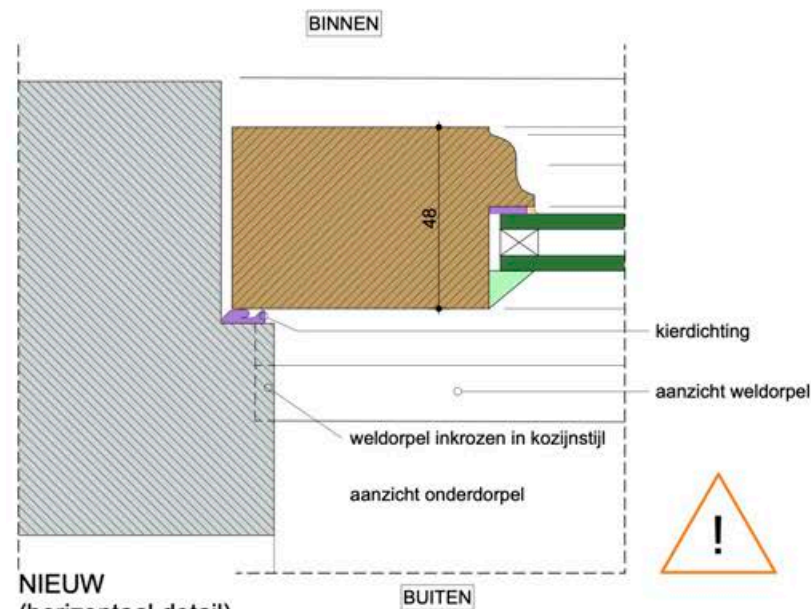
NIEUW
(verticaal detail)



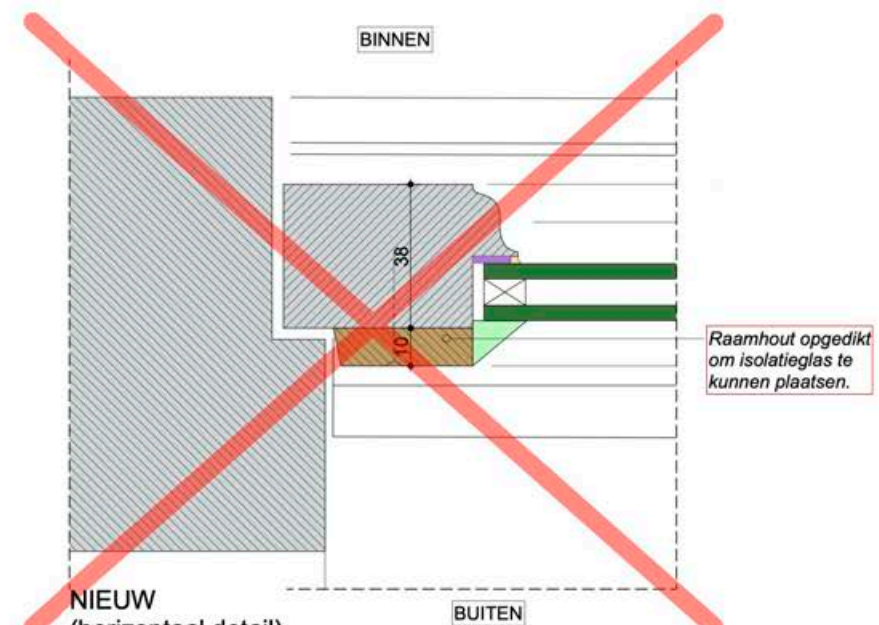
NIEUW
(verticaal detail)



BESTAAND
(horizontaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)

4.28 ALGEMENE KADERS – OPDIKKING RAAMHOUT SCHUIFRAAM

INLEIDING

In een historisch raam is dubbelglas al snel te dik en te zwaar, waardoor er voor dun isolatieglas gekozen moet worden. Als een oud raam echter technisch niet meer te handhaven is, dan valt te overwegen om de zwaarte van het raamhout net iets te vergroten zodat er meer mogelijkheden voor het plaatsen van isolatieglas zijn. Belangrijk daarbij is wel dat de historische uitstraling van het raam behouden blijft. Zeker bij een monument. Dit detailblad laat zien hoe dat kan en wat minder gewenst is.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Er is vanuit gegaan dat de bestaande situatie een schuifraam met een vast bovenlicht is. Het raam is van origine niet voorzien van kierdichting in de wisseldorpel, waar het boven- en onderraam elkaar ontmoeten.

Er zijn twee mogelijke situaties getekend, waarbij het raamhout zwaarder wordt uitgevoerd om dikker isolatieglas te kunnen plaatsen:

- In de middelste details zijn zowel het onderraam als het bovenlicht vanwege een slechte technische staat vervangen. Het raamhout van het onderraam is daarbij een centimeter dikker gemaakt. Hierdoor kan dubbelglas van 14mm dik geplaatst worden, met een isolatiewaarde vergelijkbaar met HR++. Het raam heeft zijn historische uitstraling behouden, doordat het glas is geplaatst met een stopverf vervangende kit en de glaslijn op dezelfde plek blijft, en de profilering aan de binnenzijde confo m bestaand is nagemaakt. Om het onderraam op te kunnen blijven sluiten met de beleglat, is het kozijn aan de binnenzijde ook een centimeter opgedikt.

Het bovenlicht kan niet naar binnen worden opgedikt, omdat daar het onderraam schuift. Om het aanzicht aan de buitenzijde hetzelfde te houden, is het raamhout van het vervangen bovenlicht niet dikker dan oorspronkelijk het geval was. Om die reden is een dunne isolatieglassoort gebruikt, in dit geval vacuümglas (zie voor andere dunne isolatieglassoorten de toelichting bij detailblad 4.06).

De kierdichting van het schuifraam is rondom verbeterd.

- In de rechterdetails zijn ook zowel het onderraam als het bovenlicht vanwege een slechte technische staat vervangen, maar hier is niet alleen het raamhout van het onderraam opgedikt, maar ook dat van het bovenlicht. Om zo dicht mogelijk bij het oorspronkelijke aanzicht te blijven, is het bovenlicht wel minder dik en is hier een dunner dubbelglas gebruikt. Voor het dikkere bovenlicht moet de raamspanning in het kozijn worden verbreed. Ook in deze details is de kierdichting in het raam verbeterd.

AANDACHTSPUNTEN

Bij een monument is het eerste uitgangspunt natuurlijk altijd behoud van de historische ramen als ze technisch gezien te handhaven zijn. Het vervangen van de ramen om dikker glas te kunnen plaatsen is een aantasting van de monumentale waarden en eigenlijk ook niet echt duurzaam. Als reparatie geen optie meer is, dan hebben de middelste details bij een monument de voorkeur boven de rechtse, vanwege het ongewijzigde aanzicht van buitenaf. Soms is het opdikken van het raamhout geen optie. Bijvoorbeeld als de roedes in het raam opdikken niet toelaten, omdat ze zo slank zijn dat een bredere glassponning ze te veel zou verzwakken. Of als slechts één van meerdere ramen in een ruimte zo rot is dat vervanging nodig is en een opgedikt raam van de andere zou gaan afwijken. Bij een heel monumentaal interieur kunnen de gevolgen voor de betimmeringen binnen een reden zijn om toch niet tot opdikken over te gaan.

In de details zijn bewust geen standaardafmetingen voor het vernieuwde raamhout gebruikt, maar is een beperkte dikte toegevoegd om net iets meer mogelijkheden te hebben qua glas. Vaak heeft historisch raamhout een dikte van een kleine 4cm, bijv. 38mm. Als er dan gewerkt zou worden met een nu gangbare dikte van het raamhout van 54mm of zelfs 67mm, dan komt het bovenlicht zo'n 2-3cm verder naar buiten. Dat kan al een behoorlijk verschil in aanzicht geven; er zijn schuiframen waarbij het bovenlicht dan al bijna gelijk ligt met de voorzijde van het kozijnhout. Ook heeft het verder verdikken van het onderraam tot gevolg dat de ophanging steeds excentrischer komt te zitten, waardoor het raam slechter schuift. Bij een opdikking van 10mm zit de katrol 5mm uit het midden van het raam.

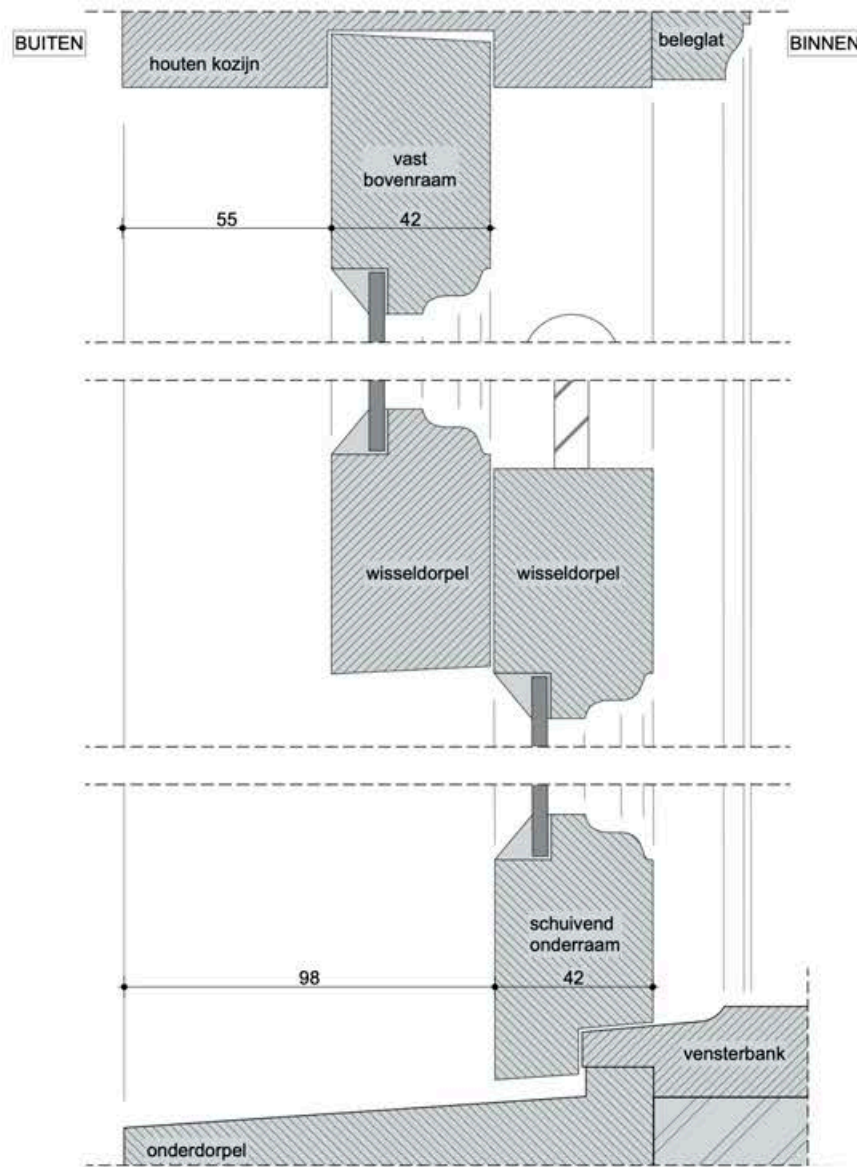
Het toepassen van verschillende soorten glas in één raam of gevel kan onverwachte en ongewenste contrasten geven. Bijvoorbeeld door verschillen in coatings en folies die het glas een kleurzweem geven, door het verschil tussen modern floatglas of ouderwets get okken glas, en door verschillende breedtes van de spouw. Het is daarom goed een testopstelling te maken waarin beide glassoorten naast elkaar te zien zijn.

Dikkere ramen met isolatieglas hebben flink meer gewicht. Als het raam moet blijven schuiven, is het nodig de contragewichten aan te passen. Zie daarvoor detailblad 4.09.

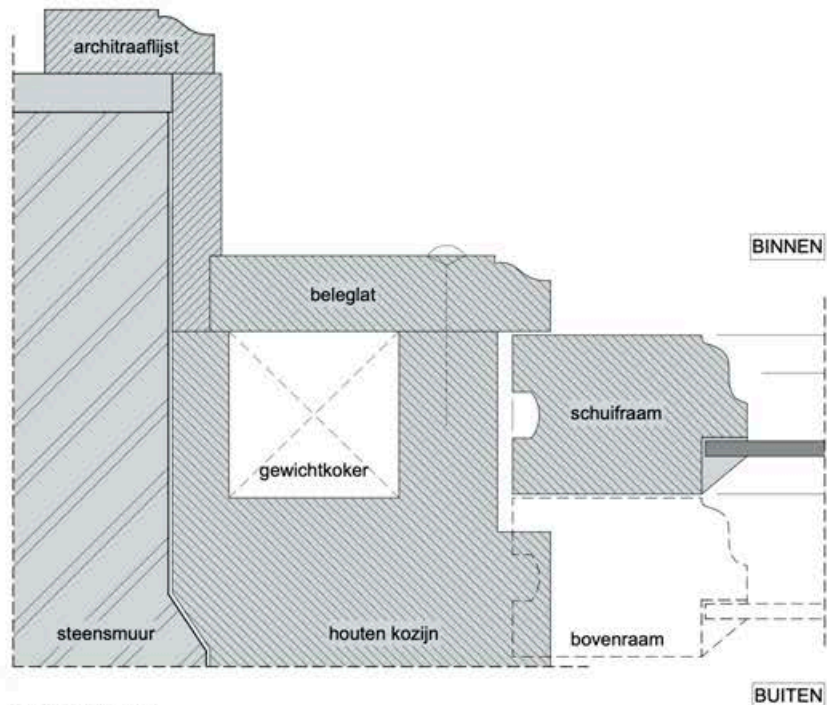
THEORIE

Het aanbrengen van isolatieglas loont. Ongeveer een derde van het energieverlies in een historisch gebouw gaat door de vensters, want glas isoleert slecht. Zelfs bij isolatieglas is het energieverlies door het glas vaak aanzienlijk groter dan dat door een gevel, een dak of een vloer. Omdat glas weinig warmteweerstand heeft, wordt daarvoor de U-waarde gebruikt die niet aangeeft hoe goed het glas de warmte tegenhoudt, maar hoe goed het glas de warmte doorgeeft. Een lagere U-waarde is dus een betere isolatiewaarde.

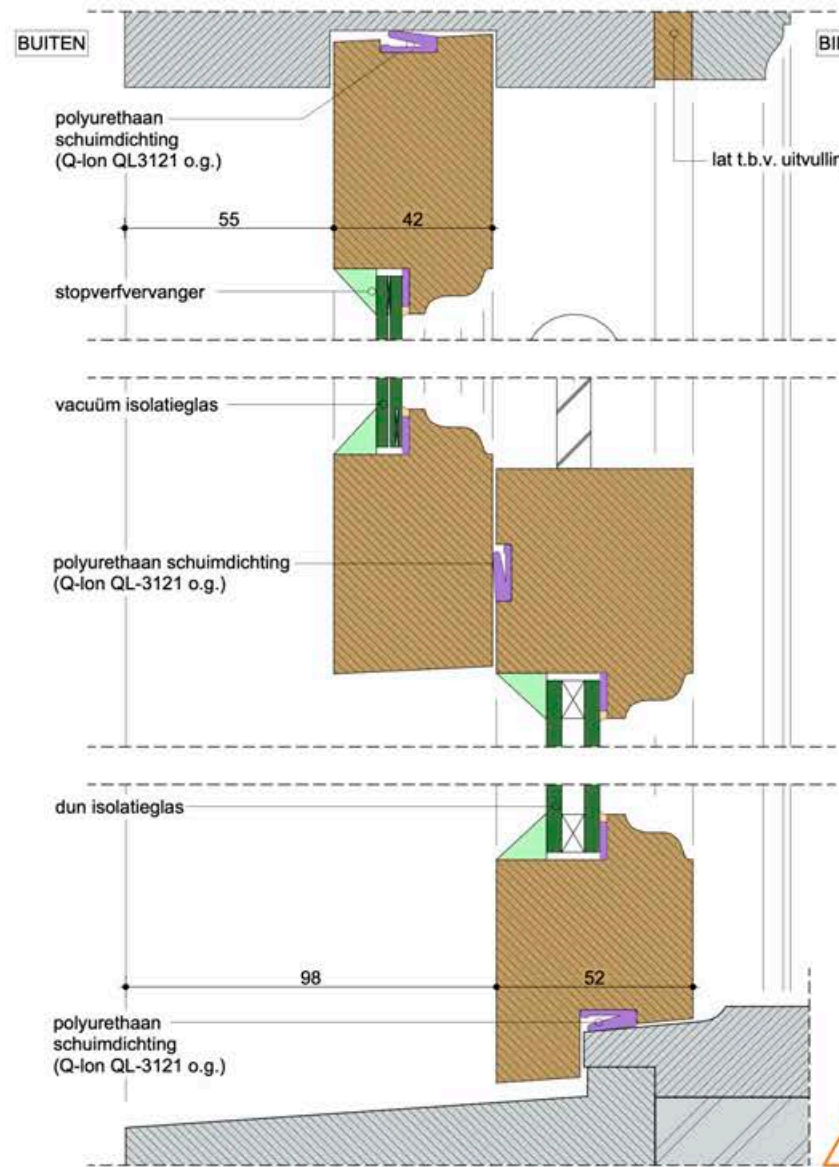
Bij enkel glas ligt de U-waarde tussen de 5,5 en 6, bij HR++ tussen de 1,0 en 1,2 en bij vacuümglas tussen de 0,45 en de 0,7. HR++ is dus niet de best isolerende glassoort, maar nog steeds wel de meest gebruikte. Omdat reguliere dubbelglassoorten als HR+ en HR++ zo gangbaar zijn, zijn ze ook relatief betaalbaar. Dat is de reden dat een verzwaring van het raamhout, zoals op dit detailblad, vaak uitgevoerd wordt bij vervanging terwijl in raamhout met de oorspronkelijke afmetingen zelfs al een nog veel hogere isolatiewaarde te halen is.



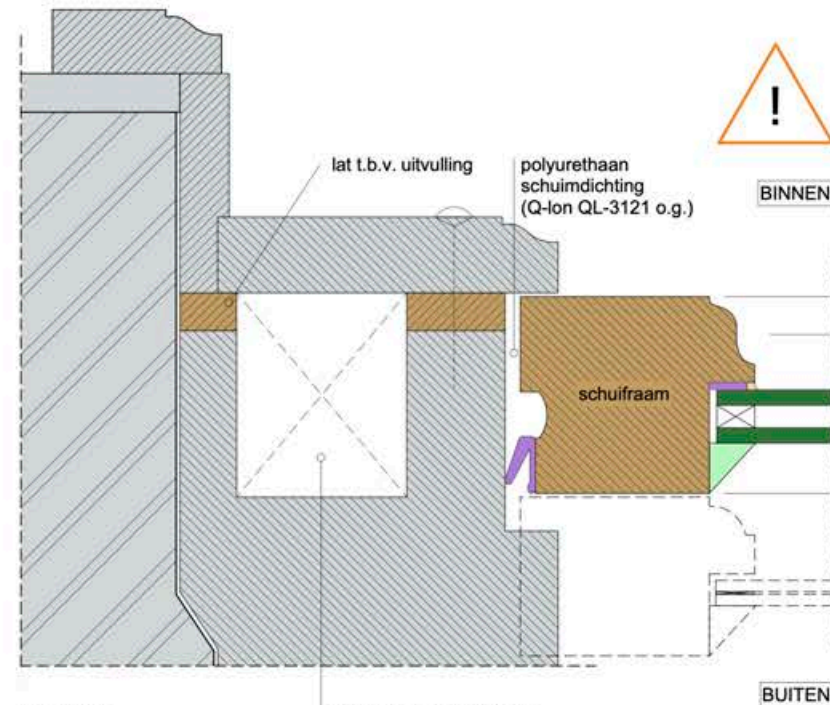
BESTAAND
(verticaal detail)



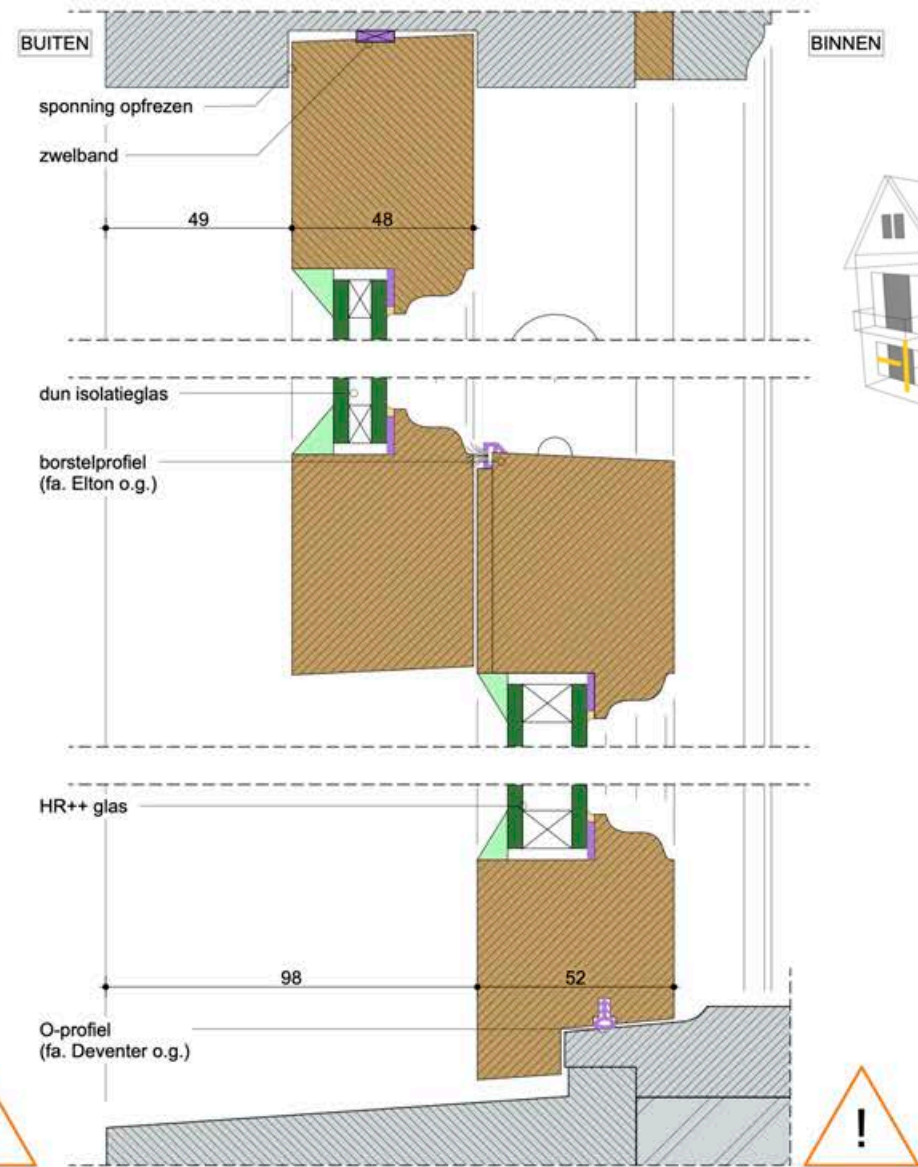
BESTAAND
(horizontaal detail)



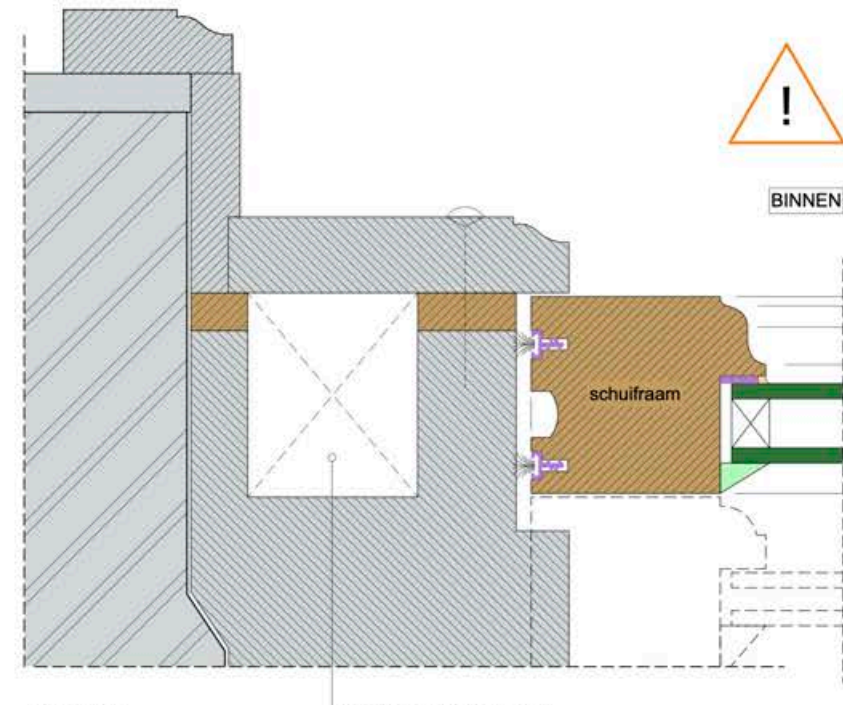
NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(horizontaal detail)

5 DAKEN

BLADNR.	BETREFT	DATUM
5.01	DAKEN ALGEMEEN - VERSCHILLENDE TYPE DAKEN	20.06.2024
5.02	DAKEN ALGEMEEN - AANDACHTSPUNTEN HELLEND WARM DAK	20.06.2024
5.03	DAKEN ALGEMEEN - AANDACHTSPUNTEN HELLEND KOUD DAK	20.06.2024
5.04	PANNENDAK - WARM DAK	20.06.2024
5.05	PANNENDAK - WARM DAK - AANSLUITINGEN	20.06.2024
5.06	PANNENDAK - WARM DAK - AANSLUITINGEN	20.06.2024
5.07	PANNENDAK - WARM DAK - AANSLUITINGEN	20.06.2024
5.08	GEBROKEN KAP - AANSLUITING KNIK	20.06.2024
5.09	PANNENDAK - KOUD DAK	20.06.2024
5.10	PANNENDAK - KOUD DAK - AANSLUITINGEN	20.06.2024
5.11	DAKEN ALGEMEEN - HITTEBESCHERMING	20.06.2024
5.12	ROEVENDAK - WARM EN KOUD DAK	20.06.2024
5.13	RIETEN DAK - WARM EN KOUD DAK	20.06.2024
5.14	LEIDAK - WARM EN KOUD DAK	20.06.2024
5.15	DAKKAPEL - BEHOUD AANZICHT	20.06.2024
5.16	DAKKAPEL - JUISTE BOUWFYSISCHE UITVOERING	20.06.2024
5.17	ROEVENDAK - ZONNEPANELEN	20.06.2024
5.18	PLAT DAK - ZONNEPANELEN	20.06.2024
5.19	HELLEND DAK - ZONNECOLLECTOR	20.06.2024

► **Afbeelding XL** Door daken gaat veel energie verloren. Zeker bij een boerderij zoals hier. Het rieten en pannendak vragen wel om een verschillende benadering.



DAKEN

5

5.01 DAKEN ALGEMEEN – VERSCHILLENDE TYPEN DAKEN

INLEIDING

De belangrijkste functie van het dak was en is om het hemelwater buiten te houden. De oudste kappen die we in Nederland hebben, zijn te herkennen aan hun steile helling waardoor het regenwater snel van het dak af liep, omdat de waterdichtheid van de dakbedekkingen waaruit gekozen kon worden minder goed was dan tegenwoordig. Het gebruik van dakbeschot was in gewone woonhuizen tot in de 19^e eeuw ongebruikelijk. Dit betekende dat van binnenuit tegen de onderzijde van de dakpannen of het riet aangekeken werd en de wind dwars door de kap heen waaide. Dat kwam de droging van kleine lekkages of naar binnen gewaaide stuifsnieuw ten goede, maar maakte de ruimte onder het dak minder aantrekkelijk als verblijfsruimte. Hier werden dan ook vaak spullen opgeslagen en/of sliep het personeel in apart afgetimmerde kamertjes.

Tegenwoordig zijn de meeste kappen al eens voorzien van dakbeschot en wordt vaak onder het dak ook gewoond. Het is dan noodzakelijk dat het dak geïsoleerd is. Belangrijk is daarbij de juiste keuzes te maken. Met een goede opbouw van de geïsoleerde dakconstructie kan het warmteverlies sterk verminderen, maar ook een snelle opwarming in de zomer worden tegengegaan. Inwendige condensatie of lekkages die lange tijd onzichtbaar blijven, moeten worden voorkomen, omdat daardoor schade aan de dakconstructie kan ontstaan (houtrot). In dit detailblad worden ter introductie op het hoofdstuk verschillende soorten daken en wijzen van isoleren op hoofdlijnen beschreven.

Voor het isoleren van het dak van een beschermd monument, op welke wijze dan ook, is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument toestemming is die nodig als er aan de buitenzijde geïsoleerd wordt, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op onder andere gevels, dakkapellen en goten).

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat de hellende daken gedekt zijn met pannen en daaronder al voorzien zijn van dakbeschot (houten planken). Het blad maakt de verschillen inzichtelijk tussen een:

- hellend en plat dak;
- sporen- en gordingenkap;
- warm, koud en omgekeerd dak.

Het eerstgenoemde onderscheid spreekt redelijk voor zich, hoewel een 'plat' dak ook een flauwe helling van minimaal 1½ cm per strekkende meter zou moeten hebben om het regenwater goed naar de hemelwaterafvoer te laten lopen. De meeste mensen denken bij een plat dak aan moderne dakbedekkingsmaterialen als bitumen of eventueel EPDM (een synthetische rubberfolie), maar platte (flauw hellende) daken met een metalen dakbedekking komen – hoewel zeer beperkt – al zeker sinds de zestiende eeuw voor.

Sporen- en gordingenkappen zijn hellende daken. Bij het eerste type lopen de balken die het dak dragen van de goot naar de nok – zoals bij het middelste detail bovenaan – en bij het tweede type lopen de balken in de lengterichting van het dak – zoals bij het middelste detail onderaan. Zeker bij ingewikkelde dakconstructies, waarbij sporen en/of gordingen nog extra ondersteund worden door spanten of gebinten, is het onderscheid door een leek moeilijk te maken. Maar voor het beeld: een rietgedekte hallenhuisboerderij heeft normaliter een sporenkap met (vrij lichte) rondhouten sporen; een rijtjeswoning uit de jaren 1930 heeft meestal een dak met gordingen die op de woningscheidende muren liggen.

Het verschil tussen een warm en koud dak is de plaats van de isolatie. Bij een warm dak wordt de isolatie op de constructie aangebracht waardoor deze warm blijft, zoals in de middelste twee details. Bij een koud dak is de isolatie aan de binnenzijde van het dak geplaatst, zoals in de linkerdetails. Meestal is een koud dak oorspronkelijk een ongeïsoleerd dak. Een omgekeerd dak komt alleen voor bij een plat dak. Hierbij wordt de isolatie later los op de dakbedekking van een oorspronkelijk ongeïsoleerd plat dak aangebracht. Om wegwaaien te voorkomen, moet op de isolatie altijd ballast worden aangebracht (grind of tegels).

AANDACHTSPUNTEN

Als de ruimte onder de kap niet gebruikt wordt, is het aanzienlijk goedkoper om de zoldervloer te isoleren, zoals op detailblad 3.08. Dit scheelt ook in het gebruik omdat het volume onder het dak niet (indirect) verwarmd wordt. Bij alle dak- en isolatievormen geldt verder dat het dak waterdicht moet zijn en dat het resultaat sterk afhankelijk is van de uitvoering. Een isolatie die goed aansluit en luchtdicht afgewerkt is, presteert aanzienlijk beter.

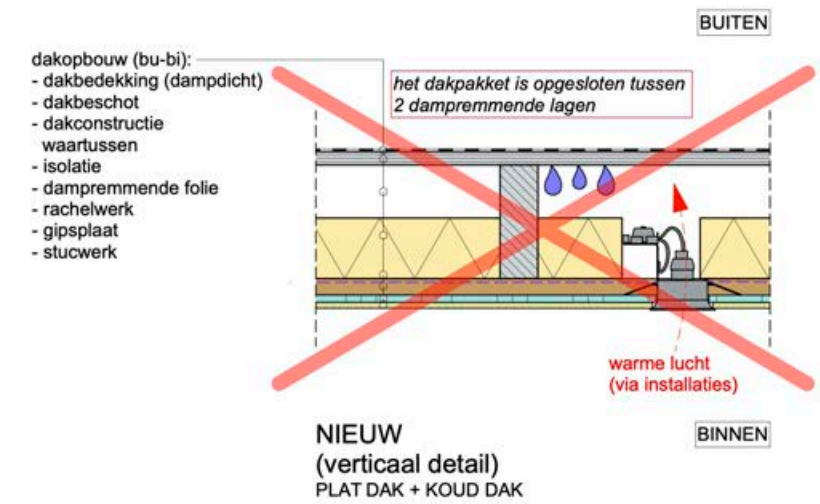
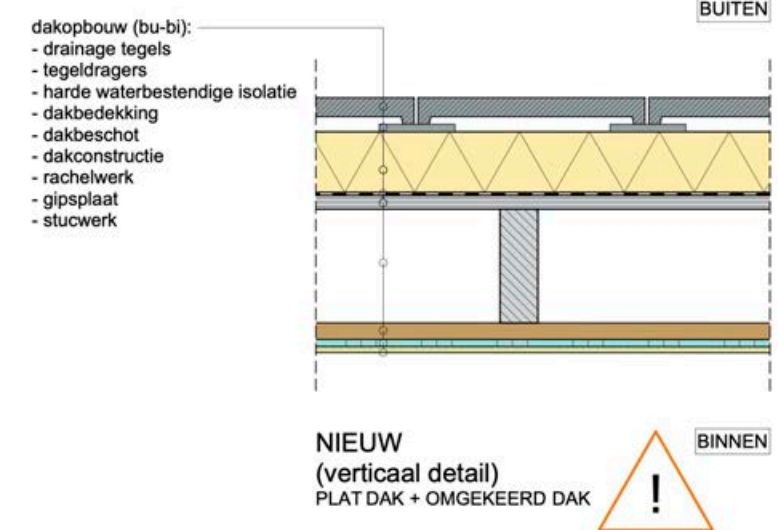
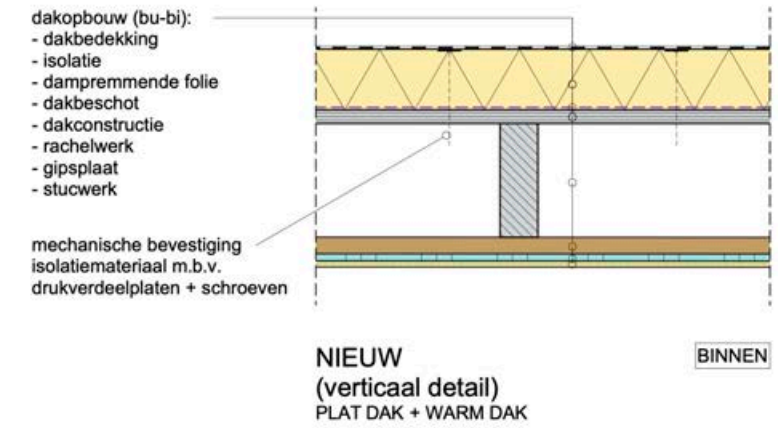
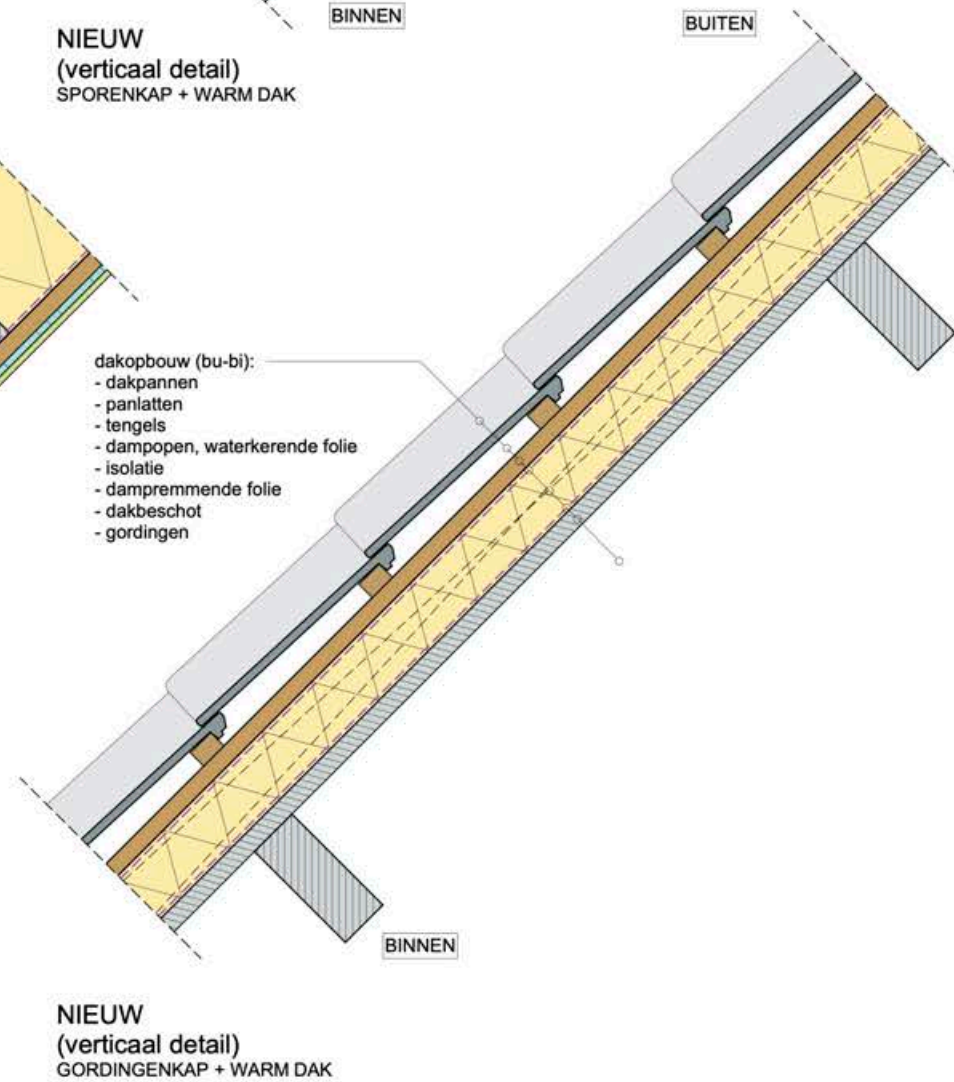
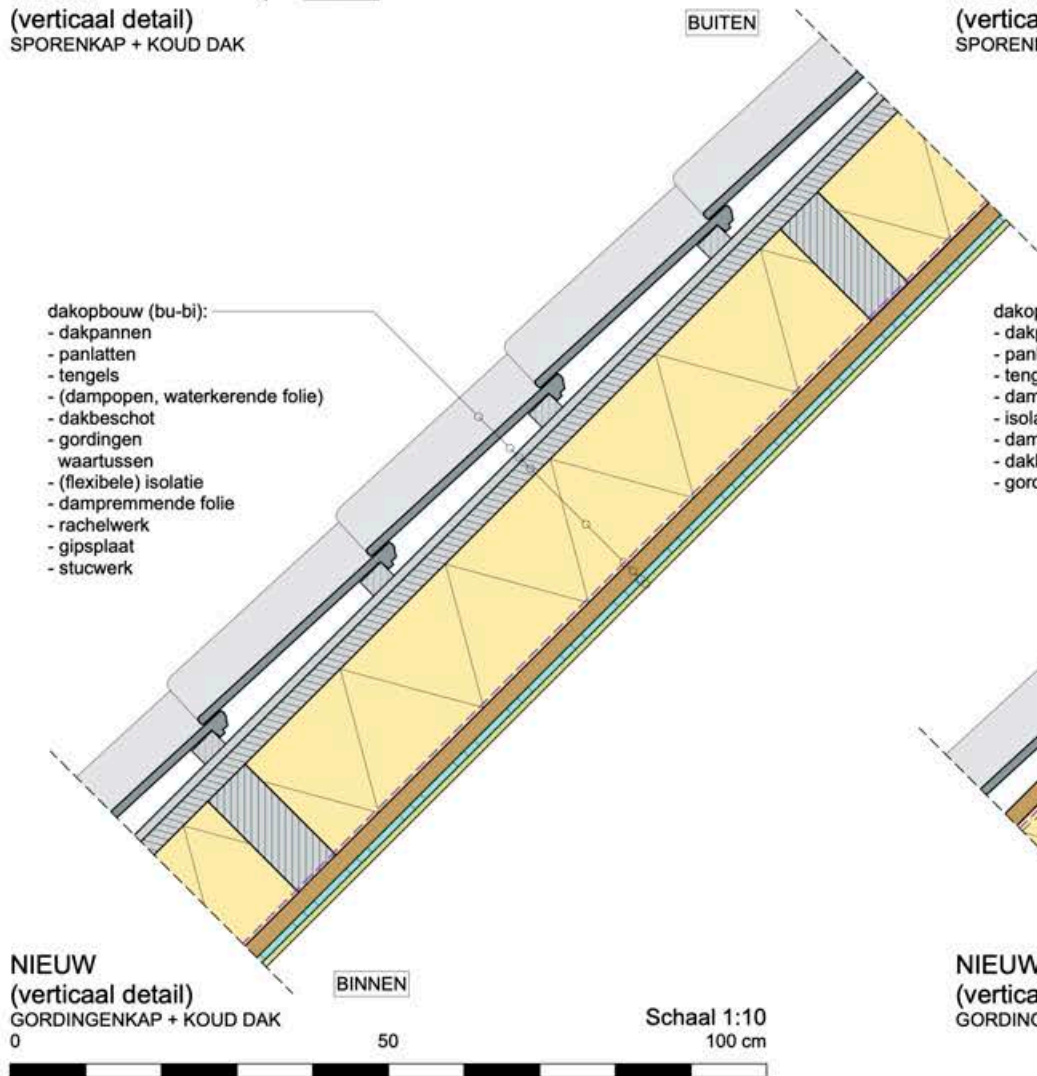
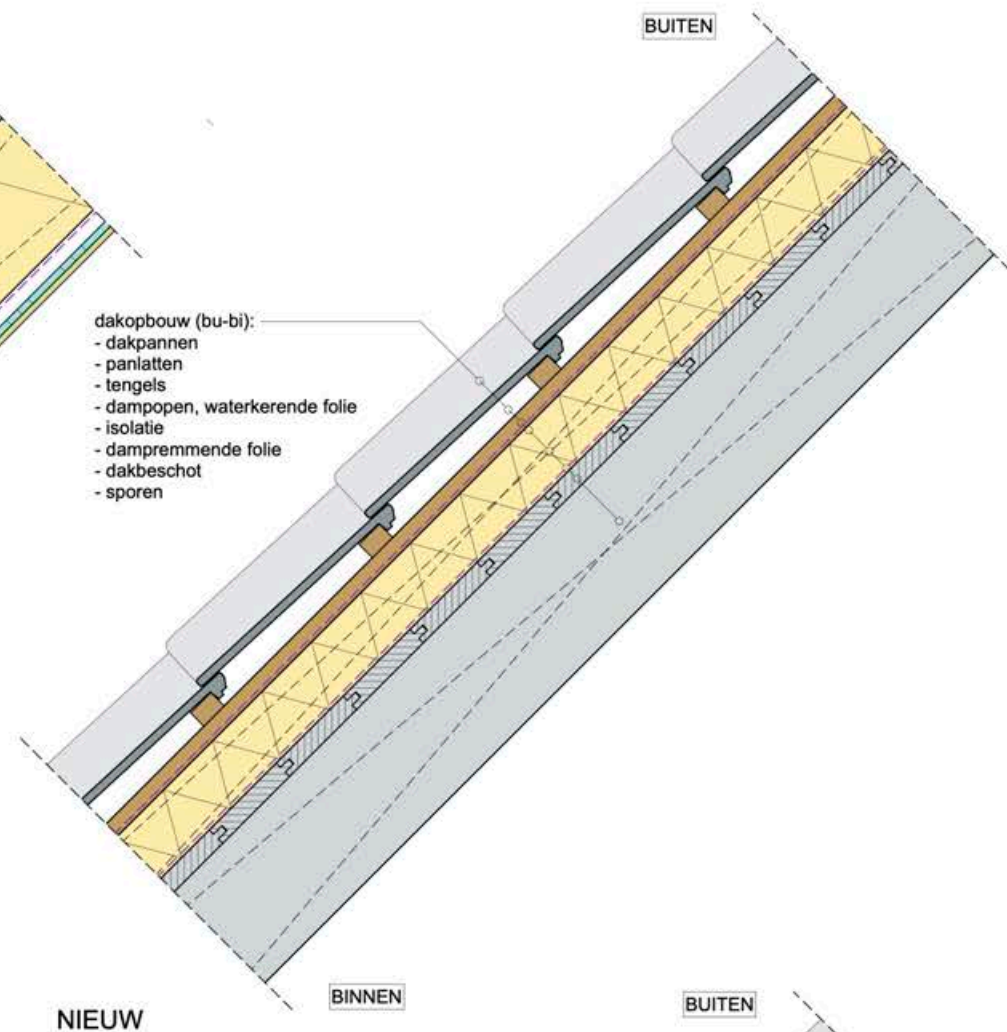
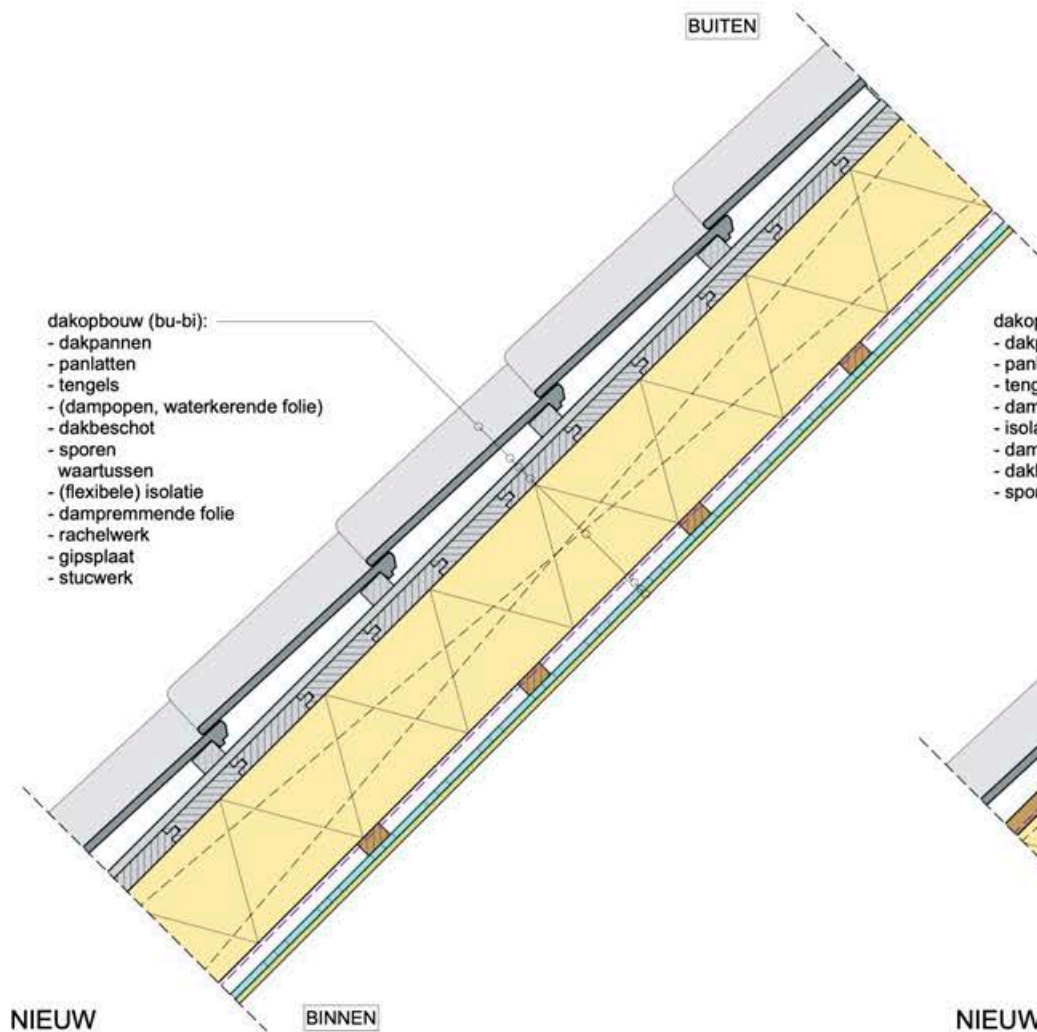
Bij c.

Voor de aandachtspunten bij koude en warme daken en hun voor- en nadelen wordt verwezen naar de detailbladen 5.02 en 5.03. Hier kan worden volstaan met de mededeling dat een koud dakconstructie bij een plat dak (zoals in het detail rechtsonder met het kruis erdoor) sterk afgeraden wordt. Een omgekeerd dak (zoals rechts in het midden) is esthetisch vaak niet zo'n fraaie oplossing die soms toch aanpassingen vraagt zoals het verhogen van de dakrand. Ook moet gekeken worden of de dakconstructie het gewicht van de ballast kan dragen. Omdat de isolatie buiten de waterkerende laag ligt, mag deze geen water kunnen opnemen. Vaak wordt drukvast XPS gebruikt.

THEORIE

Warme lucht is lichter dan koude en stijgt op. Als gevolg daarvan is een ongeïsoleerd dak één van de belangrijkste warmtelekken in een historisch pand: ongeveer een derde van de energie gaat hier verloren. Het isoleren van het dak levert dus veel op. Vaak gebeurt dat vanuit de binnenzijde. Er is dan geen dure steiger nodig en eventueel kunnen de bewoners zelf de isolatie aanbrengen, als ze met dit boek in de hand weten hoe je dat zorgvuldig doet. Warme lucht kan ook meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om bij een isolatielaag aan de binnenzijde van het dak te voorkomen dat er op het grensvlak van de isolatie en het dakbeschot condens ontstaat en mogelijk houtrot, wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een zorgvuldige uitvoering van deze folie met goede, luchtdichte aansluitingen is belangrijk om schade en een slechte prestatie van de isolatie te voorkomen.

Een dampremmende folie is een prima oplossing bij het van binnen isoleren van een hellend dak. Platte daken echter, zijn aan de buitenzijde altijd voorzien van een dakbedekking die naast waterkerend ook erg dampdicht is. Dat geldt zowel voor metalen dakbedekkingen, EPDM als bitumen. Daardoor zou de dakconstructie bij een plat koud dak worden opgesloten tussen twee dampdichte lagen. Vocht dat als gevolg van kleine lekken in de dampdichte laag in de dakconstructie kan komen – bijvoorbeeld door centraaldozen van de elektrische installatie, plafondspots of het plaatselijk stoppen van de dampremmende laag bij een dakbalk als deze laag onderdeel is van de isolatieplaat – kan er vervolgens bijna niet meer uit. Dat is een schaderisico. Daarom is het advies (en bij monumenten dikwijls een eis) om platte daken in tegenstelling tot hellende daken alleen van buitenaf te isoleren, of zo mogelijk in plaats van het dak de zoldervloer te voorzien van isolatie.



Schaal 1:10
0 50 100 cm

5.02 DAKEN ALGEMEEN – AANDACHTSPUNTEN HELLEND WARM DAK

INLEIDING

Als de dakconstructie geheel aan de warme zijde van de isolatie ligt, dan wordt gesproken over een warm dak. Voor het later aanbrengen van isolatie aan de buitenkant van een historisch dak moet eerst de dakbedekking (pannen of leien bijvoorbeeld) tijdelijk worden verwijderd. In dit detailblad wordt aan de hand van enkele ongewenste voorbeelden uitgelegd waar je op moet letten bij het maken van een warm dak en wat de voor- en nadelen zijn bij een historisch dak dat oorspronkelijk natuurlijk ongeïsoleerd was.

Voor het isoleren van het dak aan de buitenzijde is zowel bij een beschermd monument als een niet-monument toestemming van de gemeente nodig, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op onder andere gevels, dakkapellen en goten).

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat deze beschoten gordingenkap gedekt is met pannen, die eerst samen met de panlatten en tengels worden afgenomen om op het dakbeschot tussen nieuw aangebrachte, houten regels een PIR-isolatieplaat aan te kunnen brengen. Een dampopen, waterkerende folie op de isolatieplaat – zoals een spinvliesfolie – zorgt ervoor dat een eventuele regendruppel onder de pannen of bijvoorbeeld stuifsnieuw alsnog de goot in loopt. Op de folie worden nieuwe tengels en panlatten aangebracht, en hierop worden de oude of vervangende nieuwe pannen gelegd. Eventueel kunnen de pannen worden vastgezet met rvs-panhaken die in de panlatten worden vastgezet tegen opwaaien. Aan de onderzijde van het dak is bij de muurplaat zoals vaak gebeurt een luchtdichting aangebracht met purschuim. Vanuit levensduur- en milieuoverwegingen is de toepassing hier van een daarvoor geschikte, flexibele luchtdichtingstape wellicht beter.

De luchtsponw tussen de pannen en de waterkerende folie zorgt ervoor dat eventueel vocht weggeventileerd wordt en beperkt daarnaast de opwarming van de ruimte onder de kap in de zomer.

AANDACHTSPUNTEN

Een warm dak heeft bouwfysisch gezien de voorkeur boven een koud dak waarbij er geïsoleerd wordt aan de binnenzijde, maar heeft ook andere voordelen. Een mooie historische kapconstructie wordt bij een warm dak niet door isolatie aan het oog onttrokken en doordat het dak aan de binnenzijde zichtbaar blijft, kunnen lekkages eerder worden geconstateerd. De kans op lekkages is sowieso kleiner doordat bij het maken van een warm dak tegelijkertijd eigenlijk altijd een waterkerende laag wordt aangebracht onder de dakpannen en de pannen als het goed is weer keurig aaneensluitend worden herlegd.

Door een isolatielaag buiten de constructie aan te brengen, komen de pannen bij een warm dak hoger te liggen. Dat is niet altijd mogelijk en als dat wel zo is, dan is de mogelijke dikte van de isolatielaag meestal beperkt. Bij toepassing van een dikke isolatielaag wijzigt het aanzicht namelijk te veel en kunnen er aansluitingsproblemen ontstaan op gevels, dakkapellen, schoorstenen en goten. Bij het detail rechtsboven bijvoorbeeld, spuit het regenwater bij een forse regenbui over de oude goot heen die qua maat en plaatsing niet is aangepast op de nieuwe dikte van het dakpakket. Bij rijtjeswoningen is het plaatselijk wel en niet aan de buitenzijde isoleren niet erg fraai. Er ontstaan dan namelijk sprongen in het dakvlak, zoals te zien is in het detail rechtsonder. Bij monumenten en in beschermde stads- of dorpsgezichten zal in dat geval vaak gevraagd worden aan de binnenzijde te isoleren.

Door de beperkingen in de dikte van het isolatiemateriaal is met een warm dak vaak een lagere isolatiewaarde te bereiken dan met een koud dak. Een warm dak bij een historische woning is bovendien flink duurder. Dat heeft te maken met het afnemen van de pannen, de steiger die nodig is en de aansluitingen die rondom het dak wijzigen. En een warm dak maken is geen klus voor de doe-het-zelver: een dak kan niet te lang openliggen en het resultaat moet veilig zijn, de pannen moeten goed vastliggen. Mede gezien de kosten is het verstandig te kijken of het maken van een warm dak eventueel nog gecombineerd kan worden met andere werkzaamheden, bijvoorbeeld met het opnieuw schilderen van het houtwerk of het aanbrengen van zonnepanelen. Dan is er maar één keer een steiger nodig.

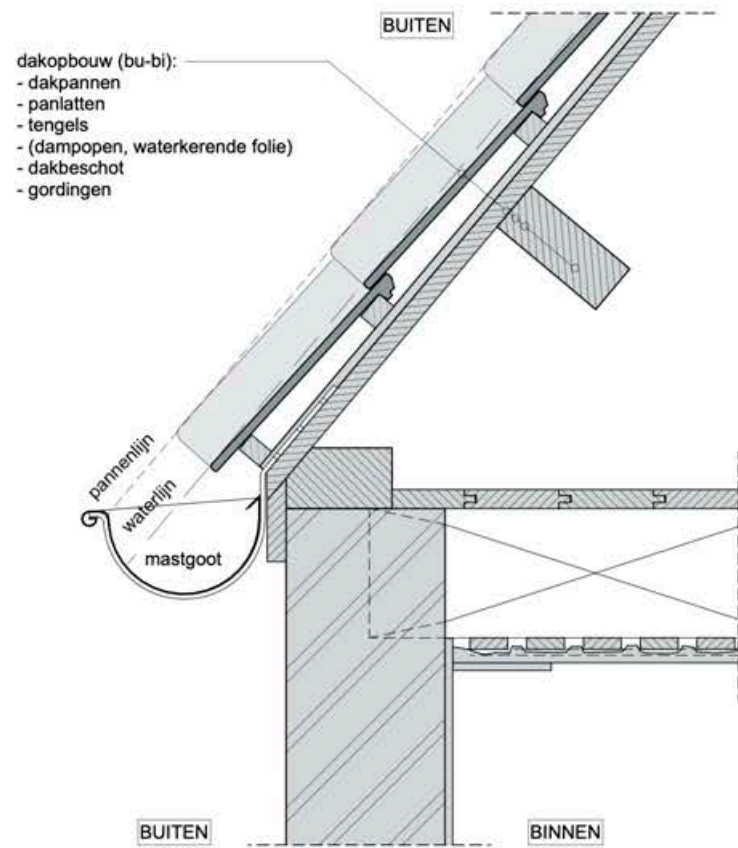
Andersom geredeneerd kan het ook juist zo zijn dat de noodzaak om het dak te renoveren de aanleiding is om te kiezen voor een warm dak. Vaak wordt bij zo'n algehele dakrenovatie voorgesteld alle dakpannen te vervangen, eventueel zelfs door een ander type. Bij monumenten is dat meestal niet wenselijk. Historische pannen hebben door hun ouderdom een andere uitstraling dan nieuwe pannen, zelfs als deze van hetzelfde type zijn. Daarom zal bij een monument eerst gevraagd worden of hergebruik van de historische pannen mogelijk is. Dat is ook nog eens duurzamer, want de productie van een dakpan vraagt veel energie. De sector hanteert de volgende criteria voor een zinvol hergebruik: als de pannen helder klinken, de neuzen voor het ophangen aan de panlatten voldoende gaaf zijn en de onderzijde niet afschilfert of verkrumelt – dan mag ervan uitgegaan worden dat de pannen nog voldoende levensduur hebben.

Veel oudere monumenten zijn gedekt met oude holle pannen. Dit oude pantype geeft het dakvlak een mooi levendig aanzicht, maar ze sluiten wel wat minder goed af voor zonlicht en regen. Daarom is het zeker bij deze pannen aan te raden om voor de waterkerende folie een uv-bestendige soort te kiezen. Met betrekking tot de hierboven genoemde panhaken is het goed om te weten dat ze de pannen goed op hun plaats houden, maar dat dat ook een nadeel kan zijn bij het onderhoud aan een dak. De pannen laten zich namelijk slechter tijdelijk even omhoogschuiven, waardoor over de panlatten omhooggeklommen kan worden.

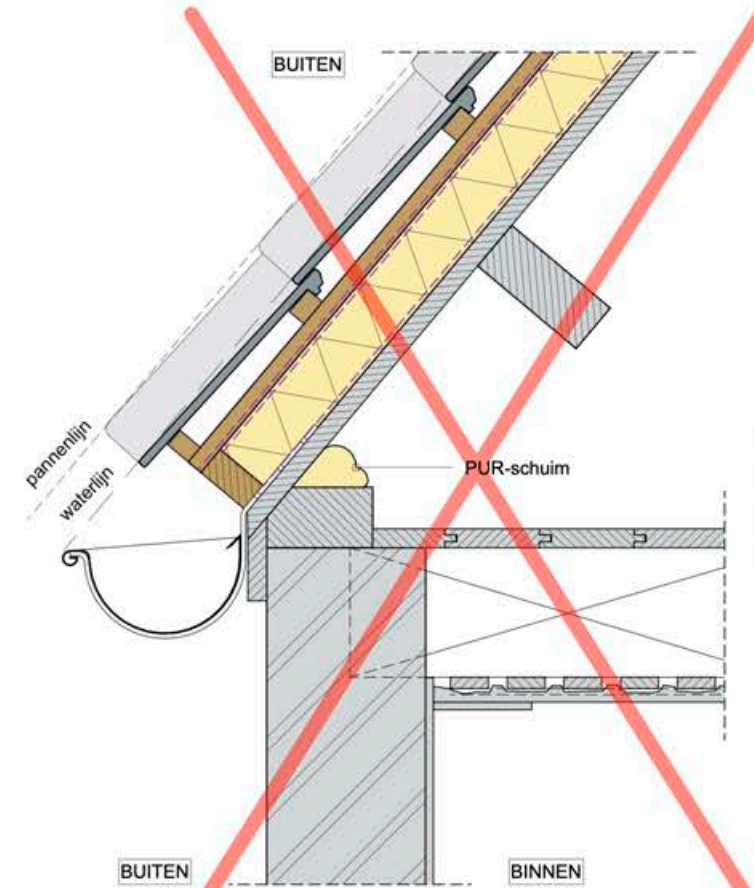
Voor verdere aandachtspunten en aansluitingen bij een warm dak wordt verwezen naar de detailbladen 5.04 t/m 5.07.

THEORIE

In een wintersituatie zit er normaal gesproken meer waterdamp in de warme binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stroomt er in de winter waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Bij een warm dak is de kans op schade aan de houtconstructie door condensatie van die waterdamp op koude plekken in de constructie kleiner dan bij een koud dak. Als er namelijk condensatie optreedt, dan zal dat nabij het grensvlak tussen de isolatie en het buitenklimaat zijn en hier kan de ventilatie onder de pannen het condenswater gemakkelijk afvoeren. Ook is het bij een warm dak ten opzichte van een koud dak gemakkelijker de isolatielaag ononderbroken door te laten lopen, waardoor er minder koudebruggen ontstaan. De woningscheidende muur in het detail rechtsonder is bijvoorbeeld zo'n koudebrug als er aan de binnenzijde zou worden geïsoleerd. Als beide woningen echter van een warm dak zouden worden voorzien, dan ligt deze muur geheel binnen de isolatielaag.

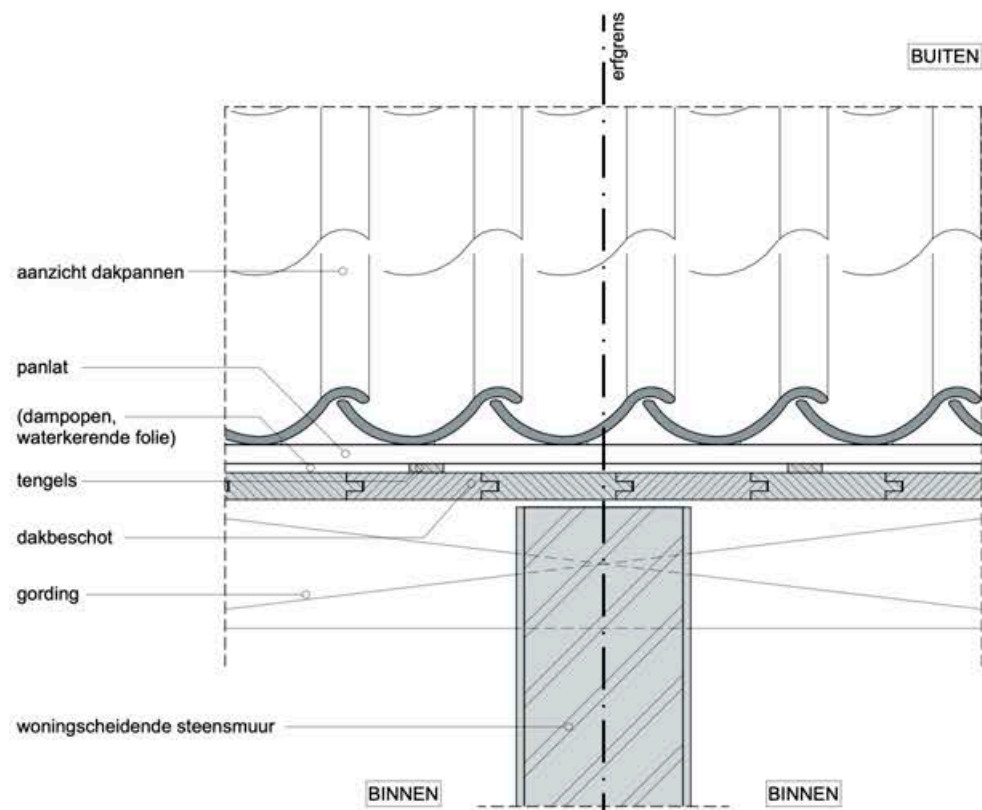
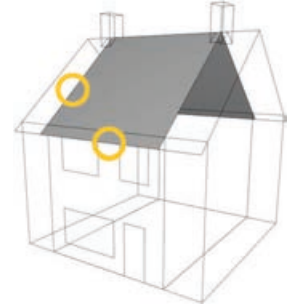


BESTAAND
(verticaal detail)

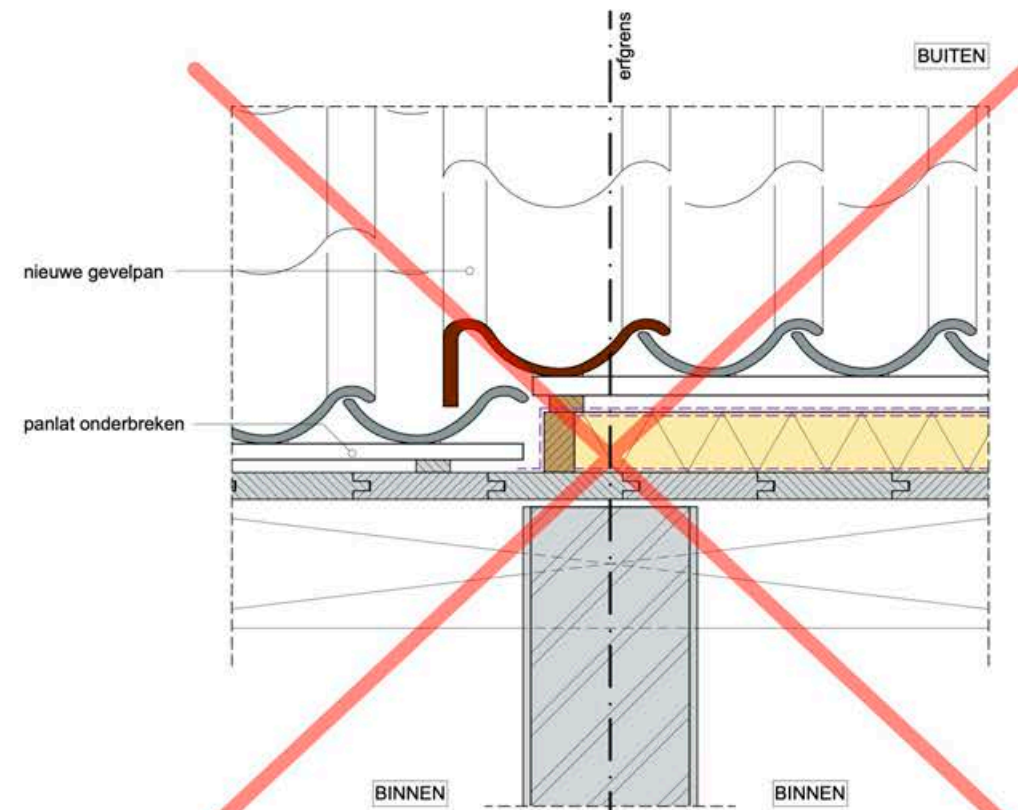


NIEUW
(verticaal detail)

Door het aanbrengen van isolatie aan de buitenzijde van het dak, wordt het dak dermate dik dat zonder aanpassingen aan de goot de water- en de pannenlijn niet meer hierin uitkomen.



BESTAAND
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)

Door het plaatselijk wel en niet aanbrengen van isolatie bij een 2-onder-1-kapwoning of een rijwoning, ontstaat er een sprong in het dakvlak.





▲ **Afbeelding XLII** Als over meerdere huizen doorlopende kappen aan de buitenzijde worden geïsoleerd en woningen niet mee doen, dan ontstaan er ongewenste sprongen in het dakvlak.

► **Afbeelding XLIII** Als over meerdere huizen doorlopende kappen aan de buitenzijde worden geïsoleerd en woningen niet mee doen, dan ontstaan er ongewenste sprongen in het dakvlak.

◀ **Afbeelding XLI** Als meerdere huizen tegelijk gebouwd zijn en een kap delen, zoals hier in de Arnhemse wijk Klarendal, dan is het belangrijk dat verduurzamingsingrepen aan de buitenzijde gezamenlijk genomen worden.



5.03 DAKEN ALGEMEEN – AANDACHTSPUNTEN HELLEND KOUD DAK

INLEIDING

Bij een koud dak zit de isolatie aan de binnenzijde van het dak. Vaak kun je daar als bewoner goed bij en zijn er weinig hulpmiddelen nodig om hier te isoleren. Dat maakt het isoleren van een dak aan de binnenzijde een aantrekkelijke en betaalbare doe-het-zelfklus. De kans op schade aan de dakconstructie is echter wel groter dan bij een warm dak, waarbij de isolatie bovenop de constructie ligt. Het is daarom belangrijk dat je weet wat je doet. Op dit detailblad komt aan de orde wat de voor- en nadelen zijn van een koud dak en wordt aan de hand van enkele ongewenste voorbeelden uitgelegd waar je op moet letten.

Voor het isoleren van het dak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat deze sporenkap beschoten en gedekt met pannen is. Eventueel kan onder de pannen in het verleden al eens een (dampopen) waterkerende folie zijn aangebracht. De bestaande bakgoot geeft weinig ruimte voor een verhoging van het dak en wellicht mede daarom is gekozen voor isolatie aan de binnenzijde. In de onderste twee details is bovendien tegelijkertijd aan de binnenzijde een geïsoleerde voorzetwand tegen de gevel geplaatst: in dit geval een dampopen, capillair actief systeem, bijvoorbeeld een houtvezelplaat (zie hiervoor o.a. detailblad 3.04). Er zijn drie verschillende manieren getekend waarop het dak aan de binnenzijde is geïsoleerd, maar waaraan aandachtspunten verbonden zijn. Het gaat om een opbouw waarbij tussen de sporen geïsoleerd is:

- met een harde isolatieplaat waarbij de dampremmende laag onderdeel is van de plaat (een zogenaamde 'caching'), en waarbij tussen de isolatie en het dakbeschot een luchtspouw is opengehouden (rechtsboven);
- door houtvezelisolatie achter een klimaatfolie in te blazen (linksonder);
- met een dampopen isolatie, in dit geval met vlas, zonder folies (rechtsonder).

Op de detailbladen 5.09 t/m 5.11 zijn meer voorbeelden van goede opbouwen te zien waarbij middels het principe van een koud dak is geïsoleerd.

AANDACHTSPUNTEN

De voordelen van een koud dak zijn ten opzichte van een warm dak dat de kostprijs relatief veel lager is en de isolatiewaarde vaak hoger omdat de isolatie dikker kan zijn. Wel gaat natuurlijk iets van de ruimte onder de kap verloren. Een voorwaarde is voor het binnen aanbrengen van isolatie is dat het dak in goede staat is. Als er al een lekkage is, dan zal die op termijn onvermijdelijk tot schade aan de constructie door houtrot leiden en dat wordt pas laat duidelijk doordat de isolatie en afwerking dit proces aan het oog onttrekken. Isolatiesoorten die water opnemen, zullen als ze vochtig zijn bovendien slecht presteren.

Af en toe komt het voor dat de buitenzijde van het dak een dampremmend karakter heeft, bijvoorbeeld doordat er onder de pannen een bitumenlaag of dampdichte (eventueel isolerende, dunne multi-) folie is aangebracht of het dakbeschot bestaat uit een plaatmateriaal dat geen vocht doorlaat. Isolatie aan de binnenzijde van het dak wordt dan sterk afgeraden om te voorkomen dat het dak wordt opgesloten tussen twee dampdichte lagen.

Als een heel waardevolle dakconstructie in het zicht moet blijven, zoals een monumentale middeleeuwse sporenkap, is het isoleren van een dak aan de binnenzijde niet mogelijk. Bij de getekende isolatievarianten zijn de volgende opmerkingen te maken:

Bij a.

Regelmatig wordt ervoor gekozen tussen de isolatie en het dakbeschot een luchtspouw te maken, eventueel met als doel om hier eventueel vocht weg te kunnen ventileren. Soms is dat inderdaad de beste oplossing, maar vaak valt de ventilatie in zo'n spouw nogal tegen. Om goed te kunnen ventileren zijn eigenlijk gaten in het dakbeschot nodig – een potentiële lekkageplek – en als er al een waterkerende folie aan de buitenzijde ligt fungeert die ook gelijk als windstopper. Daarom is het in de meeste gevallen beter de ruimte tussen de afwerking aan de binnenzijde en het dakbeschot helemaal op te vullen met isolatie. Warme binnenlucht kan dan niet achter de isolatie langs stromen en daar vocht afzetten, de isolatiewaarde is vanwege de dikkere isolatielaag groter en de isolatie presteert ook beter doordat er minder kans is op vocht en tocht.

Bij b.

Door in te blazen kan een goede, naadloze isolatie bereikt worden. Als bovendien een wat zwaardere vorm van isolatie wordt gebruikt, dan kan ook de opwarming van de ruimte onder de kap worden vertraagd (zie daarvoor verder detailblad 5.11). Het inblazen van isolatie is wel een klus voor specialisten om te voorkomen dat er te veel of te weinig materiaal wordt ingeblazen – met een verlaagde isolatiewaarde of inzakken tot gevolg – en/of het isolatiemateriaal op ongewenste plekken komt. De aansluitingen van het dakschild op bijvoorbeeld bouwmuren en vloeren zullen goed moeten worden afgedicht, en er zal een vorm van dakbeschot aanwezig moeten zijn. Ook moet er een damprem worden toegepast; in dit geval is een klimaatfolie getekend die vaak wordt gebruikt in combinatie met een houtvezelisolatie.

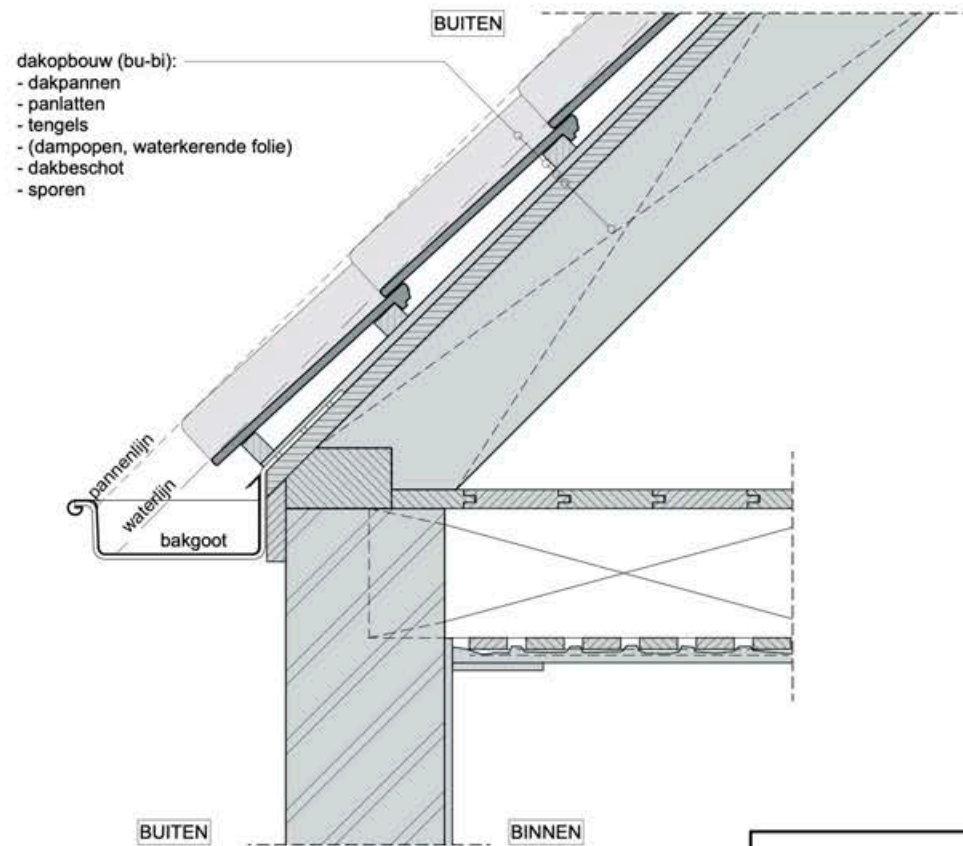
Bij c.

Als de gevels met een dampopen capillair actief systeem worden geïsoleerd, lijkt het logisch die benadering in de kap door te zetten. Hout is echter gevoeliger voor aantasting door het vocht dat op het grensvlak van de isolatie en de buitenschil zal ontstaan dan steen. Het volledig dampopen isoleren van kappen wordt daarom afgeraden, ook met natuurlijke materialen.

THEORIE

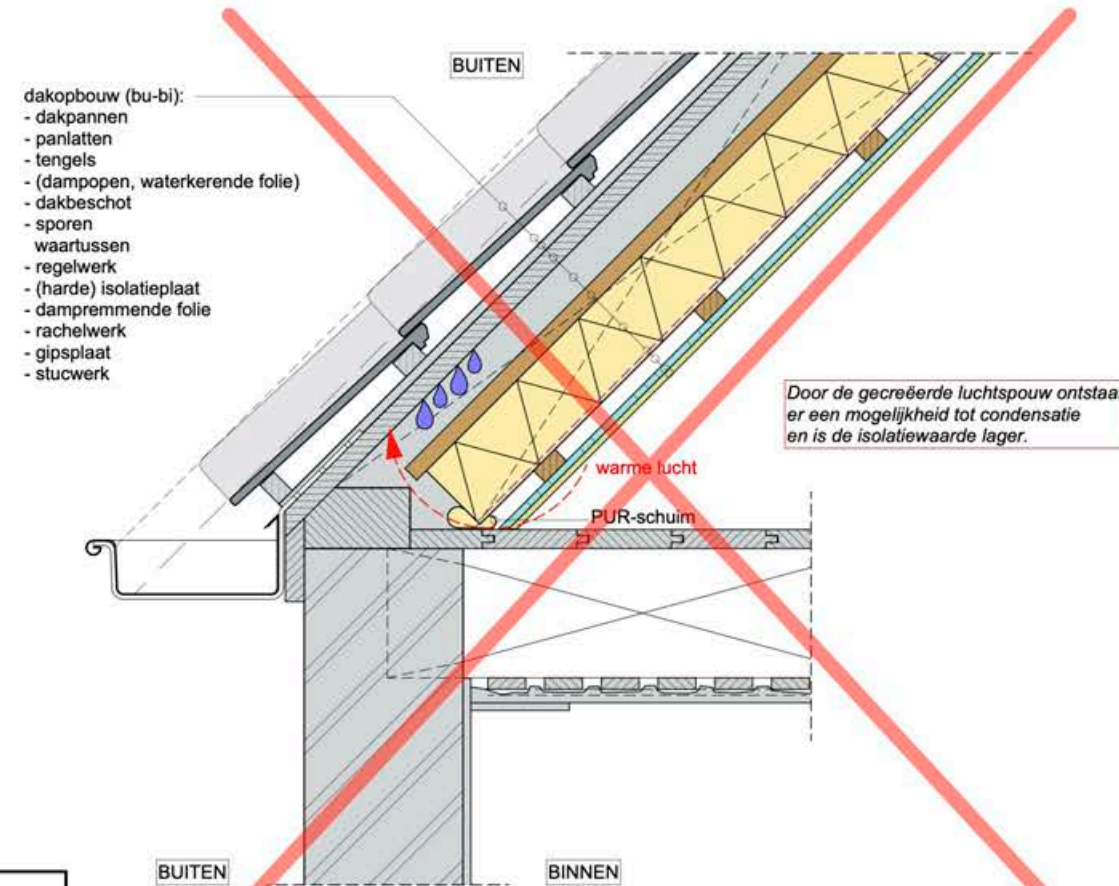
Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen.

Zonder de toepassing van een dampremmende folie zou daarom op het grensvlak van de isolatie en het dakbeschot condens ontstaan dat het dakbeschot dwars op de richting van zijn houtvezels slecht verder kan buiten kan afvoeren. Daardoor bestaat het risico op houtrot aan de kapconstructie, ook bij natuurlijke materialen die (wat) vocht kunnen opnemen. Een zorgvuldige uitvoering van de dampremmende folie, met goede, luchtdichte aansluitingen is belangrijk om schade en een slechte prestatie van de isolatie te voorkomen.

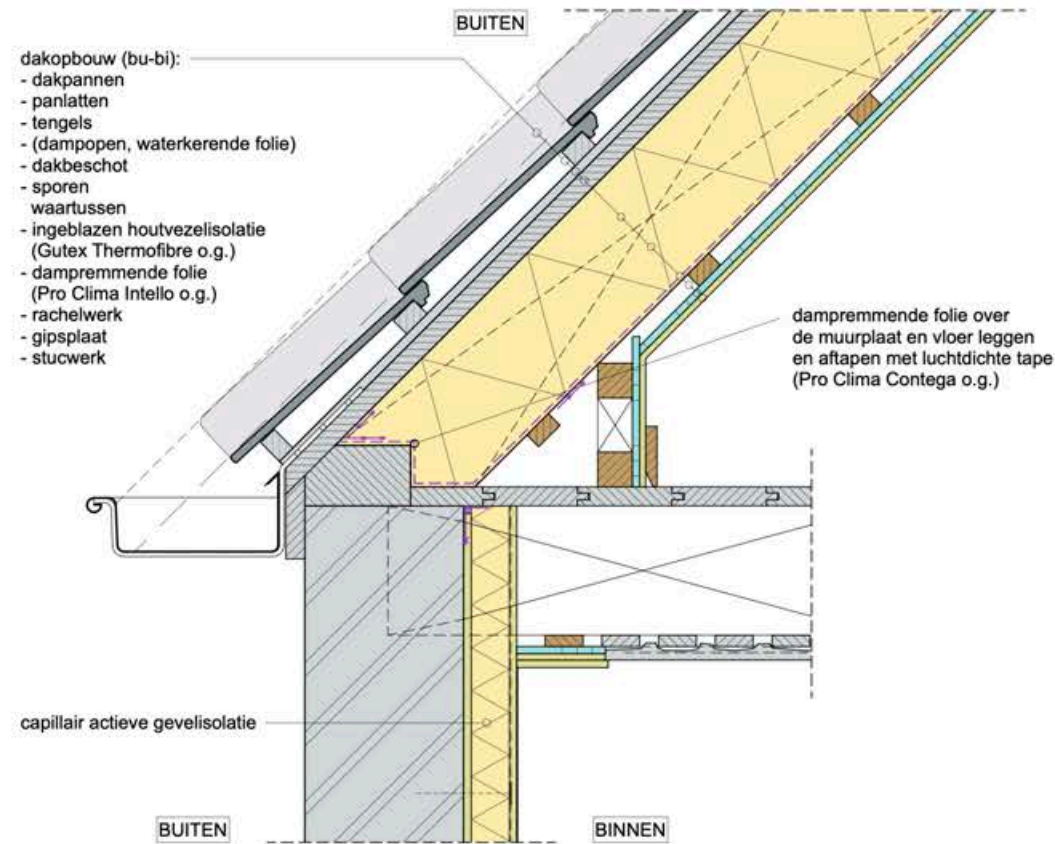


BESTAAND
(verticaal detail)

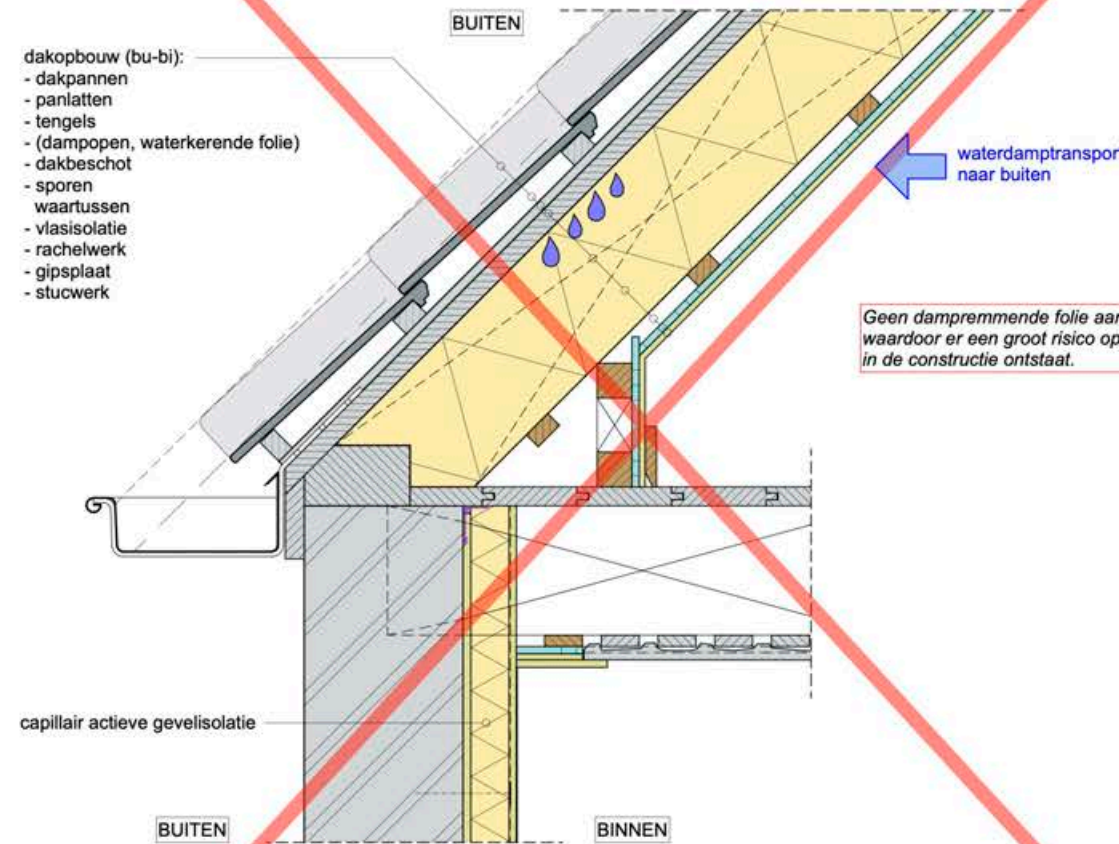
geen dampopen isolatiesysteem in daken toepassen!



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)

5.04 PANNENDAK – WARM DAK

INLEIDING

Dakpannen zijn de meest voorkomende dakbedekking op een historische kap. Een pannendak heeft een lange levensduur en combineert een goede waterdichtheid met een goede ventilatie. Dat pannendaken altijd hellende daken zijn, maakt ze minder kwetsbaar voor lekkage dan (bijna) platte daken, zelfs bij stortbuien. Historische pannendaken zijn van origine niet geïsoleerd en als ze worden voorzien worden isolatie, dan zijn daarvoor twee mogelijkheden: aan de binnenzijde, of aan de buitenzijde. Als de isolatie aan de buitenzijde wordt aangebracht, dus direct onder de pannen, dan wordt de dakconstructie warm gehouden wordt door de isolatie en wordt gesproken over een warm dak. De beperkt mogelijke dikte van de isolatielaag is een aandachtspunt bij warme daken. Op dit detailblad worden twee oplossingen getoond die vaak te realiseren zijn bij pannendaken, omdat de gebruikte isolatiematerialen vrij dun zijn.

Voor het isoleren van het dak aan de buitenzijde is zowel bij een beschermd monument als een niet-monument toestemming van de gemeente nodig, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op onder andere gevels en goten).

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat deze beschoten gordingenkap gedekt is met pannen, die eerst samen met de panlatten en tengels worden afgenomen.

In de middelste details zijn vervolgens op het beschot regels vastgeschroefd met dezelfde dikte als de isolatieplaat die ertussen wordt geplaatst. Bij de keuze voor de dikte is rekening gehouden met de pannenlijn, die binnen de bakgoot moet blijven vallen. Omdat de plaat daardoor vrij dun moet zijn, is er gekozen voor PIR. Ten opzichte van veel andere isolatiematerialen geleidt dit materiaal warmte nog iets minder goed, waardoor in een relatief geringe dikte toch een behoorlijke isolatiewaarde bereikt kan worden. Een dampopen, waterkerende folie op de isolatieplaat zorgt ervoor dat een eventuele regen- of condensdruppel onder de pannen of bijvoorbeeld stuifsnieuw alsnog de goot in loopt. In dit detail is de gekozen folie ook uv-bestendig. Dat is extra van belang als de gebruikte dakpan een oude holle pan is die minder goed aansluit en dus zonlicht doorlaat. Op de folie worden nieuwe tengels en panlatten aangebracht, en hierop worden de oude of vervangende nieuwe pannen gelegd. Aan de onderzijde is een luchtdichting aangebracht met een daarvoor geschikte, flexibele luchtdichtingstape. Eventueel kunnen in plaats van isolatieplaten ook isolatiepanelen met opgelijmde tengels worden gebruikt, die direct op het dakbeschot komen te liggen. Daarmee loopt de isolatielaag ononderbroken door.

De rechterdetails gaan uit van de toepassing van een meerlaags reflecte ende folie, ook wel een multifolie genoemd. Die wordt vanaf de dakvoet, nadat er eerst onderaan een strook EPDM-folie op het dakbeschot is vastgezet, in horizontale banen en dakpansgewijs naar boven toe aangebracht. De banen worden onderling aan elkaar getapet, en ook de kopse kanten worden met een tape dicht geplakt. Over de multifolie is een uv-bestendige, waterkerende folie aangebracht om te voorkomen dat de multifolie te snel verouderd door invallend zonlicht onder dakpannen die minder goed afsluiten, zoals de oude holle pan. Omdat de multifolie opbolt, zijn onder de panlat extra hoge tengels gebruikt, zodat tussen de folie en de panlat in ieder geval een 2cm brede, geventileerde luchtsponw overblijft en hemelwater onder de pannen toch gewoon de goot in loopt. Aan de onderzijde is een luchtdichting aangebracht met speciale tape.

AANDACHTSPUNTEN

Door een isolatielaag buiten de constructie aan te brengen, komen de pannen bij een warm dak hoger te liggen. Dat is niet altijd mogelijk of wenselijk. Hier ligt de pannenlijn nog binnen de goot, maar er zijn mogelijk andere aansluitingen (zie ook de detailbladen 5.02 en 5.05 t/m 5.07) die een warm dak toch niet mogelijk maken. Bij monumenten en in beschermde stads- of dorpsgezichten is het goed om samen met de gemeente te kijken wat de consequenties zijn.

Vlakke platen zoals een PIR-plaat zijn slecht te combineren met een dak dat onder invloed van langdurige belasting – soms vele eeuwen – op een heel karakteristieke wijze is vervormd. Als het wenselijk is doorzakkingen in het historische dakvlak te behouden en een koud dak niet mogelijk is, dan kan dan beter worden gewerkt met een flexibel materiaal zoals de ook getekende multifolie

Multifolies zijn er in vele soorten en ze kunnen op verschillende manieren verwerkt worden. Soms wordt er tussen het dakbeschot en de folie ook een luchtsponw toegepast om de isolatiewaarde te vergroten. Het is dan wel van belang dat buitenlucht niet in deze sponw kan binnenstromen omdat dat de isolatiewaarde juist weer zou verkleinen. Op dit detailblad is niet gekozen voor een luchtsponw om de dikte van de isolatielaag beperkt te houden. Een nadeel van multifolies is dat ze plaatselijk worden samengeperst door de latten waarop de dakpannen zijn aangebracht. Hier is de isolatiewaarde zeer beperkt en is feitelijk sprake van een koudebrug. Om te voorkomen dat bij het eventueel later isoleren aan de binnenzijde van de kap – bijvoorbeeld door een nieuwe bewoner – de dakconstructie opgesloten raakt tussen twee dampremmende lagen, wordt geadviseerd onder de pannen een dampopen multifolie toe te passen.

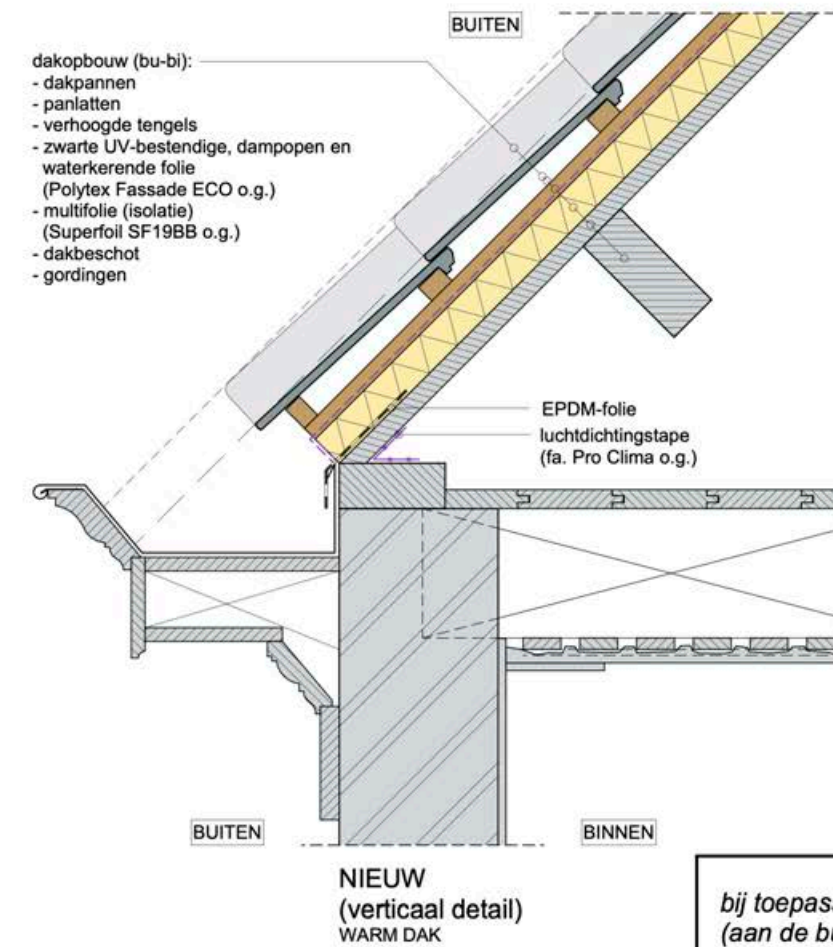
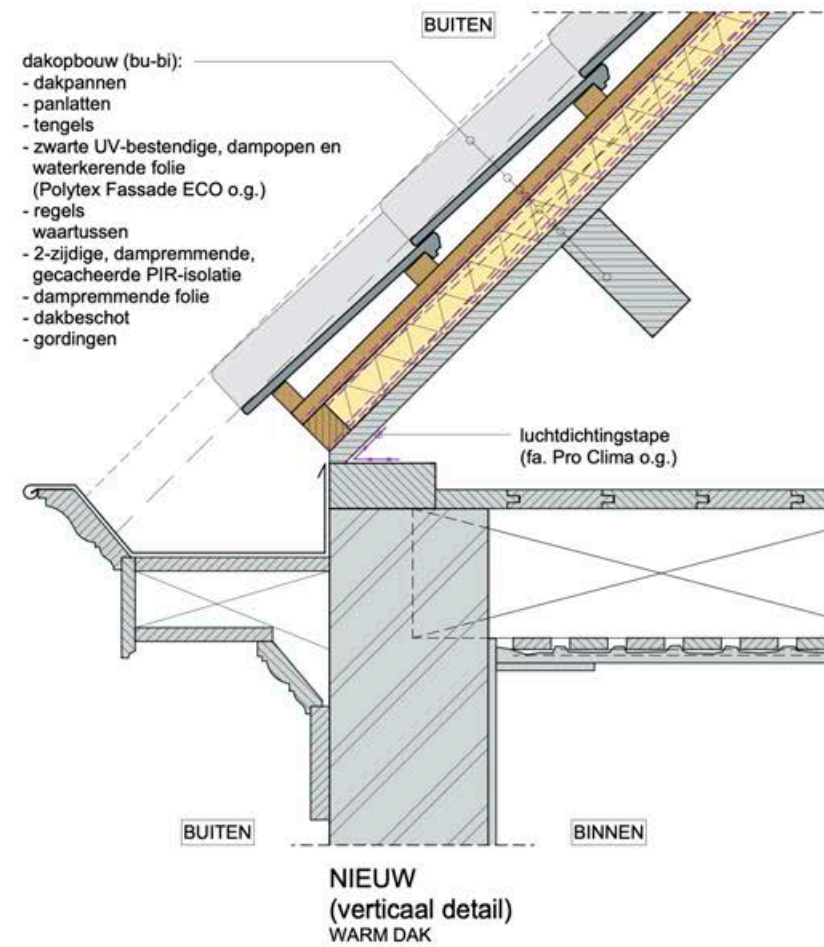
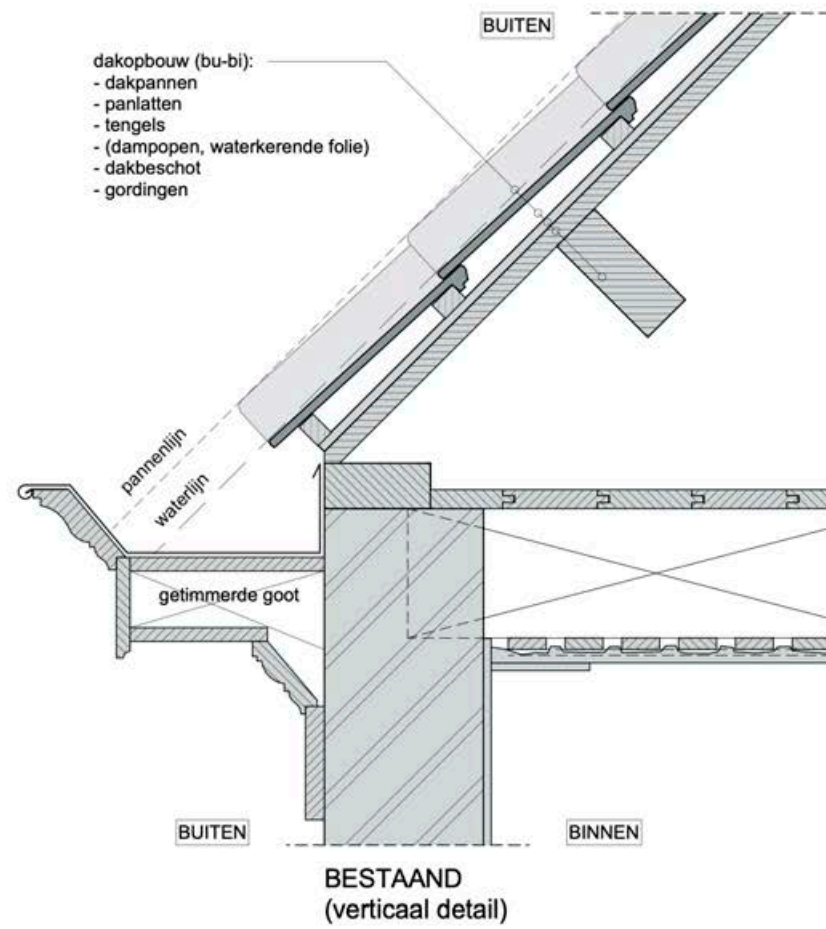
Vaak wordt bij het isoleren aan de buitenzijde voorgesteld alle dakpannen te vervangen, eventueel zelfs door een ander type. Bij monumenten is dat meestal niet wenselijk. Historische pannen hebben door hun ouderdom een andere uitstraling dan nieuwe pannen, zelfs als deze van hetzelfde type zijn. Daarom zal bij een monument eerst gevraagd worden of hergebruik van de historische pannen mogelijk is. Dat is ook nog eens duurzamer, want de productie van een dakpan vraagt veel energie. De sector hanteert de volgende criteria voor een zinvol hergebruik: als de pannen helder klinken, de neuzen voor het ophangen aan de panlatten voldoende gaaf zijn en de onderzijde niet afschilfert of verkrumelt – dan mag ervan uitgegaan worden dat de pannen nog voldoende levensduur hebben.

THEORIE

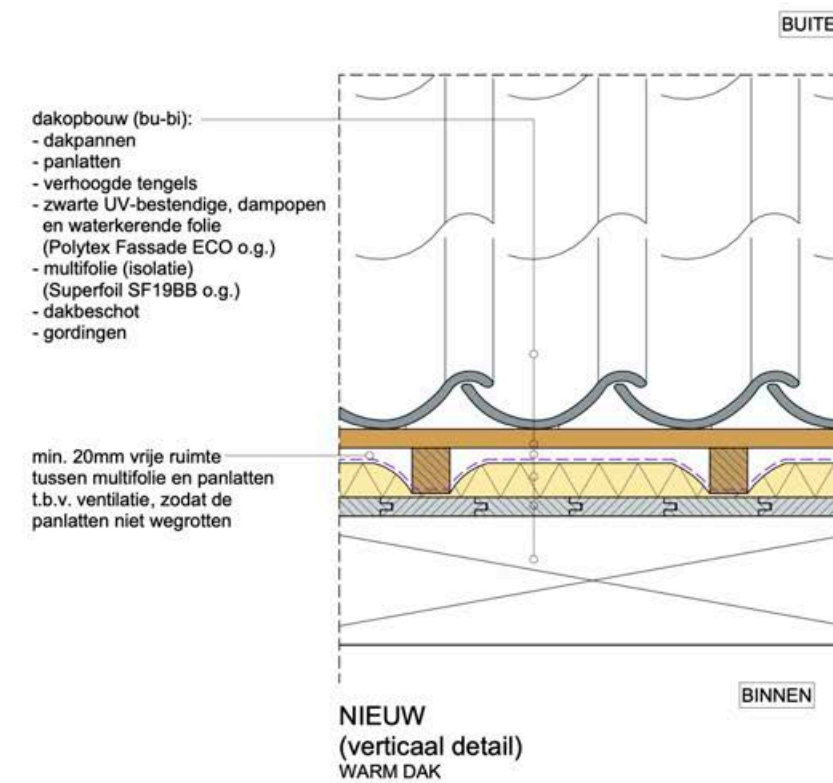
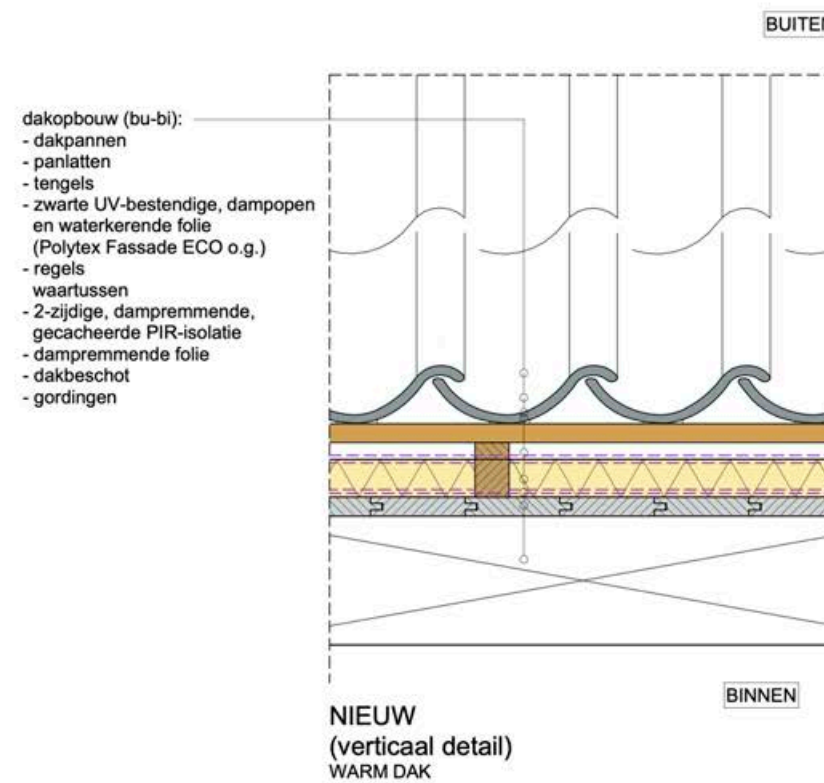
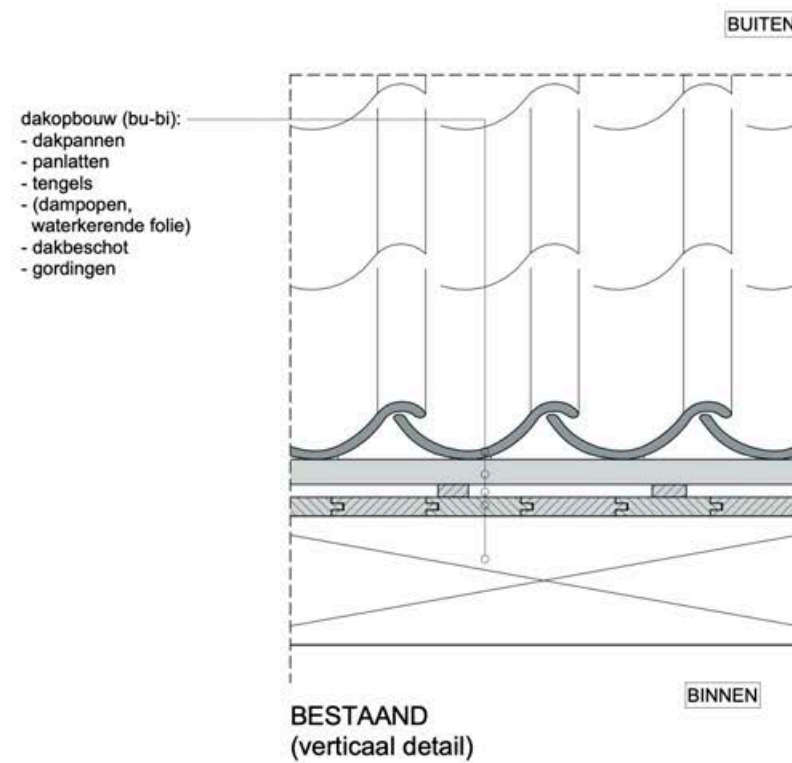
Warme lucht is lichter dan koude en stijgt op. Als gevolg daarvan is een ongeïsoleerd dak één van de belangrijkste warmtelekken in een historisch pand: ongeveer een derde van de energie gaat hier verloren. Het isoleren van het dak levert dus veel op. Bouwfysisch heeft een warm dak de voorkeur: er is weinig kans op schade aan de houtconstructie door condensatie in de constructie en koudebruggen kunnen beter worden voorkomen.

De meeste isolatiematerialen gaan geleiding tegen en bevatten daarom veel stilstaande lucht. Een PIR-plaat is daarom erg licht. Het isolerend principe van een multifolie is niet zozeer gebaseerd op het tegengaan van geleiding, maar op het terugkaatsen van warmtestraling. Dat doen de vele glimmende metaallaagjes. Dit principe werkt alleen als de reflecte ende lagen grenzen aan een luchtlaag en daarom zitten er tussen de metaalfolies laagjes wol of plasticfolie met luchtkamers. Om gebruik te maken van die tussenlagen is het nodig dat de folie kan opbollen. Onder de tengels is juist alle lucht uit de folie weggeduwd waardoor de isolatiewaarde hier juist erg gering is.

NB. Bij dampopen multifolies zijn de metaallaagjes geperforeerd en deze folies hebben daarom geen luchtkamers (die zouden bij een perforatie leeglopen).



bij toepassing van een multifolie (aan de buitenzijde) altijd een dampopen versie toepassen!



INLEIDING

Dakpannen zijn de meest voorkomende dakbedekking op een historische kap. Door een isolatielaag buiten de constructie aan te brengen – dus onder de dakpannen – komen de pannen hoger te liggen. Daardoor wijzigt het aanzicht, net als de aansluitingen op gevels, dakkapellen, schoorstenen en goten. Op deze detailbladen worden veel voorkomende aansluitingen bij historische pannendaken getoond en hoe die bij een beperkte hoogte van de toegevoegde isolatie op een nette manier op te lossen zijn.

Voor het isoleren van het dak aan de buitenzijde is zowel bij een beschermd monument als een niet-monument toestemming van de gemeente nodig, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op onder andere gevels en goten).

UITVOERING

Voor de verwerking van de gebruikte isolatiematerialen wordt verwezen naar detailblad 5.04. In deze details zijn de aansluitingen van belang – getekend zijn die op een goot en vier mogelijke aansluitingen op een gevel.

- Op detailblad 5.05 is de aansluiting op een half rond goottype getekend, een zogenaamde mastgoot. Het is van belang dat de pannenlijn ook na het isoleren binnen de goot blijft. Daarom is ervoor gekozen bovenop de isolatie een nieuwe zinken mastgoot bevestigen.
- Op blad 5.06 ligt het dak bij beide details tussen de topgevels in en is de waterdichtheid in de bestaande situatie geregeld met loodslabben die over de pannen liggen. Om de extra dikte van het dakpakket na het isoleren op te vangen wordt het lood vervangen door een zogenaamde verholten goot. Deze voert het regenwater dat bij de aansluiting op de gevel onder de dakpannen terecht komt alsnog af naar de goot bij de dakvoet.
- Bij de windveer en eindpan op respectievelijk de detailbladen 5.05 en 5.07 ligt het dak over de gevel heen, waardoor de gevel aan de bovenzijde is beschermd tegen inwateren. In de nieuwe situatie is de windveer vervangen door een nieuw, breder exemplaar waarbij getracht is de verhoudingen tussen de verschillende onderdelen zoveel mogelijk te respecteren. Bij de eindpan zijn er drie oplossingen getekend om het ontstane 'gat' tussen de pan en de oorspronkelijke gevel na het isoleren op te vullen: door het verder op metselen van de gevel, door een houten boeideel toe te voegen of door dun metalen zetwerk in de kleur van het metselwerk aan te brengen dat met klangen aan de onderzijde en schroeven aan de bovenzijde is vastgezet.

AANDACHTSPUNTEN

Een wijziging van het aanzicht vanwege het maken van een warm dak is niet altijd vergunbaar, realiseerbaar of wenselijk. Zeker bij monumenten en in beschermd stads- of dorpsgezichten is het goed eerst om te kijken of isolatie aan de binnenzijde van het dak geen betere oplossing is. Meestal is daarmee ook een hogere isolatiewaarde te bereiken, omdat de aansluitingen van het dak en de verhoudingen in de architectuur door de toepassing van een dakplaat van 20 à 30cm dik aan de buitenzijde te sterk wijzigen. Verder zijn de volgende opmerkingen te maken:

Bij a.

Een mastgoot biedt minder ruimte dan een bakgoot (zie detailblad 5.04). Bij maken van een warm dak moet het gootdetail bij het eerste goottype bijna altijd aangepast worden, zodat het hemelwater na het isoleren niet over de goot heen stroomt (zoals op detailblad 5.02, rechtsboven).

Bij b.

Als het dak tussen de gevels in ligt zoals op detailblad 5.06, is er vaak iets meer ruimte voor een isolatielaag aan de buitenzijde, maar de dakpannenlijn mag niet boven de rollaag op de gevel of de onderzijde van de ezelsrug komen. Technisch gezien is lood over de pannen eigenlijk een betere oplossing dan een verholten goot: het water blijft buiten de pannenlijn en er is ook geen kans op verstopping. Verholten goten zijn vanwege hun beperkte breedte en gedeeltelijke afdekking door pannen relatief gevoelig voor verstopping door vuil (bladeren, vogelnestjes e.d.). Om een koudebrug onder de verholten goot en condensatie op de onderzijde van het zink te voorkomen, is het aan te raden onder de goot een dunne dampdichte isolatieplaat toe te passen.

Een verholten goot is bij naïsoleren ook vaak een oplossing bij dakkapellen waarbij het lood oorspronkelijk over de pannen heen lag.

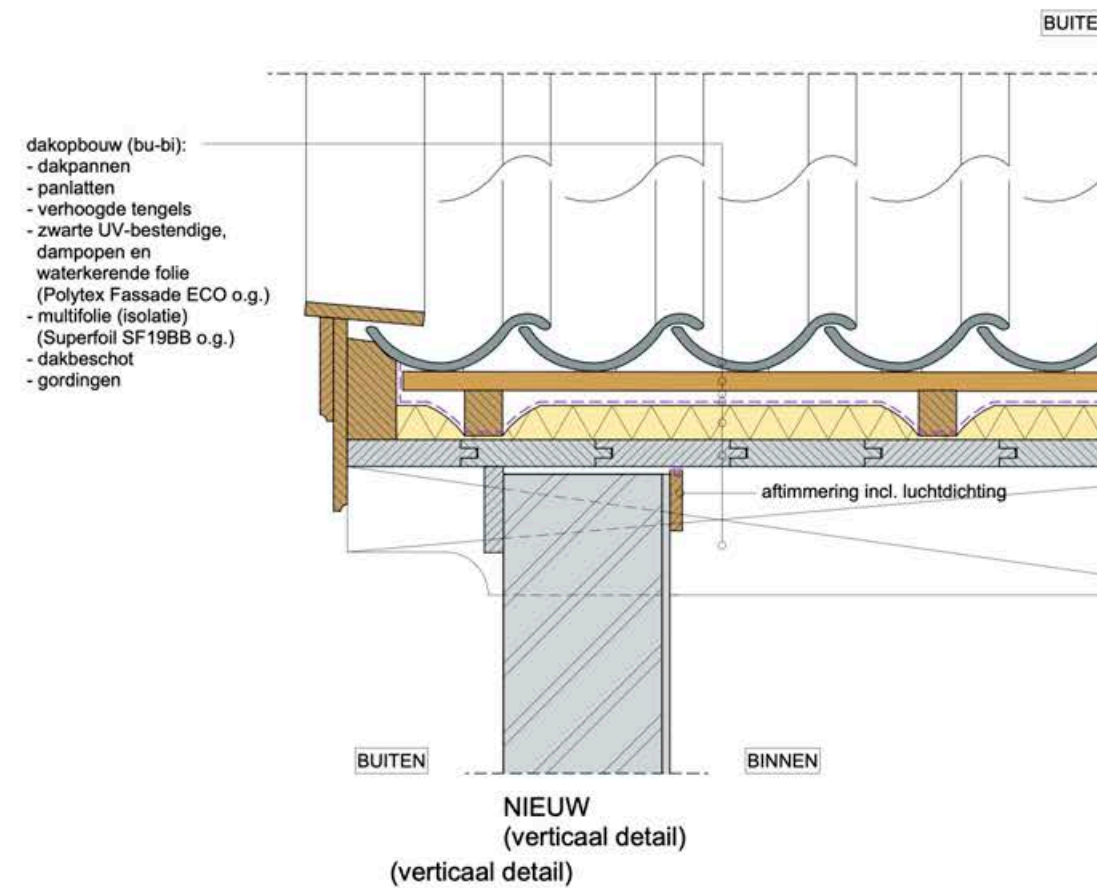
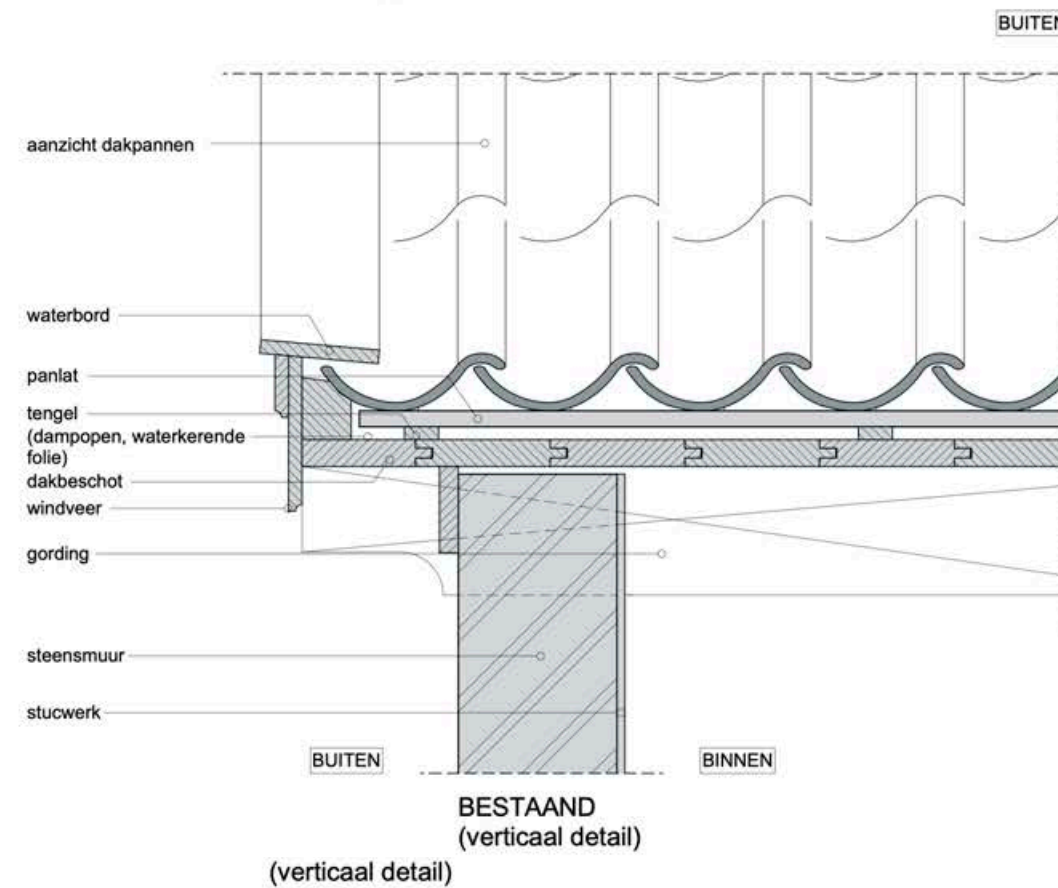
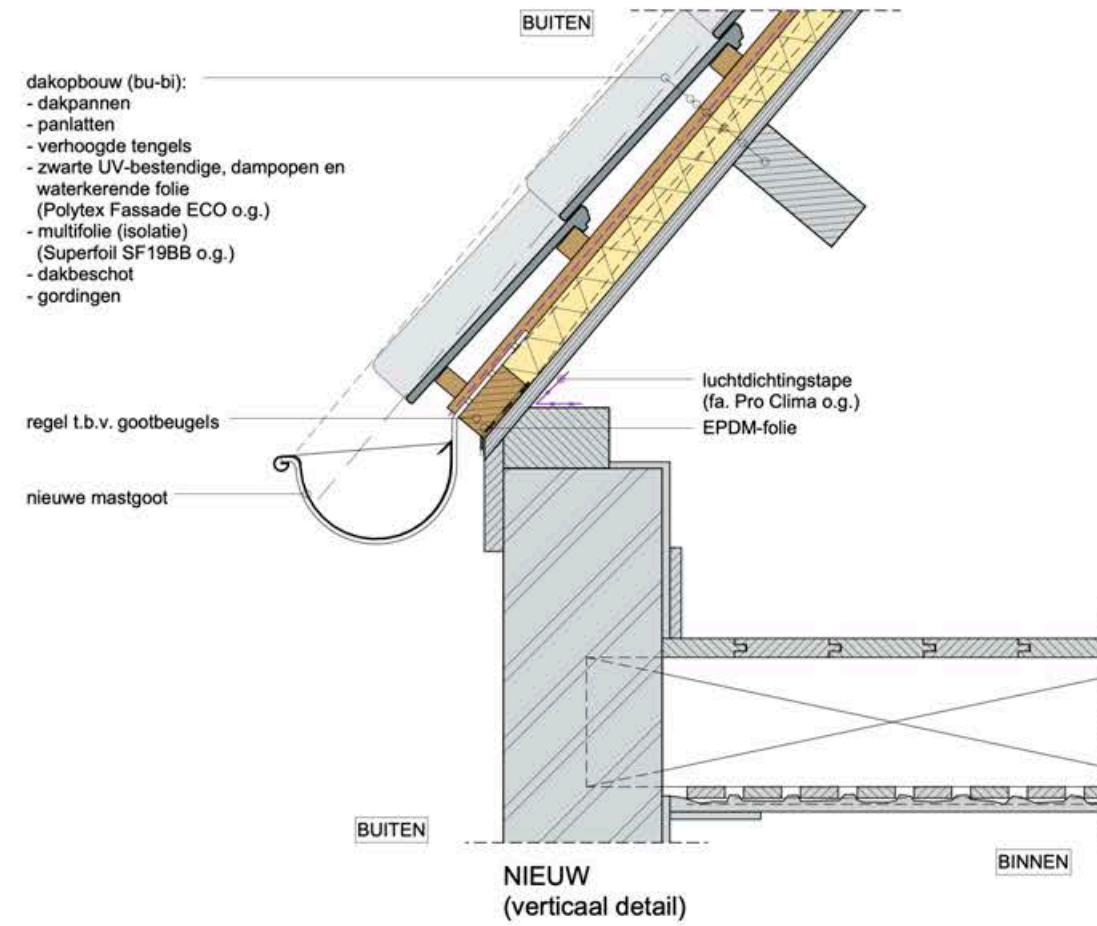
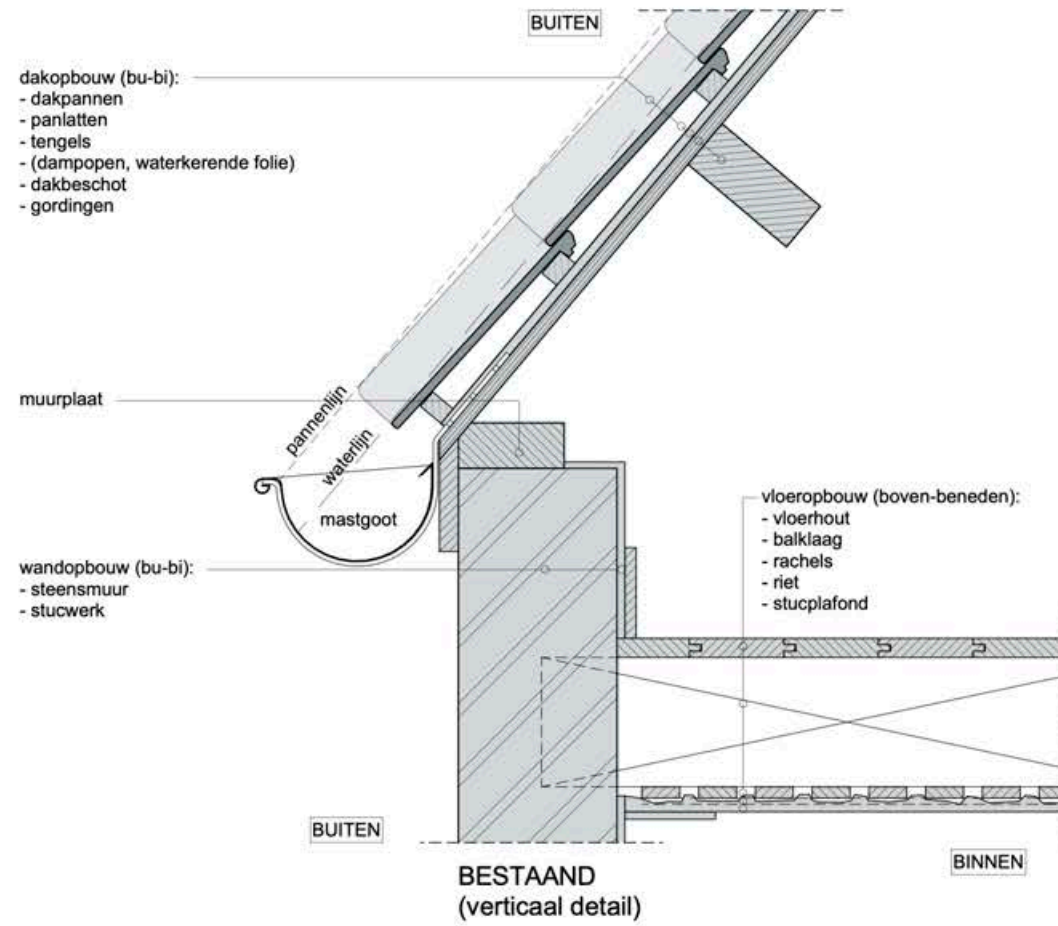
Bij c.

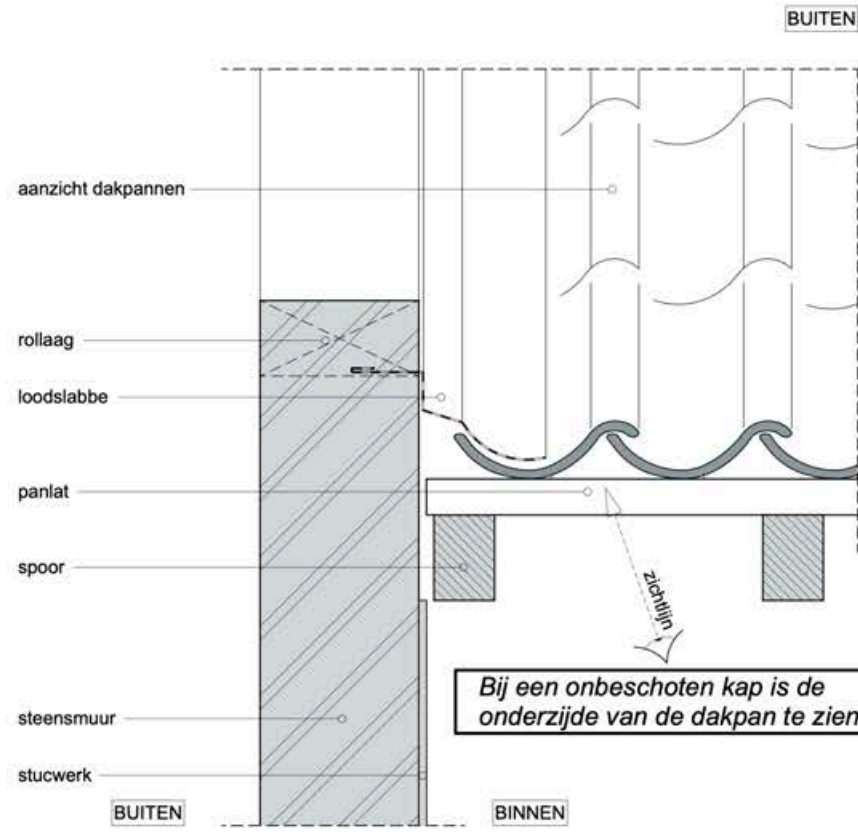
Als het dak over de gevels heen ligt, is een wijziging van het aanzicht vanwege het dikkere dakpakket bij een warm dak niet te voorkomen. Van de drie getekende oplossingen op detailblad 5.07 is het gemoffelde, metalen zetwerk waarschijnlijk het meest subtiel aanwezig in het aanzicht. Een houten boeideel zal al snel de indruk wekken dat dit onderdeel is van de oorspronkelijke architectuur. En bij het op metselen is het risico groot dat het metselwerk door gebruik van een andere steen en/of voeg en het gebrek aan ouderdom en vervuiling sterk zal afwijken. Als het metselwerk wel heel goed aansluit bij het bestaande, dan zou het weer de indruk kunnen wekken dat het onderdeel is van de oorspronkelijke architectuur. Vanwege deze nadelen is een warm dak bij monumenten met een eindpan die over de gevel valt vaak moeilijker te realiseren.

Bij een windveer en waterbord zal een isolatielaag aan de buitenzijde met een beperkte dikte vaker haalbaar blijken, ook bij een monument. Het is dan wel van belang dat de verhoudingen tussen de verschillende onderdelen zoveel mogelijk gerespecteerd worden, zoals in het detail, en dat de hoogte van de windveer wel passend blijft bij de rest van de gevelopbouw.

THEORIE

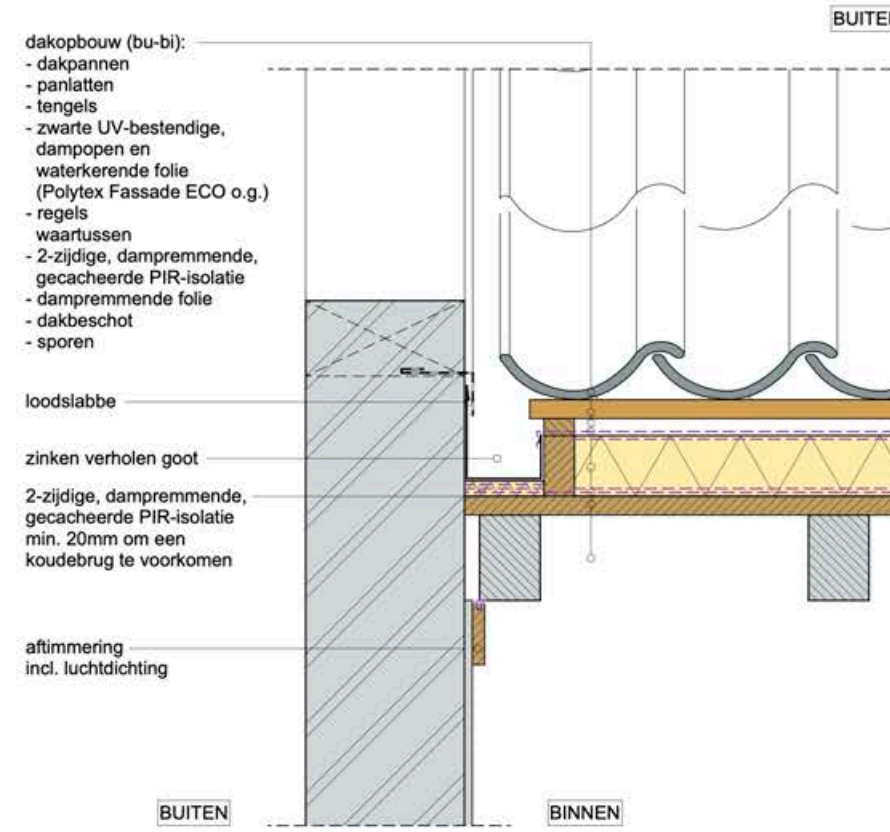
Warme lucht is lichter dan koude en stijgt op. Als gevolg daarvan is een ongeïsoleerd dak één van de belangrijkste warmtelekken in een historisch pand: ongeveer een derde van de energie gaat hier verloren. Het isoleren van het dak levert dus veel op. Bouwfysisch heeft een warm dak de voorkeur: er is weinig kans op schade aan de houtconstructie door condensatie in de constructie en koudebruggen kunnen beter worden voorkomen. De dikte van een isolatielaag is direct verbonden met de isolatiewaarde: 2x zo dik is een 2x zo hoge waarde. Omdat de isolatielaag bij een warm dak vaak vrij dun moet blijven, is met een koud dak meestal wel een betere waarde te behalen. Daarbij moet wel de kanttekening gemaakt worden dat extra centimeters isolatie steeds minder effect hebben op het beperken van het warmteverlies, naarmate de isolatiewaarde toeneemt.





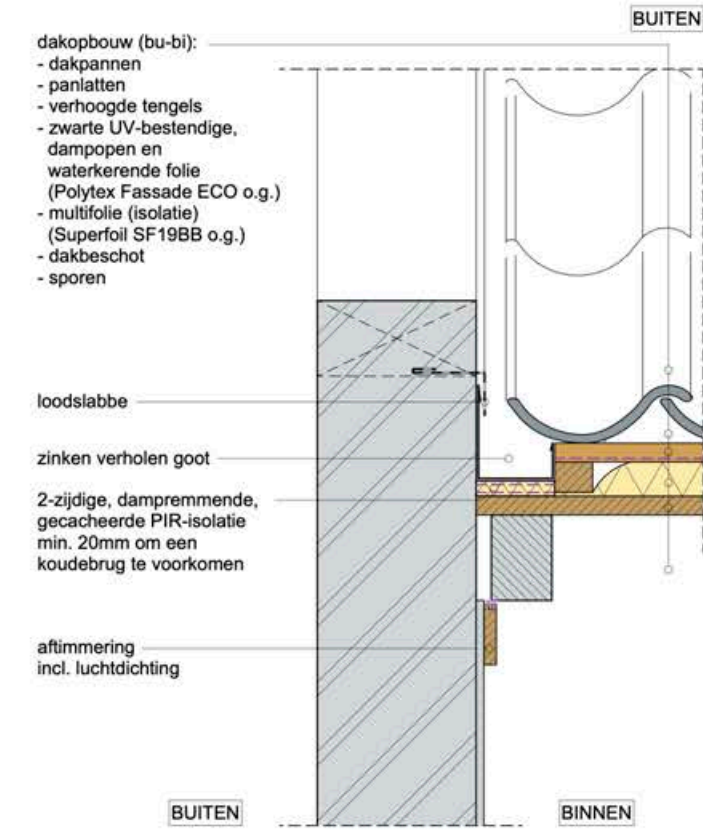
BESTAAND
(verticaal detail)
ONBESCHOTEN KAP

Bij een onbeschoten kap is de onderzijde van de dakpan te zien

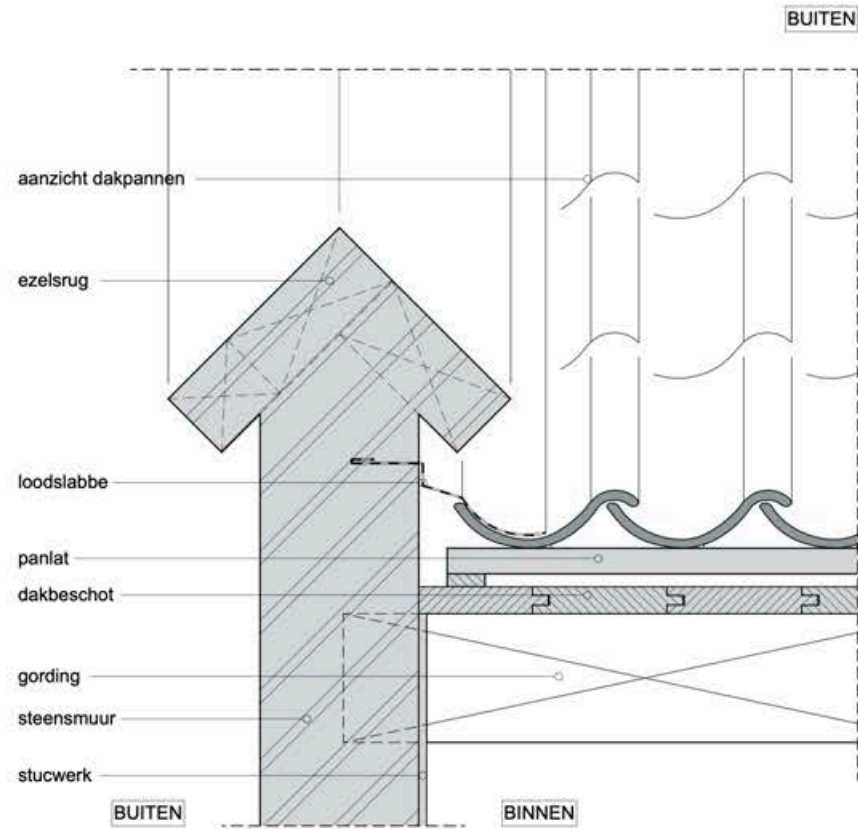


NIEUW
(verticaal detail)

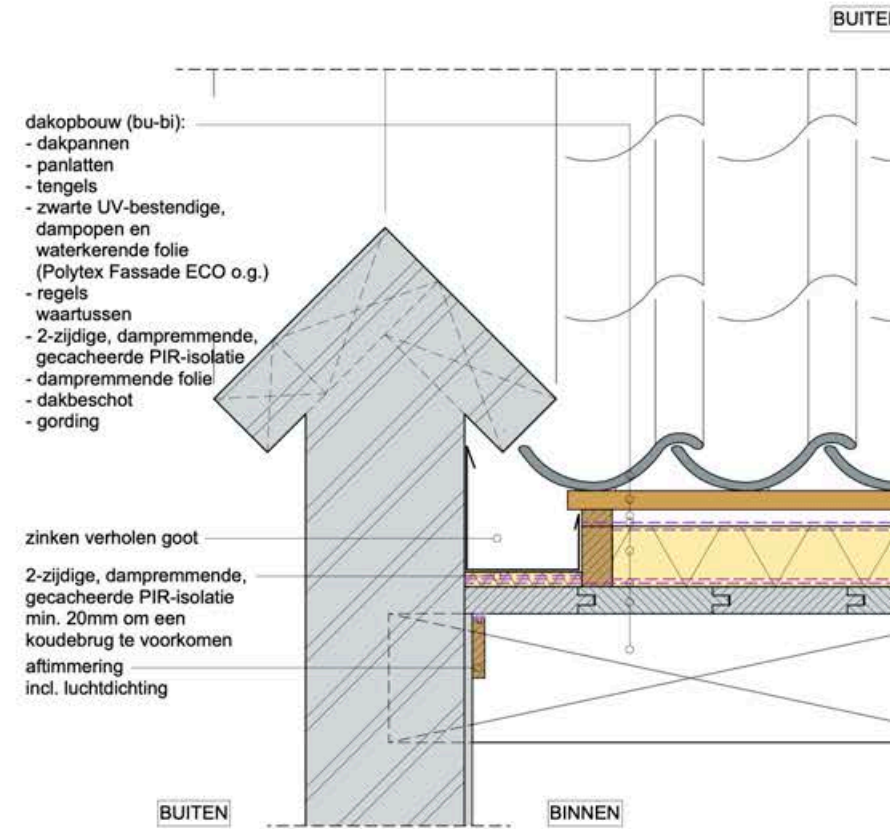
Een verholen goot dient regelmatig gecontroleerd op vervuiling te worden, om verstoppingen te voorkomen.



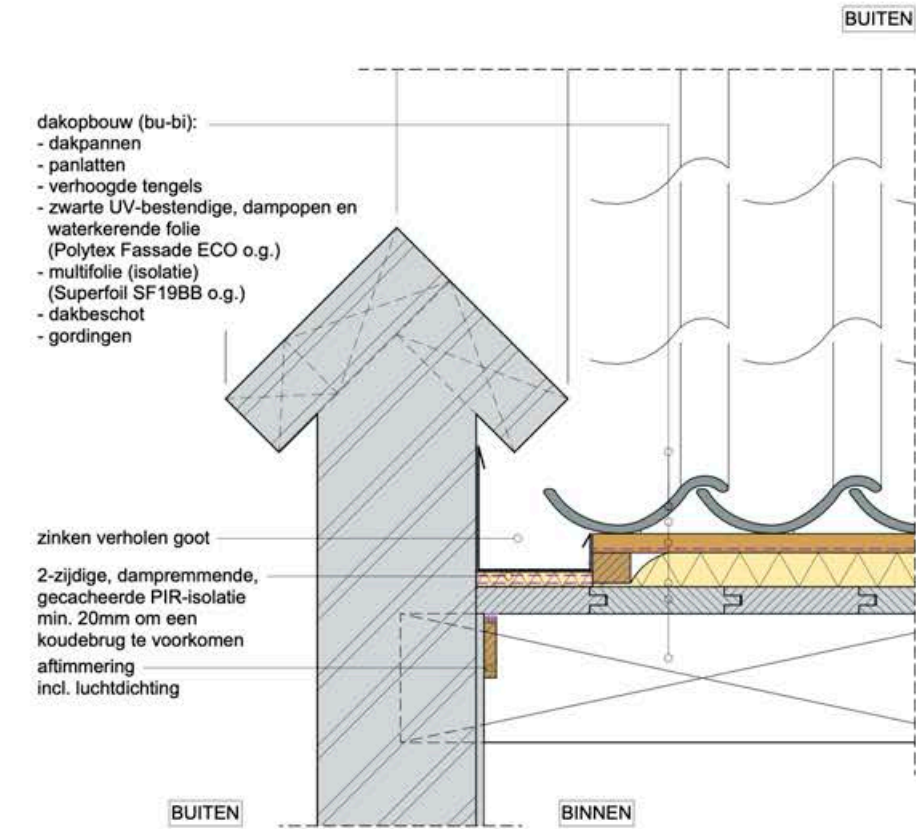
NIEUW
(verticaal detail)



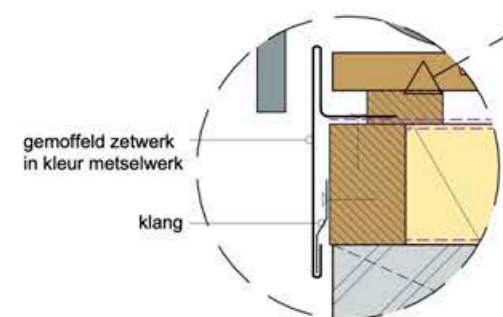
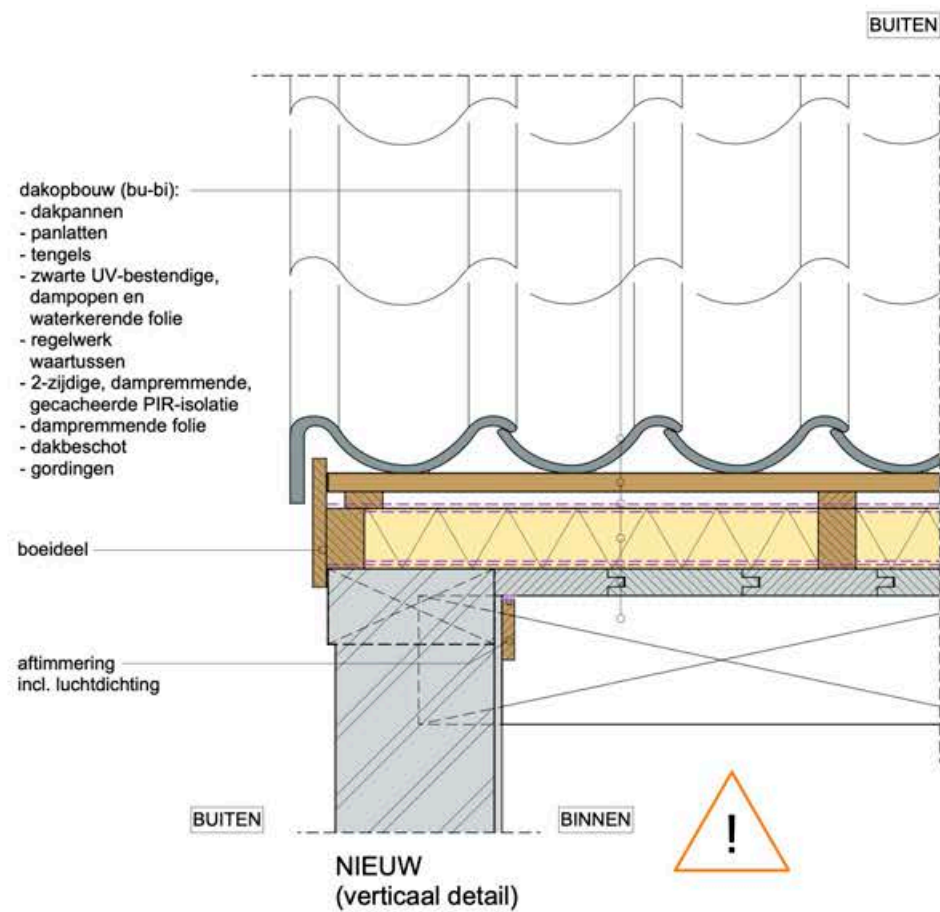
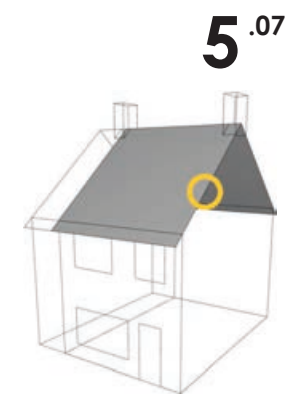
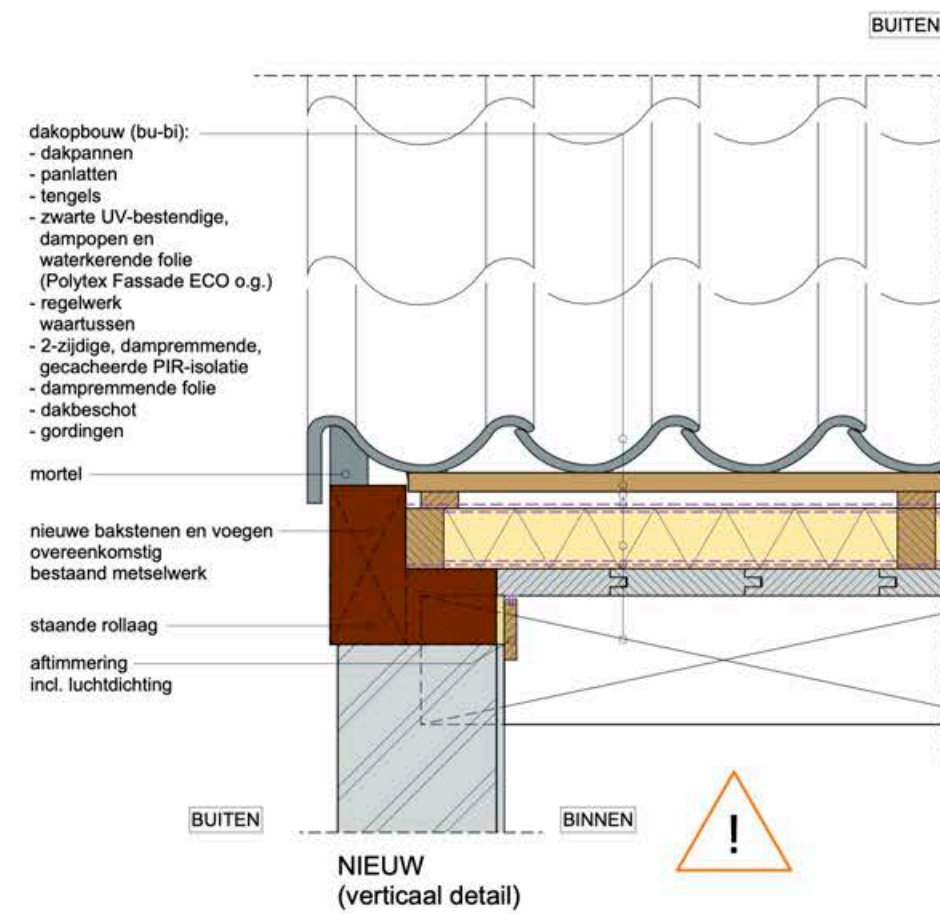
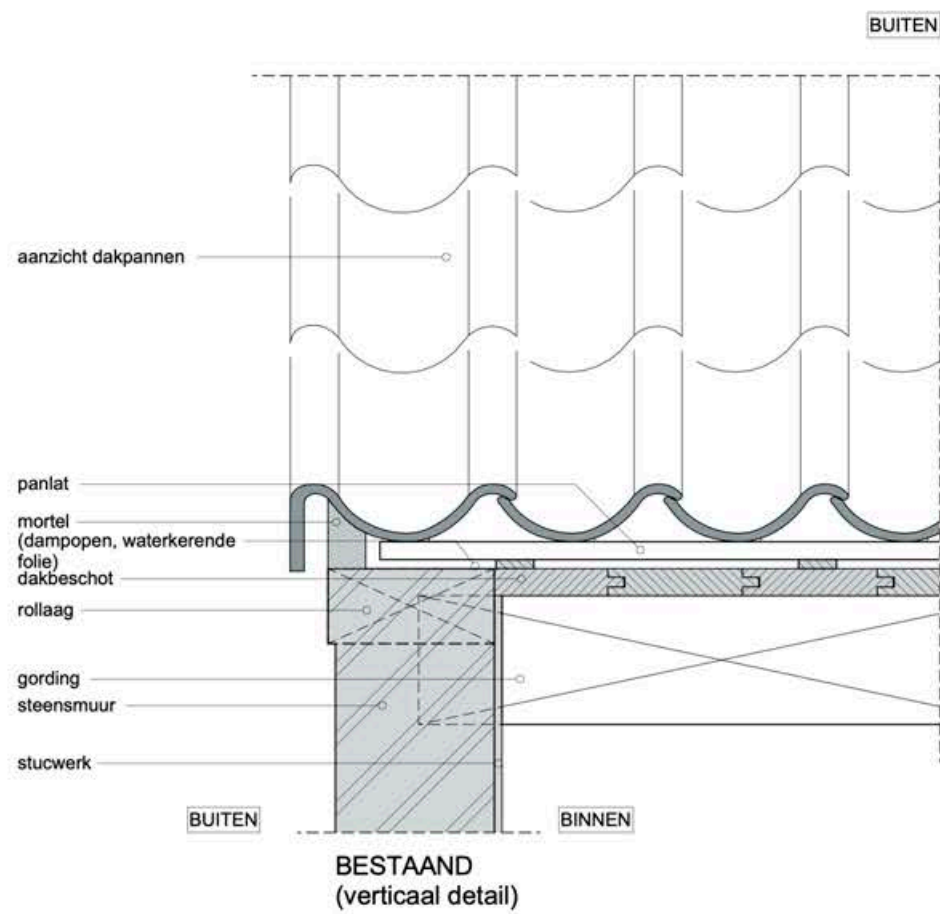
BESTAAND
(verticaal detail)



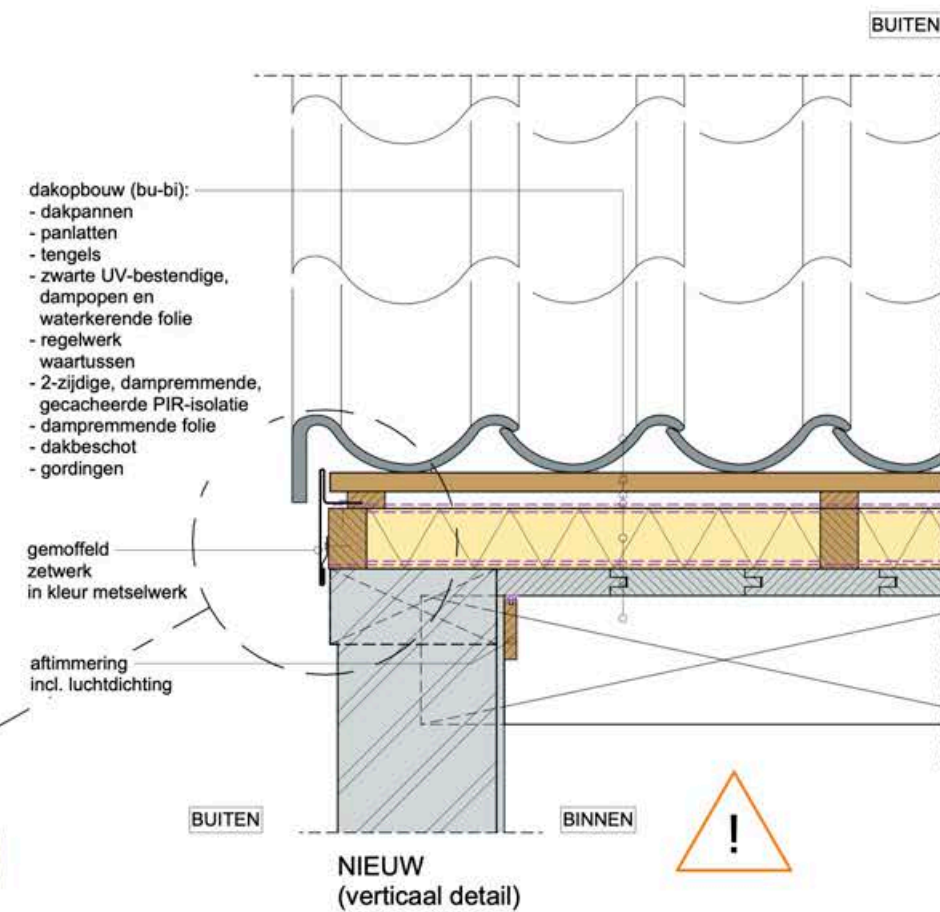
NIEUW
(verticaal detail)



NIEUW
(verticaal detail)



DETAIL ZETWERK
SCHAAL 1:5



5.08 GEBROKEN KAP – AANSLUITING KNIK

INLEIDING

De gebroken kap, ook wel mansardedak genoemd naar de 17^e-eeuwse Franse architect François Mansart, werd vooral vanaf de tweede helft van de 19^e eeuw veelvuldig toegepast omdat dit kaptype meer ruimte onder het dak gaf. Bij een beperkte helling van het bovenste deel was hier met dakpannen geen waterdicht resultaat te bereiken en daarom werd in dat geval een zinken roevendak toegepast. In de 20^e eeuw is het zink dikwijls vervangen door bitumen. Gebroken kappen zijn goed te isoleren, maar als de bovenste dakvlakken zijn voorzien van een dampdichte afwerking als bitumen, EPDM-dakbedekking of zink, dan is een specifieke aanpak nodig.

Voor het isoleren van het dak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument toestemming is die nodig als er aan de buitenzijde geïsoleerd wordt, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op onder andere gevels en goten).

UITVOERING

In deze details zijn de bovenste dakvlakken voorzien van bitumen en worden gebruikelijke manieren getoond waarmee de dakbedekking aansluit op de pannen van de steile dakvlakken. Meestal is dat met een houten lijst of een zogenaamde kraallat vanwaar de dakbedekking dakpansgewijs omhoog wordt aangebracht.

Er is vanuit gegaan dat het dak grotendeels van binnenuit geïsoleerd wordt (een koud dak dus, zie hiervoor de detailbladen 5.03, 5.09 en 5.10). Bij het isoleren van de bovenste dakvlakken is het in beide situaties echter sterk aan te raden de isolatie aan de buitenzijde van de constructie aan te brengen, dus op het dakbeschot. Hierdoor ontstaat op deze plaats een warm dak. Voor het isoleren wordt eerst de dakbedekking verwijderd. Op het dakbeschot wordt een dampremmende folie aangebracht of er wordt gewerkt met isolatieplaten die vanuit de fabriek al zijn voorzien van een dampremming. Doorgaans is dat een aluminium bekleding.

Door de isolatielaag wordt het dak verhoogd. Om te voorkomen dat het aanzicht te sterk verandert en er hoge lijsten of dikke kraallatten moeten worden toegepast, kan een dunne isolatieplaat worden gebruikt. Daarmee wordt echter vaak niet de gewenste isolatiewaarde bereikt. Door de isolatie aan de randen te 'verjongen' (dunner te maken), blijft de overgang van de dakbedekking op de pannen hetzelfde terwijl toch dikker geïsoleerd kan worden. De dikte van de isolatie loopt als het ware op met de zichtlijn vanaf de straat. De nieuw aangebrachte isolatie wordt weer afgewerkt met dakbedekking. Vaak heeft daarbij EPDM, dat een langere levensduur heeft en minder milieubelastend is dan bitumen, de voorkeur.

Als de bovenste dakvlakken in de bestaande situatie voorzien zijn van zink, dan wordt verwezen naar detailblad 5.12.

AANDACHTSPUNTEN

Als de ruimte onder het flauw hellende gedeelte van de kap niet gebruikt wordt, is het aanzienlijk goedkoper om de zoldervloer te isoleren, zoals op detailblad 3.08. Dit scheelt ook in het gebruik omdat het volume onder het dak niet (indirect) verwarmd wordt.

Bij de overgang van het koude dak op het warme dak is de isolatielaag even onderbroken. Als dat als een probleem wordt ervaren, kan eventueel ter plaatse van de gording aan de buitenzijde een dunne isolatieplaat van 2-3cm toegepast worden, zoals in het middelste detail bovenaan. Om ruimte te maken voor deze dunne plaat kan men de bovenste pannenrij iets meer laten overlappen met de rij daaronder.

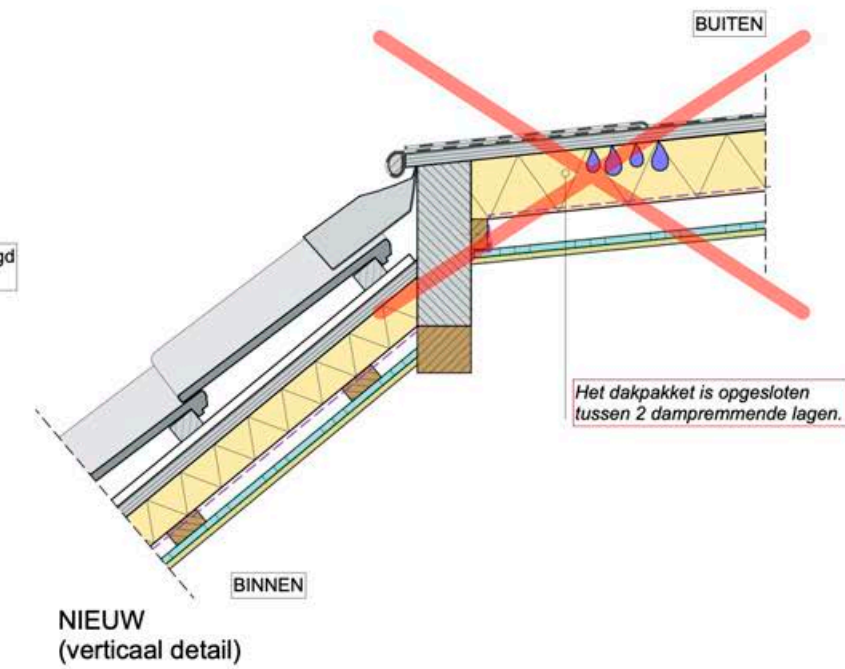
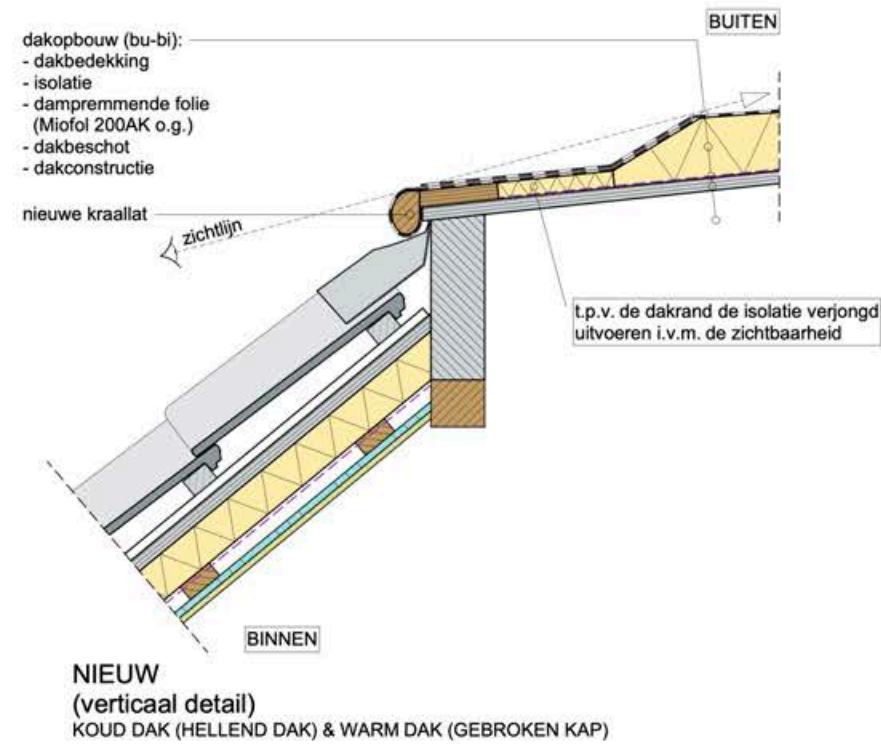
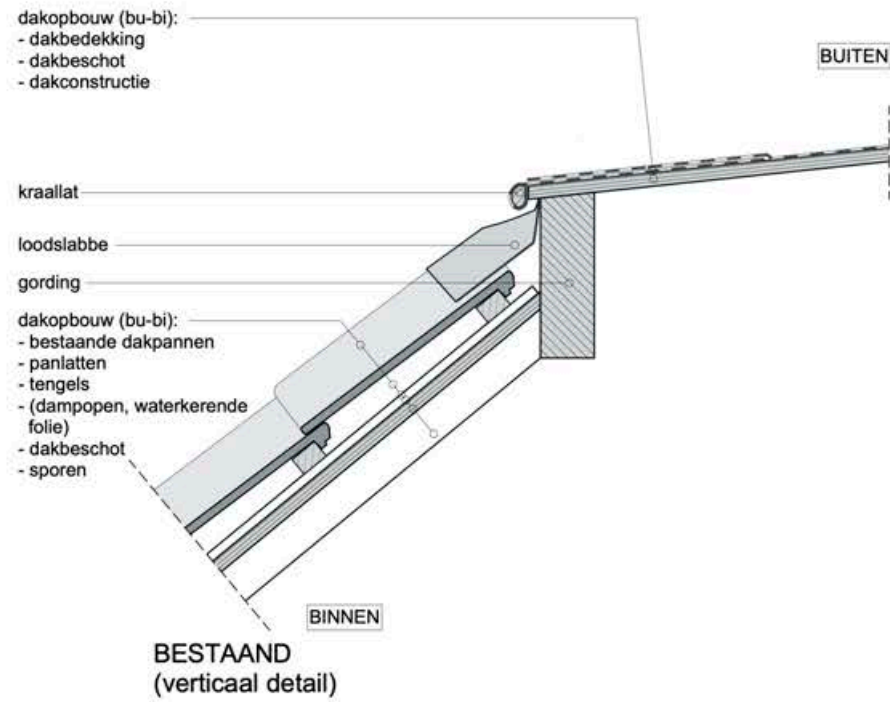
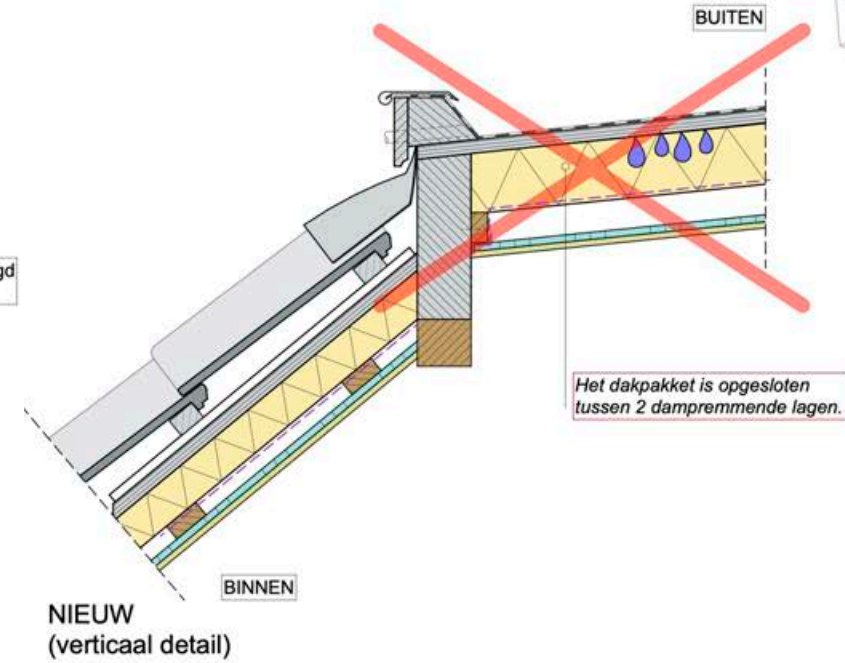
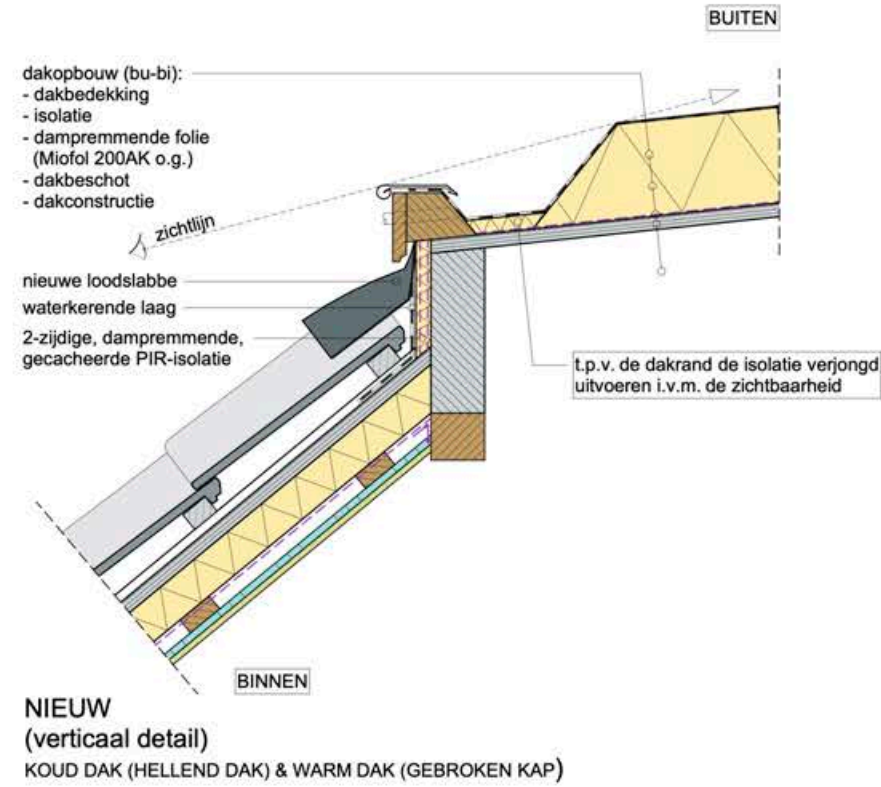
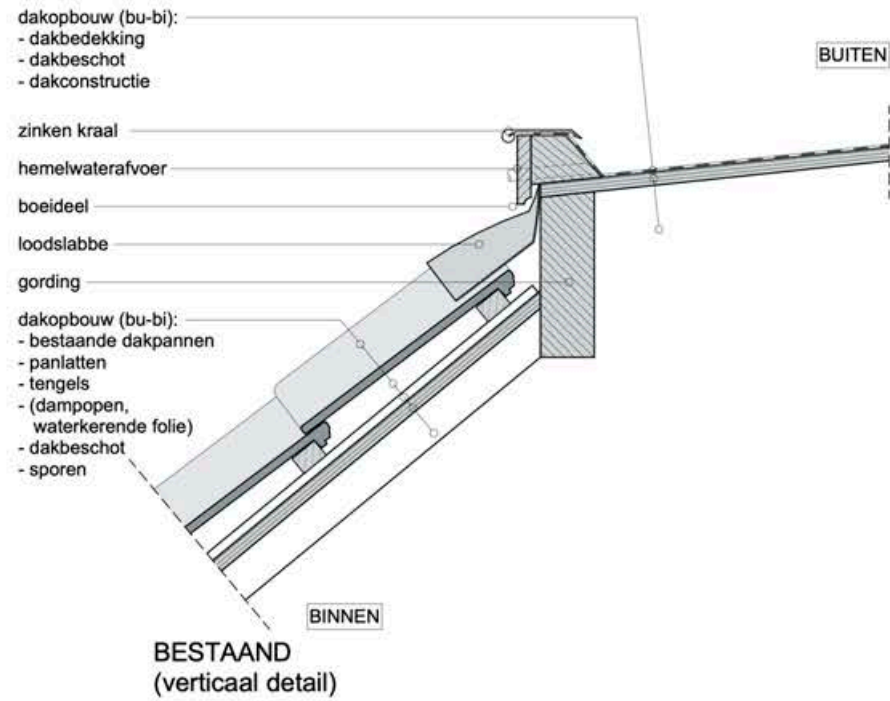
Vaak worden de isolatieplaten en dakbedekking mechanisch bevestigd met (te) lange schroeven die door het dakbeschot heen steken. Op een lage zolderverdieping kun je daaraan letten je hoofd openhalen. Zorg ervoor dat de lengte van de schroeven is afgestemd op de dikte van het dakpakket.

THEORIE

Warme lucht is lichter dan koude en stijgt op. Als gevolg daarvan is een ongeïsoleerd dak één van de belangrijkste warmtelekken in een historisch pand: ongeveer een derde van de energie gaat hier verloren. Het isoleren van het dak levert dus veel op. Vaak gebeurt dat vanuit de binnenzijde. Er is dan geen dure steiger nodig en eventueel kunnen de bewoners zelf de isolatie aanbrengen.

Warme lucht kan ook meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om bij een isolatielaag aan de binnenzijde van het dak te voorkomen dat er op het grensvlak van isolatie en dakbeschot condens ontstaat en mogelijk houtrot, wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Een zorgvuldige uitvoering van deze folie met goede aansluitingen is belangrijk om schade en een slechte prestatie van de isolatie te voorkomen.

Een dampremmende folie is een prima oplossing bij de dakpannen, maar bij dampdichte dakbedekkingen zoals EPDM of bitumen zorgt deze folie ervoor dat de dakconstructie wordt opgesloten door twee dampdichte lagen. Vocht dat als gevolg van kleine lekken in de constructie kan komen (zie blad 5.01 rechtsonder), kan er vervolgens bijna niet meer uit. Dat is een risico voor de constructie en daarom is het advies deze daken alleen van buitenaf te isoleren. Van binnen isoleren – zoals bij de details met de rode kruizen erdoor – is ongewenst en wordt sterk afgeraden. Bij monumenten wordt het meestal niet toegestaan.





SLIETER architectuur

Bouw GARANT
Bouwend Nederland
de vereniging van bouw- en houthandelaars
Van
Circulair
Aankomst

LIEMER
www.liemersbouw.nl



▲ **Afbeelding XLV** Dakisolatie met verjonging bij de dakrand in de gemeente Ede. Door de isolatie aan de rand dunner uit te voeren blijft het aanzicht van de dakrand hetzelfde.

► **Afbeelding XLVI** Plaatsing van isolatiepanelen met opgelijmde tengels. Hierdoor hoeft de isolatielaag niet onderbroken te worden.

◀ **Afbeelding XLIV** Werk in uitvoering



5.09 PANNENDAK – KOUD DAK

INLEIDING

Dakpannen zijn de meest voorkomende dakbedekking op een historische kap. Een pannendak heeft een lange levensduur en combineert een goede waterdichtheid met een goede ventilatie. Dat pannendaken altijd hellende daken zijn, maakt ze minder kwetsbaar voor lekkage dan (bijna) platte daken, zelfs bij stortbuien. Historische pannendaken zijn van origine niet geïsoleerd en als ze worden voorzien worden isolatie, dan zijn daarvoor twee mogelijkheden: aan de binnenzijde, of aan de buitenzijde.

Bij een koud dak zit de isolatie aan de binnenzijde van het dak. Vaak kun je daar als bewoner goed bij en zijn er weinig hulpmiddelen nodig om hier te isoleren. Dat maakt het isoleren van een dak aan de binnenzijde een aantrekkelijke en betaalbare doe-het-zelfklus. De kans op schade aan de dakconstructie is echter wel groter dan bij een warm dak, waarbij de isolatie bovenop de constructie ligt. Het is daarom belangrijk dat je weet wat je doet. In dit detailblad worden enkele goede manieren getoond waarop de constructie opgebouwd kan worden.

Voor het isoleren van het dak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad zijn aan de bovenzijde sporenkappen getekend en onder gordingenkappen. Bij het eerste type lopen de balken die het dak dragen van de goot naar de nok en bij het tweede type lopen ze in de lengterichting van het dak, vaak van bouwmuur naar bouwmuur. Er is vanuit gegaan dat de kappen beschoten zijn, dat wil zeggen dat ze voorzien zijn van dakbeschot op de sporen of gordingen. Het beschot bestaat in deze details uit houten planken die met een messing en groef in elkaar sluiten, wat ten goede komt aan de constructieve samenhang en de afdichting door het dakbeschot. Eventueel kan op het beschot en onder de pannen in het verleden al eens een (dampopen) waterkerende folie zijn aangebracht, zodat bij niet goed aansluitende pannen of een afgewaaide pan het regenwater alsnog in de goot loopt.

In de middelste details is tussen de sporen of gordingen geïsoleerd, waardoor een deel van de constructie zichtbaar blijft. De gipsplaten zijn op rachels geschroefd waarvan de onderlinge hart-op-hart-afstand de breedte van een gipsplaat is. De rachels zijn bevestigd op latten die aan de zijkant van de sporen of gordingen zijn vastgezet. De dampremmende laag, die zich aan de warme zijde van de isolatie bevindt, stopt bij iedere spoor of gording en moet daar goed luchtdicht worden afgewerkt, bijvoorbeeld met een daarvoor bedoelde tape.

Bij de rechterdetails is de dampremmende laag voor de constructie langs getrokken, en de rachels waarop de gipsplaten zijn geschroefd zijn direct bevestigd aan de sporen of gordingen. Door deze opbouw kan de isolatielaag dikker zijn waardoor de isolatiewaarde hoger is, maar is de constructie niet langer zichtbaar. Die banen van de damprem moeten onderling zorgvuldig worden afgetapet.

Bij beide details zijn flexibele isolatieplaten gebruikt – bijvoorbeeld van steenwol – die goed aansluiten op de constructie en het beschot, waardoor weinig kans is op holtes of doorlopende luchtlagen (zie voor het risico hiervan detailblad 5.03 rechtsboven). Omdat de platen een beetje in te drukken zijn, kunnen ze wat groter worden gesneden dan de ruimte tussen de sporen of gordingen. Bij het aanbrengen klemmen de platen zich daardoor enigszins vast en sluiten ze goed aan. De dikte van de isolatielaag zou ca. 2cm dikker moeten zijn dan de ruimte tussen de rachels en het dakbeschot, maar niet veel dikker om te voorkomen dat het isolatiemateriaal flink moet worden ingedrukt waardoor het minder goed isoleert.

AANDACHTSPUNTEN

Isolatie aan de binnenzijde is niet altijd een optie, bijvoorbeeld als de monumentale dakconstructie waardevol is en in het zicht moet blijven. Ook gaat door het van binnenuit isoleren een deel van de ruimte onder de kap verloren en dat moet wel kunnen. Het verlies aan ruimte geldt voor de rechterdetails natuurlijk sterker dan voor de middelste details.

Een voorwaarde voor het aanbrengen van isolatie aan de binnenzijde is dat het dak in een goede staat moet zijn. Als er al een lekkage is, dan zal die op termijn onvermijdelijk tot schade aan de constructie door houtrot leiden en dat wordt pas laat duidelijk doordat de isolatie en afwerking dit proces aan het oog onttrekken. Isolatiesoorten die water opnemen, zullen door een verzadiging met vocht van buiten bovendien veel slechter isoleren.

De wijze van uitvoering is nogal bepalend voor het resultaat van de werkzaamheden: isolatieplaten die onderling en op de constructie goed aansluiten en zorgvuldig luchtdicht afgewerkt zijn, functioneren aanzienlijk beter. Daarom zijn de constructieopbouwen aan de rechterzijde technisch gezien beter: er zijn minder onderbrekingen van de dampremmende laag die een lucht- en waterdamplek kunnen vormen (zie ook 5.10). Lekken vergroten de kans op:

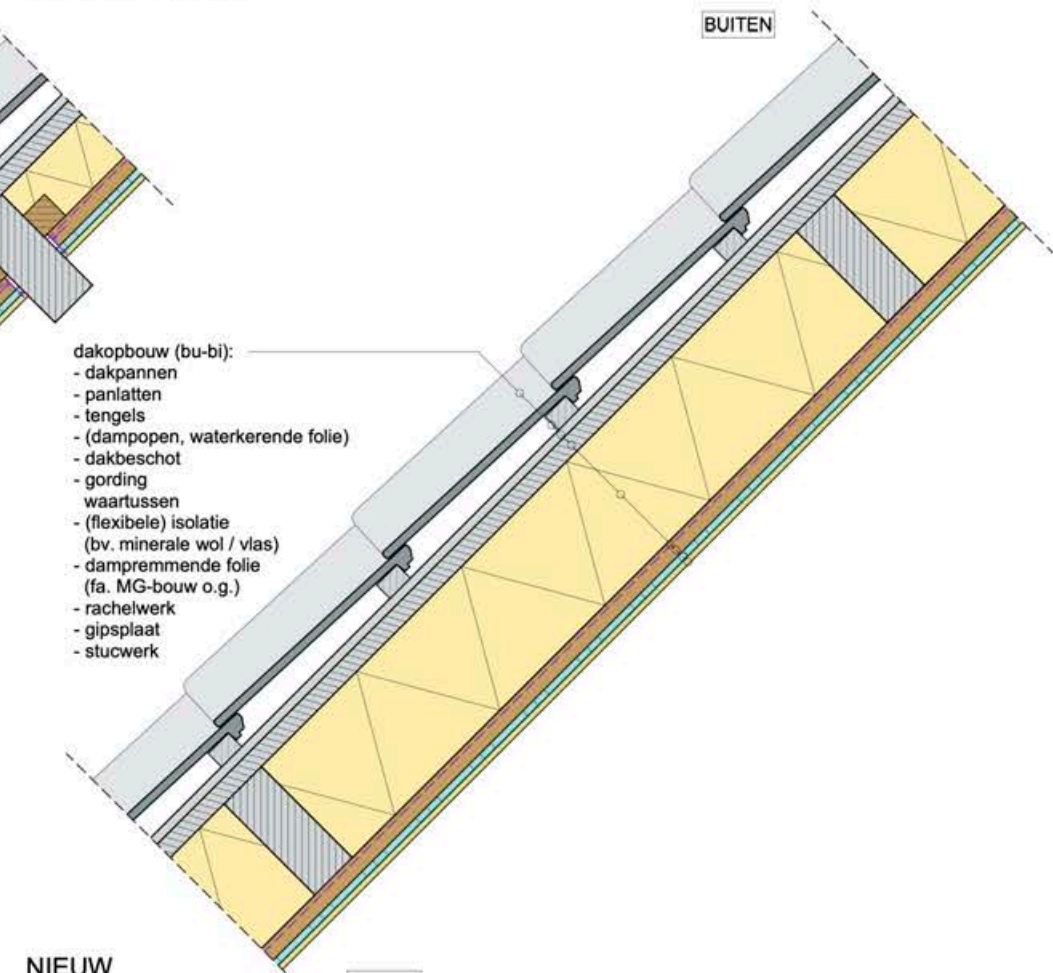
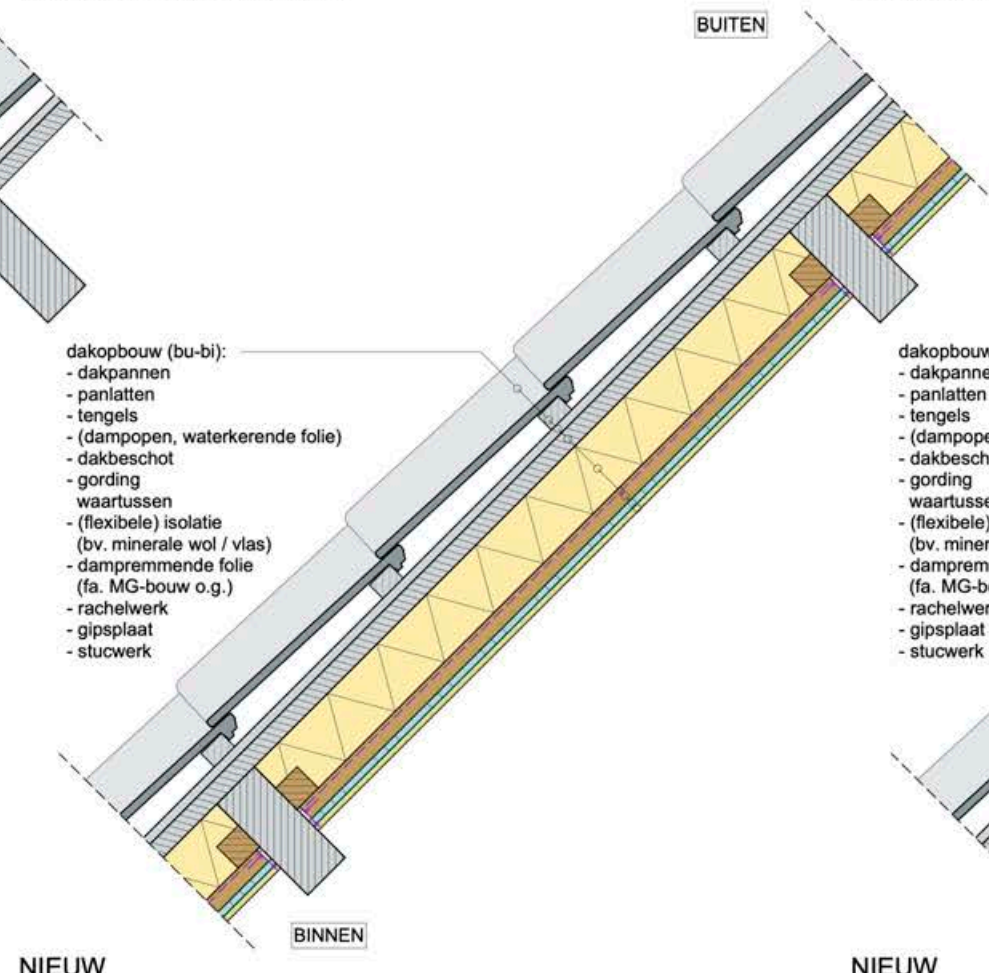
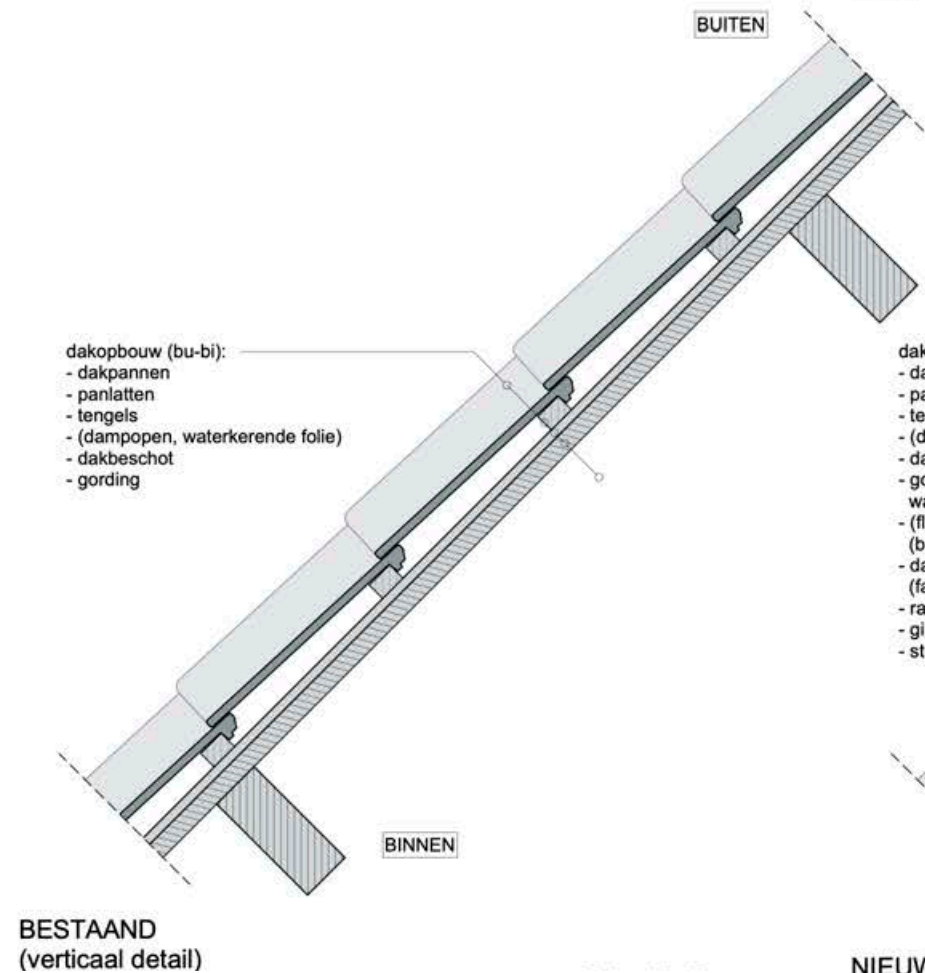
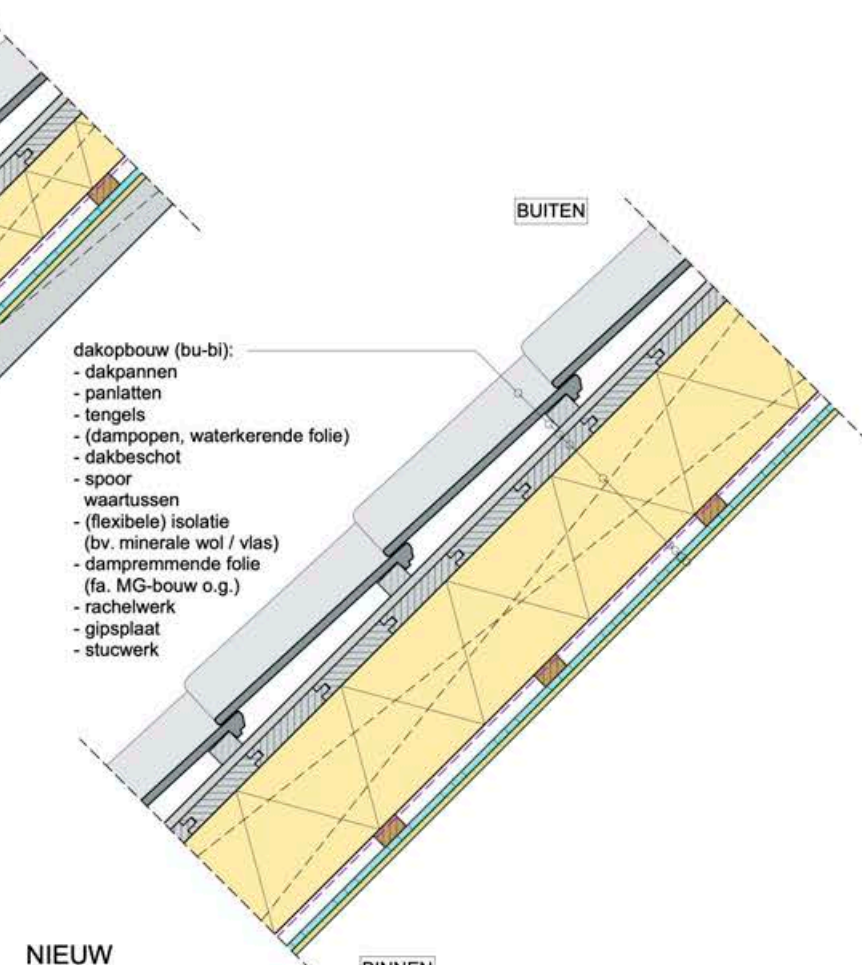
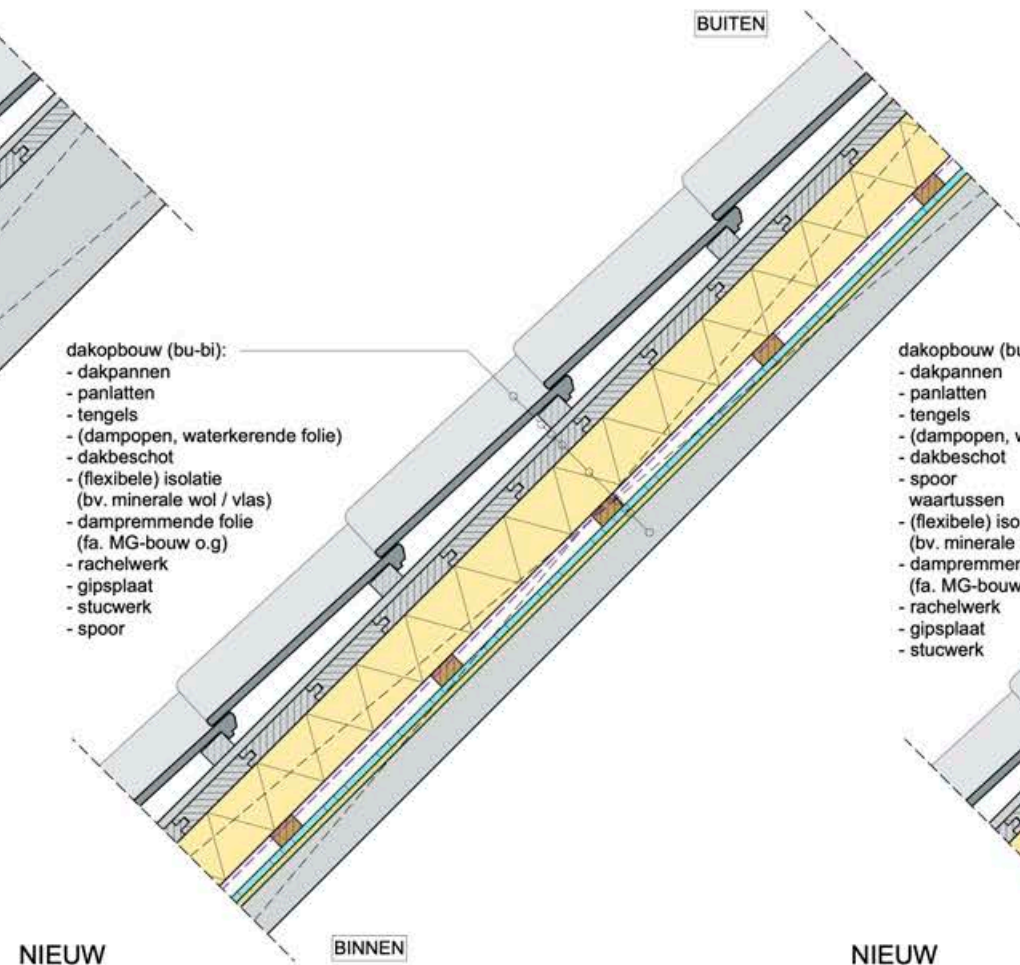
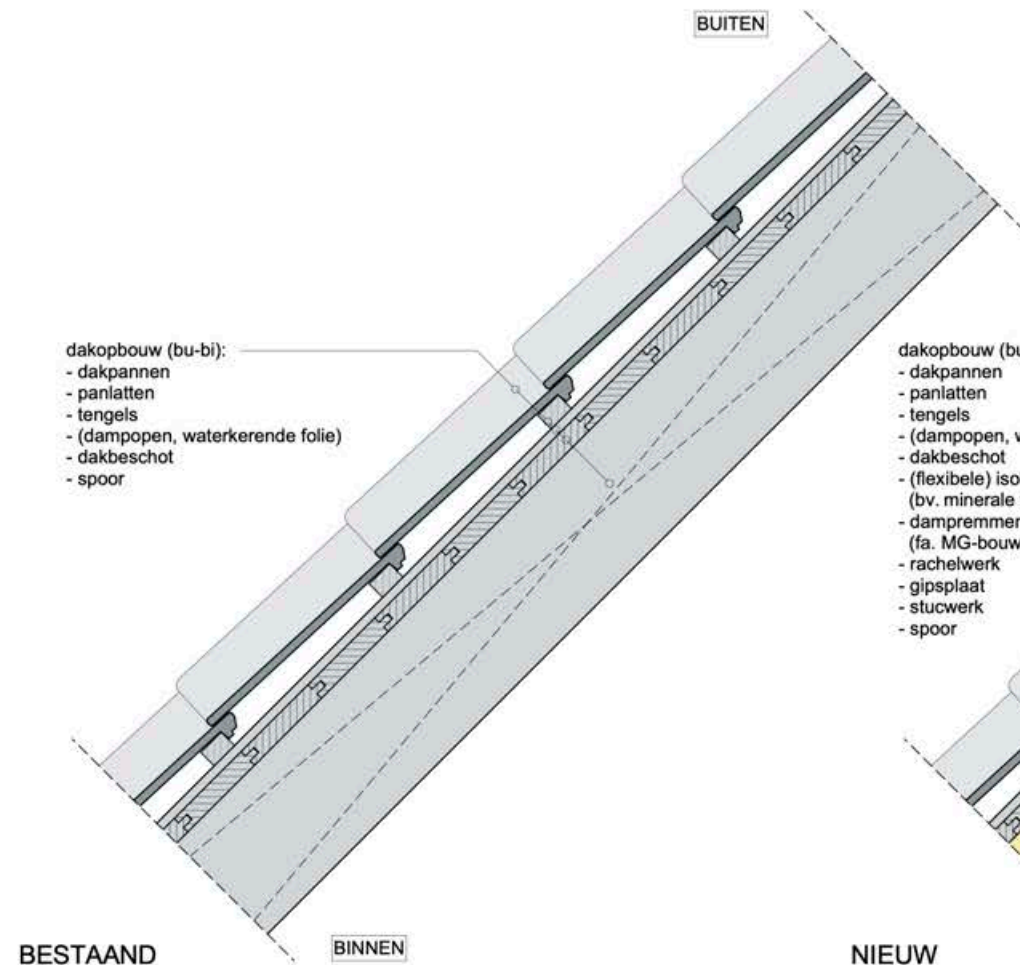
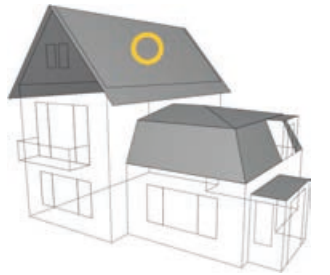
- houtrot in de kap door inwendige condensatie als gevolg van waterdamptransport door de constructie en/of op condens op plekken waar warme binnenlucht en koude buitenlucht elkaar kunnen ontmoeten;
- een onverwacht slechte isolatiewaarde vanwege condensatie in de isolatie en/of warmteverlies door binnenlucht die vrijelijk de constructie in kan stromen.

Bij het helemaal niet toepassen van een vorm van dampremming zijn deze risico's natuurlijk nog groter en dat wordt dan ook sterk afgeraden; ook bij het gebruik van natuurlijke materialen (zie hiervoor blad 5.03, rechtsonder).

Af en toe komt het voor dat de buitenzijde van het dak een dampremmend karakter heeft, bijvoorbeeld doordat er onder de pannen een bitumenlaag of dampdichte (eventueel isolerende, dunne) folie is aangebracht of het dakbeschot bestaat uit een plaatmateriaal dat geen vocht doorlaat. Isolatie aan de binnenzijde van het dak is dan niet verstandig, omdat de dakconstructie daardoor zou worden opgesloten tussen twee dampdichte lagen. Eventueel vocht dat dan nog in de constructie komt, kan er slecht uit en dat is een schaderisico.

THEORIE

In een wintersituatie stromen er energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om bij een isolatielaag aan de binnenzijde van het dak te voorkomen dat er op het grensvlak van isolatie en dakbeschot condens ontstaat en mogelijk houtrot, wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht.



5.10 PANNENDAK – KOUD DAK – AANSLUITINGEN

INLEIDING

Bij een koud dak zit de isolatie aan de binnenzijde. Bouwfysisch is dat niet optimaal. De kans dat condens opgesloten raakt in de constructie is groter, er zijn meer koudebruggen en de dampremmende laag wordt vaker onderbroken. Het is vooral een uitdaging om de aansluitingen bij de randen van de dakschilden goed damp- en luchtdicht te krijgen. Op deze detailbladen worden veel voorkomende aansluitingen getoond en hoe je die op een goede manier afwerkt.

Voor het isoleren van het dak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad zijn de nok en dakvoet van een sporenkap getekend en de aansluitingen op een bouwmuur en dakraam. De ruimte tussen de sporen is geheel vol gezet met isolatie. De gipsplaten, rachels en dampremmende laag – in dit geval een zogenaamde klimaatfolie die in de winter dampdicht is dan in de zomer – zijn voor de sporen langs getrokken. Hierdoor is de dakconstructie niet langer zichtbaar.

Vooruitlopend op het isoleren is op de muurplaat, de houten balk die plat op de bovenzijde van de gevel bij de goot ligt, eerst een baan klimaatfolie vastgezet met een speciaal daarvoor bedoelde tape of eventueel kit. Deze baan kan dan na het isoleren en plaatsen van de klimaatfolie omhoog worden geklapt en met tape aan de folie worden geplakt, zodat bij de dakvoet een goede luchtdichte aansluiting ontstaat. Ook bij de bouwmuren is voor een goede aansluiting een losse baan folie gebruikt die met een speciale kit aan de muur wordt vastgezet en daarna met tape aan de klimaatfolie wordt bevestigd.

Bij de nok lopen zowel de isolatielaag als de klimaatfolie door. De elektrische installatie zit in een plafonnetje dat op enige afstand onder de nok zit, zodat de isolatie en folie niet onderbroken hoeven te worden.

Bij het isoleren kan de klimaatfolie aanvankelijk voor het dakraam worden doorgetrokken, om daarna ter plaatse van het raam een I-vorm in de folie te snijden. De verticale snede wordt ongeveer in het midden van het dakraam aangebracht, de horizontale sneden strak langs het regelwerk boven en onder het dakraam. Hierdoor ontstaan aan weerszijden flappen die naar binnen kunnen worden geslagen, en met de eerdergenoemde, speciaal daarvoor bedoelde kit in de sponning van het kozijn worden vastgezet. Aan de boven- en onderzijde komen dan losse banen klimaatfolie, die ook met kit in de sponning van het kozijn worden vastgezet en in ieder geval 10cm zouden moeten overlappen met de folie rondom het raam. Daarna moeten alle naden worden afgeplakt met een geschikte tape, en eventuele, plaatselijke schade aan de folie kan met dezelfde tape hersteld worden.

AANDACHTSPUNTEN

Zie voor de aandachtspunten bij een koud pannendak de detailbladen 5.03 en 5.09. Hier worden alleen de aandachtspunten bij de aansluitingen benoemd.

Om tegen te gaan dat er vocht vanuit het binnenklimaat in de constructie stroomt, is het altijd noodzakelijk aan de warme kant van de isolatie een dampremmende laag aan te brengen. Ook bij het gebruik van een natuurlijk isolatiemateriaal zoals houtvezel of vlas. Bouwfysisch is de meest ideale situatie dat de gevels tegelijkertijd met het dak geïsoleerd worden, waardoor de dampremmende laag naadloos kan doorlopen in de voorzetwanden. Als dat geen optie is omdat de kap het enige bouwdeel is dat geïsoleerd wordt, dan is het wel van belang dat de aansluitingen op de vloer en wanden goed luchtdicht worden afgewerkt met een daarvoor bedoelde tape, lijm of kit. Een veelvoorkomende fout is dat men hier de folie gewoon laat stoppen, waardoor alle randen feitelijk luchtlekken zijn.

Een historisch dak is vaak een stuk minder star dan een modern dak. Het kan bewegen onder invloed van wisselingen in temperatuur en relatieve vochtigheid en door de belasting van wind of sneeuw. Dat stelt eisen aan de flexibiliteit en scheurweerstand van de dampremmende laag en de tape, lijm of kit bij. Sommige dampremmende lagen, zoals de aluminiumcachering op de papieren rug van een spijkerflensdeken, zijn vrij gevoelig voor scheuren, bijvoorbeeld op de plaatsen waar ze zijn vastgeniet. Het is dan beter een losse gewapende damprem te gebruiken. Om een goede, luchtdichte aansluiting te kunnen maken op de wanden en vloeren en tussen de banen folie onderling, moet de ondergrond droog en zo goed mogelijk vrij van stof en vuil zijn en de folie plooi- en met voldoende overlap zijn aangebracht.

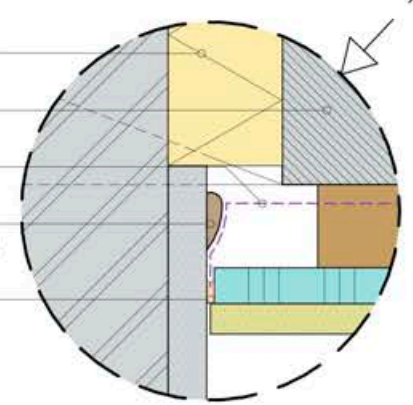
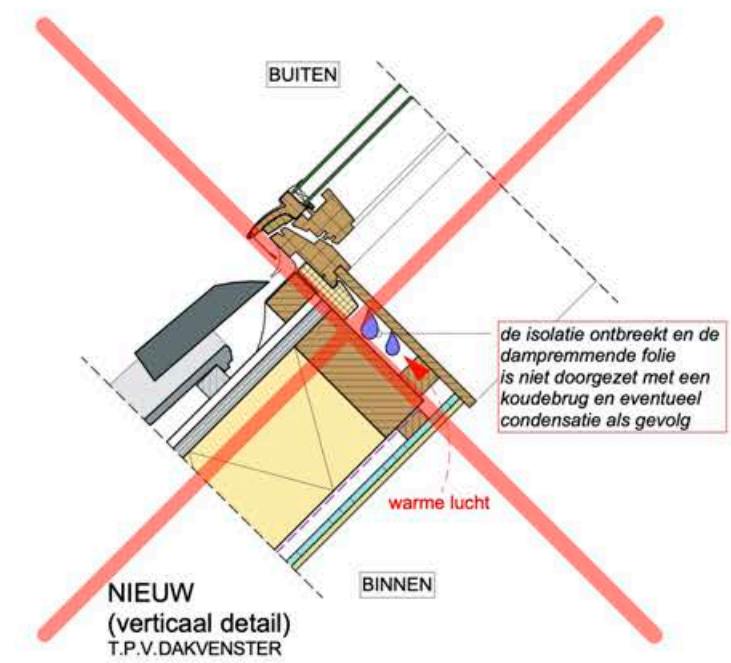
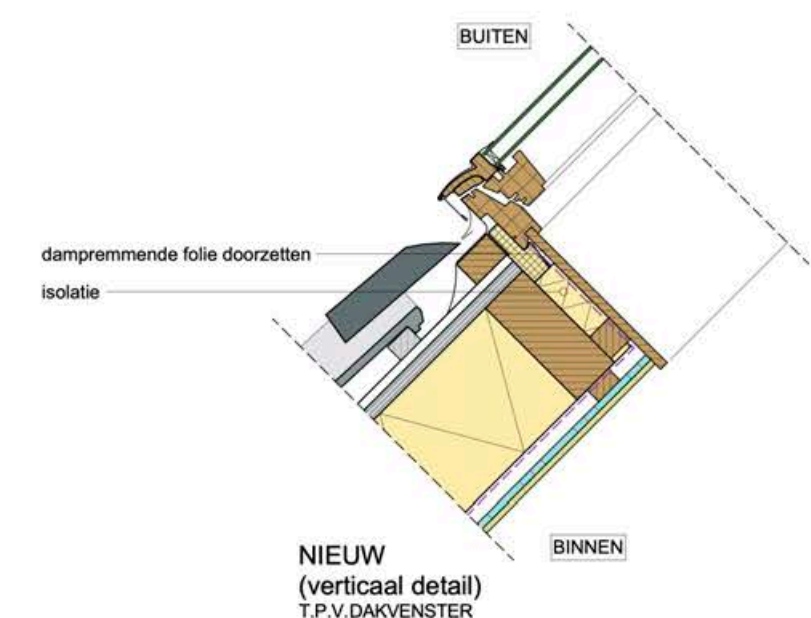
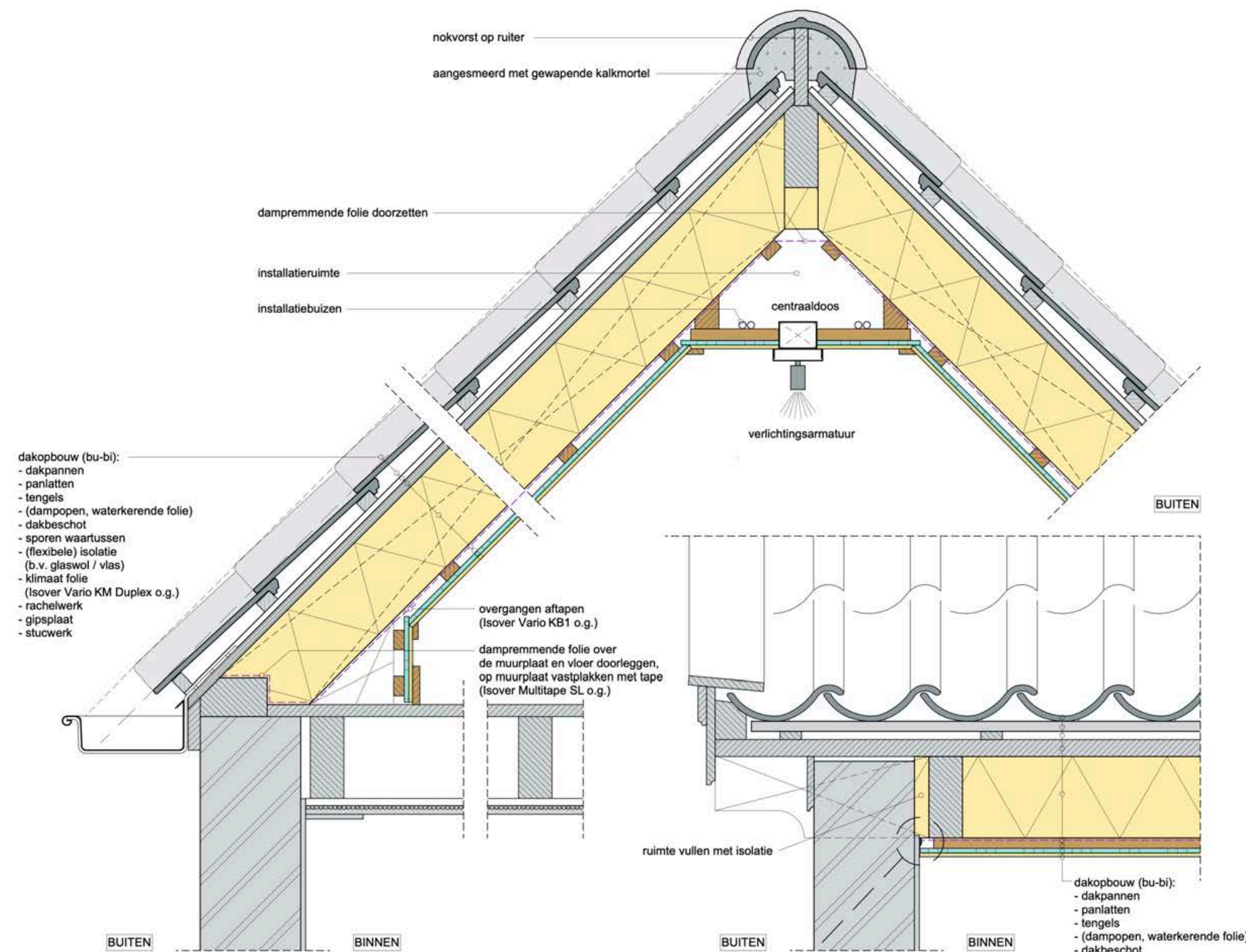
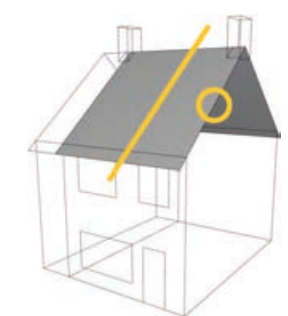
Bij het later plaatsen van een dakraam is het doel extra licht en is isolatie of dampremming vaak geen prioriteit. Toch is het verstandig daar wel oog voor te hebben. De aansluiting van de isolatie in het detail rechtsonder, met het rode kruis erdoor, is naast een koudebrug ook een lucht- en waterdamplek met mogelijke gevolgen voor de prestatie van de isolatie en de levensduur van de dakconstructie.

THEORIE

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen.

Zonder de toepassing van een dampremmende folie ontstaat daarom op het grensvlak van de isolatie en het dakbeschoot condens dat het dakbeschoot dwars op de richting van zijn houtvezels slecht verder naar buiten kan afvoeren. Daardoor bestaat het risico op houtrot aan de kapconstructie, ook bij natuurlijke materialen die (wat) vocht kunnen opnemen. Een zorgvuldige uitvoering van de dampremmende folie met zo min mogelijk onderbrekingen is belangrijk om schade en een slechte prestatie van de isolatie te voorkomen.

Bij een zorgvuldige uitvoering hoort ook het maken van luchtdichte aansluitingen van de folie op de omrandingen van het dak en op eventuele doorboringen, zoals een dakraam of de doorvoer van een cv. Warme binnenlucht die langs de randen van de folie in de constructie stroomt, kan namelijk nog veel meer water afzetten dan de eerdergenoemde dampstroom.



LUCHTDICHTING
SCHAAL 1:2

5.11 DAKEN ALGEMEEN – HITTEBESCHERMING

INLEIDING

De meeste energie die binnen een woning gebruikt wordt, gaat naar de verwarming. De verduurzaming van huizen is daarom vooral gericht op de winter: op het tegengaan van energieverlies en het verhogen van het comfort. Doordat de aarde opwarmt, neemt ook het risico toe dat er perioden zijn in de zomer waarin het binnenshuis te heet wordt. Bij heel energiezuinige nieuwbouwhuizen is oververhitting al een reëel aandachtspunt. De warmte van de zon die 's zomers de woning binnenkomt, kan dan door de goede isolatie en kierdichting slecht weer naar buiten ontsnappen.

Door de opwarming van het klimaat wordt het steeds normaler dat airconditioners ook worden gebruikt om woonhuizen te koelen. Vanuit de verduurzamingsopgave bekeken is dat eigenlijk ongewenst: de meest energiezuinige installatie is immers geen installatie. Op dit detailblad wordt getoond hoe opwarming van de ruimtes onder de kap – waar oververhitting in historische huizen het meest voorkomt – kan worden tegengegaan.

Voor het isoleren van het dak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad is een sporenkap getekend waarbij aan de binnenzijde van het dakbeschoot de ruimte tussen de sporen is geïsoleerd. Er is dus een koud dak gemaakt. Meer informatie over dat daktype kan gevonden worden op de detailbladen 5.03, 5.09 en 5.10.

Hier is van belang dat een relatief zware soort isolatie is gebruikt en dat onder de pannen een reflecte ende, waterkerende en dampdoorlatende folie is aangebracht. Bovendien is de isolatie niet in de vorm van dekens of platen verwerkt, maar door middel van inblazen. Daardoor ontstaat een naadloze isolatielaag die goed aansluit op zijn omgeving. Er worden als voorbeeld twee mogelijkheden voor de reflecte ende folie onder de pannen genoemd en twee zwaardere isolatiesoorten, namelijk houtvezelisolatie en cellulosevezels die zijn gemaakt van oude kranten. In het detail links zijn de sporen verhoogd met houten T-profielen, waa door de dikte van de isolatielaag en de isolatiewaarde toenemen.

AANDACHTSPUNTEN

Inblazen is werk voor professionals. Om ervoor te zorgen dat de beoogde isolatiewaarde ook echt wordt behaald, moet er precies genoeg materiaal worden ingeblazen. Te weinig materiaal leidt tot een lagere waarde maar te veel door de dichtere pakking van het materiaal ook (er zit dan te weinig lucht in de isolatie). Aandacht voor de afdichting van de randen van de constructie is nodig om te voorkomen dat het isolatiemateriaal ook buiten het dak terecht komt.

Het gewicht is een belangrijk aandachtspunt en loopt bij hernieuwbare isolatiematerialen die kunnen worden ingeblazen sterk uiteen. Bij daken is het gewicht van houtvezelisolatie ongeveer 40kg/m³, van cellulose ca. 45-50kg/m³, van stro ca. 105-115kg/m³ en van kalkhennep ca. 175kg/m³. Het mag duidelijk zijn dat kalkhennep minder vaak toe te passen is dan houtvezelisolatie. En als de draagkracht van de historische constructie beperkt is – denk bijvoorbeeld aan een vrij lichte sporenkap bij een rietgedekte boerderij – dan is het toepassen van een zwaardere isolatiesoort überhaupt niet altijd mogelijk. Of het verhogen van de sporen met T-profielen mogelijk is, hangt eveneens af van de belastbaarheid van de constructie.

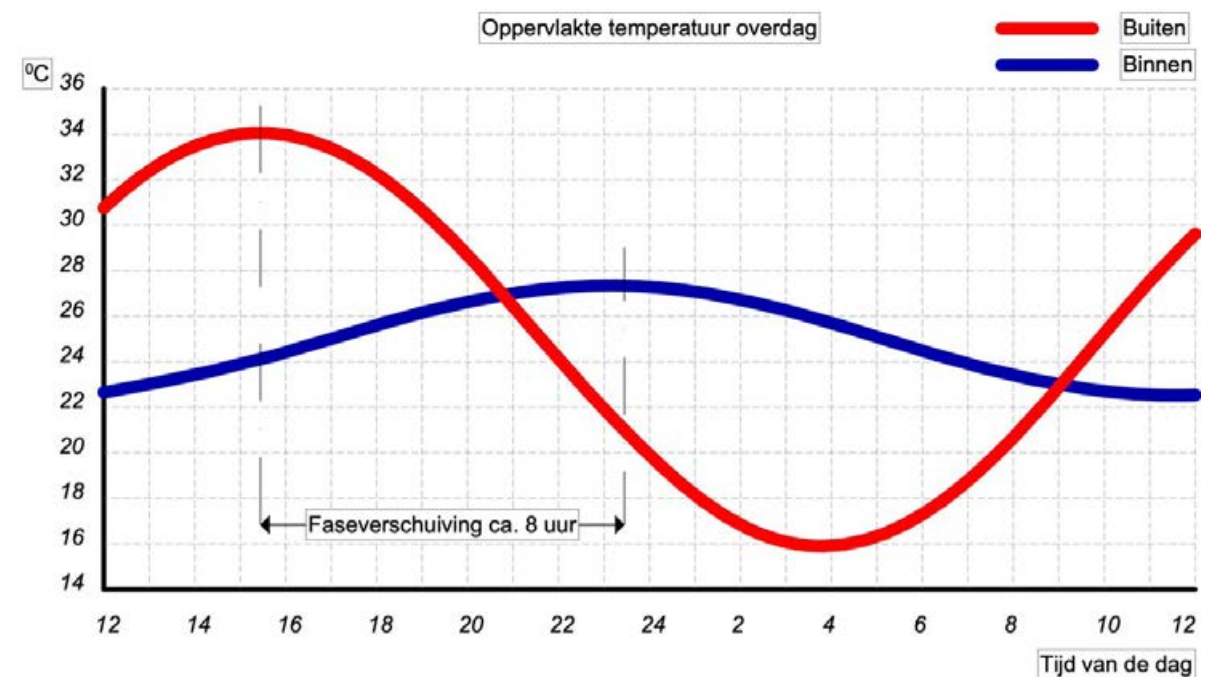
De reflecte ende, waterkerende folie moet niet worden verward met een multifolie, zoals op detailblad 5.04. Die laatste folie is vooral bedoeld om energieverlies van binnen tegen te gaan, terwijl de eerste opwarming van de ruimte onder het dak tegengaat doordat hij de warmtestraling naar buiten terugkaatst. Een reflecte ende, waterkerende folie is bovendien dampopen, terwijl dat niet altijd geldt voor een multifolie. Het dampopen karakter is van belang zodat eventueel vocht in de constructie hier gemakkelijker kan verdampen.

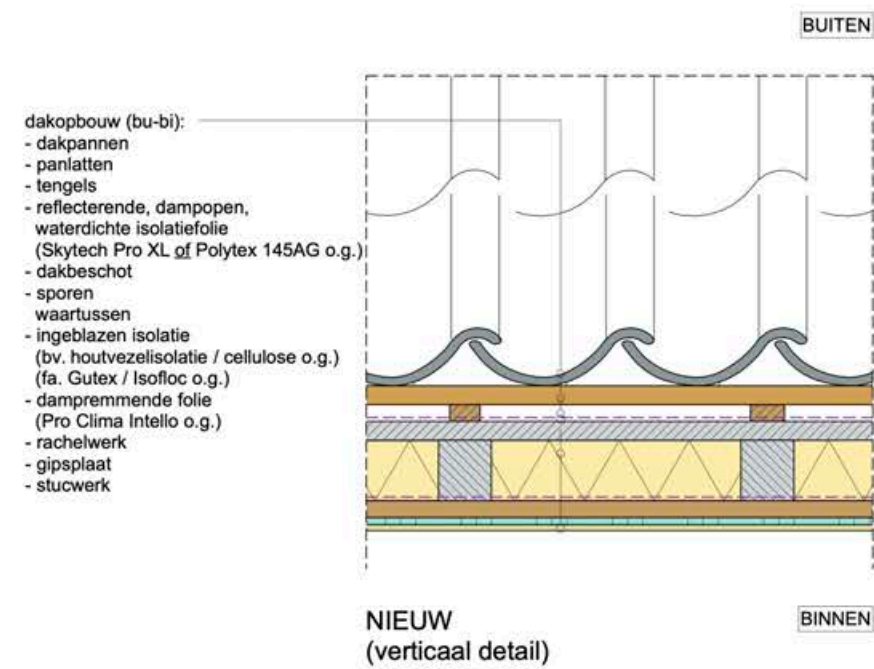
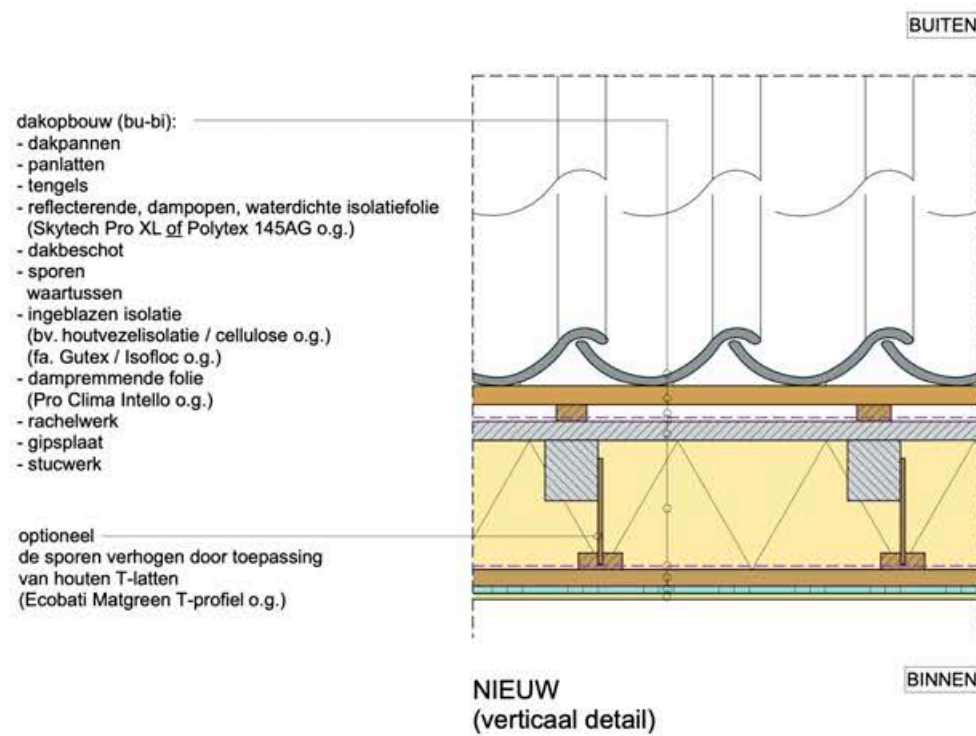
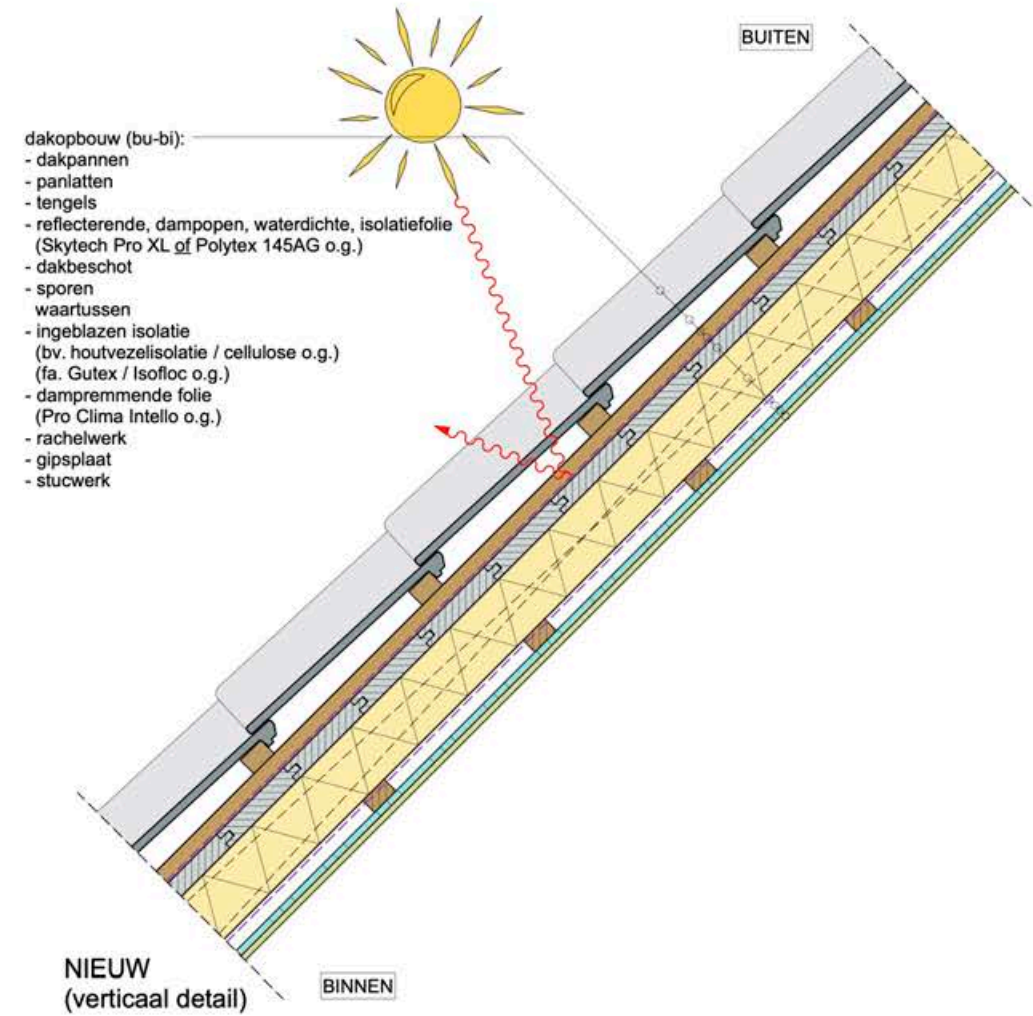
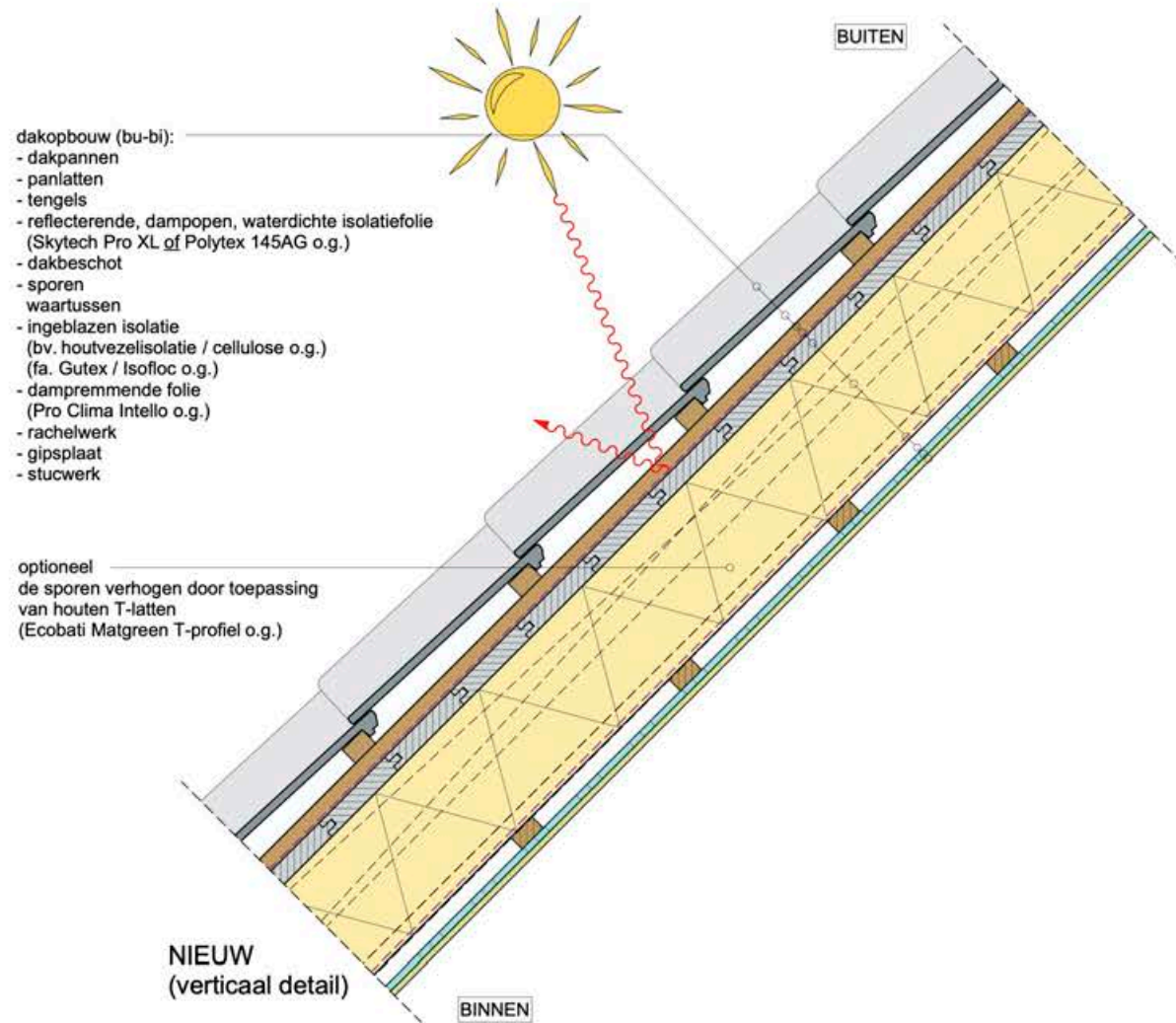
THEORIE

Isolatiematerialen zijn licht van gewicht, omdat ze veel stilstaande lucht bevatten die geleiding tegengaat. De hier behandelde, wat zwaardere isolatiematerialen bevatten minder lucht waardoor ze iets minder goed isoleren, maar wel beter warmte kunnen opslaan. Daardoor duurt het in de zomer langer voordat de warmte van buiten binnen voelbaar is. Als de vertraging in het opwarmen van het binnenklimaat maar lang genoeg is, kan gebruik worden gemaakt van de alweer lagere temperaturen in de zomernacht om te koelen door te ventileren.

De tijd tussen de maximale buiten- en binnentemperatuur wordt faseverschuiving genoemd. In het meest gunstige geval is de faseverschuiving groter dan 12 uur, zodat de maximale binnentemperatuur in de tweede helft van de nacht ligt en niet in de avond als je gaat slapen (zoals in de grafische wee gave hiernaast).

De reflecte ende folie onder de pannen gaat opwarming tegen doordat hij het binnenstromen van warme buitenlucht in de constructie tegengaat. Bovendien reflecteert de folie wa mtestraling van de dakpannen, waarvan de temperatuur onder invloed van de zon kan oplopen tot wel 85°C.





5.12 ROEVENDAK – WARM EN KOUD DAK

INLEIDING

Een roevendak is een flauw tot steil hellend dak, waarvan de waterke ende laag bestaat uit door roeven gescheiden banen metaalplaat. Die banen lopen met de dakhelling mee en hebben aan de zijkant, bij de roeflatten, opstaande randen waa over een metalen roefkap valt. De oudste roevendaken waren voorzien van een loden dakbedekking. Vanaf de 19^e eeuw kwam zink beschikbaar als een alternatief met minder gewicht en een lagere kostprijs. Die voordelen, in combinatie met de groeiende populariteit van de mansardekap (zie ook 5.08), hebben ertoe geleid dat de meeste roevendaken in Nederland 19^e-eeuwse daken met een zinken dakbedekking zijn.

Vanwege het dampdichte karakter van metaal is het belangrijk dat roevendaken zo geïsoleerd worden dat er geen schade ontstaat. Op dit detailblad worden daarvoor oplossingen getoond, zowel met isolatie aan de buitenzijde van de constructie als aan de binnenzijde.

Voor de hier beschreven werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente noodzakelijk. Bij een niet-monument toestemming is die nodig als er aan de buitenzijde geïsoleerd wordt, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op onder andere gevels en goten).

UITVOERING

Op het detailblad is een sporenkap met een zinken roevendak getekend. Het zink wordt overal ondersteund door een dakbeschot van houten planken die met een messing en groef in elkaar sluiten. Er zijn drie manieren getekend om het dak te isoleren.

- In het detail linksonder blijft het zink aan de buitenzijde liggen en is tussen de sporen geïsoleerd, waardoor een deel van de constructie zichtbaar blijft. Er is dus een koud dak gemaakt (zie voor het onderscheid de bladen 5.01-5.03). Ten behoeve van het zicht van binnenuit zijn nieuwe houten planken met een messing en groef aanbracht die zijn bevestigd op latten die aan de zijkant van de sporen zijn vastgezet. De dampremmende laag, die zich aan de warme zijde van de isolatie bevindt, stopt bij ieder spoor of elke gording. Tussen de isolatie en het dakbeschot blijft een spouw van minimaal 40mm open, die met buitenlucht geventileerd wordt. Om de onderzijde van het zink te kunnen beluchten, zijn plaatselijk gaten in het dakbeschot geboord waardoor een verbinding ontstaat naar de geventileerde spouw.
- In het detail rechtsonder blijft ook het zink aan de buitenzijde liggen en is tussen de sporen geïsoleerd. Er is dus een koud dak gemaakt. De dampremmende folie, rachels en gipsplaat ter afwerking zijn voor de sporen langs getrokken, waardoor de constructie niet langer zichtbaar is. Tussen de isolatie en het dakbeschot blijft een spouw van minimaal 40mm open, die met buitenlucht geventileerd wordt. Om de onderzijde van het zink te kunnen beluchten, zijn plaatselijk gaten in het dakbeschot geboord waardoor een verbinding ontstaat naar de geventileerde spouw.
- Het detail rechtsboven gaat uit van een warm dak. Allereerst moeten daarvoor het zink en de roeflatten worden verwijderd. Op het bestaande dakbeschot komen vervolgens houten regels en daartussen PIR-isolatieplaten. De isolatieplaten zijn vanuit de fabriek al voorzien van een dampremmende laag. De regels moeten minimaal 40mm dikker zijn dan de isolatieplaten om te zorgen voor voldoende ventilatie in de luchtspouw onder de nieuwe dakvloer. Deze nieuwe vloer bestaat uit ongeschaafde houten delen van minimaal 21 mm dikte, die 10 tot 15mm uit elkaar liggen om eventueel condens aan de onderzijde van het zink te kunnen afvoeren. Op de dakvloer worden opnieuw volgens de daarvoor geldende voorschriften opnieuw roeflatten en zink aangebracht.

AANDACHTSPUNTEN

Voor alle oplossingen geldt dat er door afkoeling condens aan de onderzijde van het zink kan ontstaan die door ventilatie afgevoerd zal moeten worden. Daarom is in alle details een luchtspouw getekend. Deze wordt geventileerd met buitenlucht. Niet met binnenlucht, want daardoor zou juist condens optreden! Om te zorgen dat er door opwarming van het dak trek in de spouw ontstaat, is het nodig aan de boven- en onderzijde ventilatieopeningen in het dak te maken.

De ventilatie in de spouw kan condens bij de getekende details slechter afvoeren als het bestaande dakbeschot blijft zitten, omdat de planken met messing en groef in elkaar grijpen en het beschot daardoor een stuk luchtdichter is. Daarom zijn er gaten geboord, maar deze oplossing ventileert minder goed dan met houten delen die een stukje uit elkaar liggen.

Verdere aandachtspunten zijn:

Bij c.

Een warm dak heeft bouwfysisch gezien de voorkeur, omdat de kans op koudebruggen en condensatie in de constructie kleiner is. Ook kan met een warm dak de kapconstructie in het zicht blijven en is het risico op lekkage minder groot. Nadelen van een warm dak zijn de kosten – er moet een steiger worden geplaatst en de bestaande dakbedekking moet worden vervangen – en de aansluitingsproblemen op gevels, dakkapellen, schoorstenen en goten, waardoor de dikte van de isolatielaag en de isolatiewaarde vaak noodgedwongen beperkt moeten blijven. De houten regels tussen de platen verlagen de isolatiewaarde nog verder. Bij eenvoudige daken met grotere vlakken is het daarom soms beter voor isolatiepanelen met opgelijmde tengels te kiezen. Daarmee loopt de isolatielaag ononderbroken door.

Bij a en b.

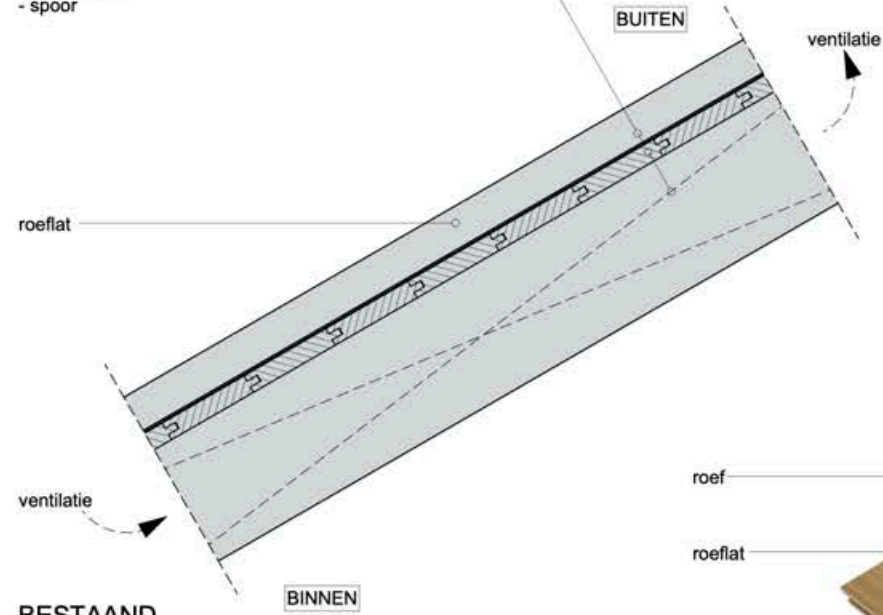
Bij een koud dak kan de isolatiewaarde vaak hoger zijn, maar is een voorwaarde voor het aanbrengen van isolatie dat het dak in een goede staat moet zijn. Als er al een lekkage is, dan zal die op termijn onvermijdelijk tot schade aan de constructie door houtrot leiden. De wijze van uitvoering is nogal bepalend voor het resultaat van de werkzaamheden: isolatieplaten die onderling en op de constructie goed aansluiten en zorgvuldig luchtdicht afgewerkt zijn, functioneren aanzienlijk beter. Daarom is de constructieopbouw waarbij de damprem voor de sporen doorloopt (optie b) technisch gezien beter: er zijn minder onderbrekingen van de dampremmende laag die een lucht- en waterdamplek kunnen vormen.

THEORIE

Alle voorwerpen stralen warmte uit (infrarood) en ontvangen die ook. Als de balans negatief is, leidt dat tot afkoeling: denk bijvoorbeeld aan het dak van een auto dat 's ochtends bevroren kan zijn terwijl de luchttemperatuur in de nacht niet onder het vriespunt is geweest. Net als een auto kan een metalen dak onder een open nachtelijke hemel flink afkoelen. Aterdamp uit de buitenlucht en uit de lucht in de dakconstructie condenseert daardoor respectievelijk op de boven- en onderzijde van het metaal.

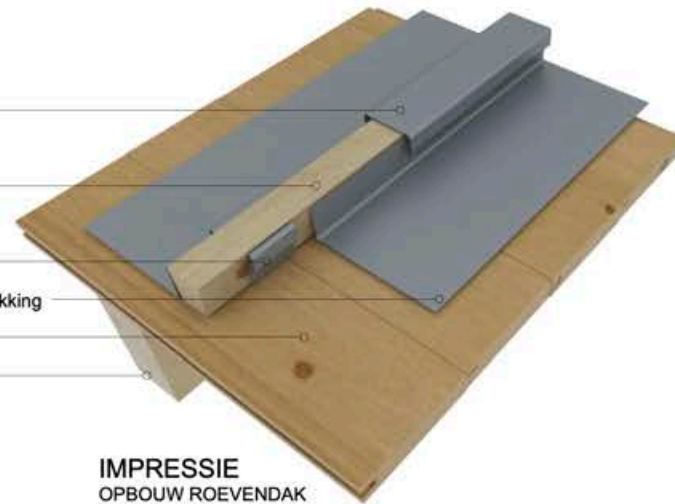
Tegelijkertijd is metaal heel dampdicht. Om te voorkomen dat vocht wordt opgesloten onder het metalen dak en daar tot een slechte prestatie van de isolatie en houtrot leidt, is het nodig een geventileerde spouw toe te passen en de aanvoer van vocht vanuit het binnenklimaat zoveel mogelijk tegen te gaan met een dampremmende laag aan de warme zijde van de isolatie, en deze laag zo min mogelijk te onderbreken.

dakopbouw (bu-bi):
- zinken dakbedekking (roeven)
- dakbeschoot
- spoor



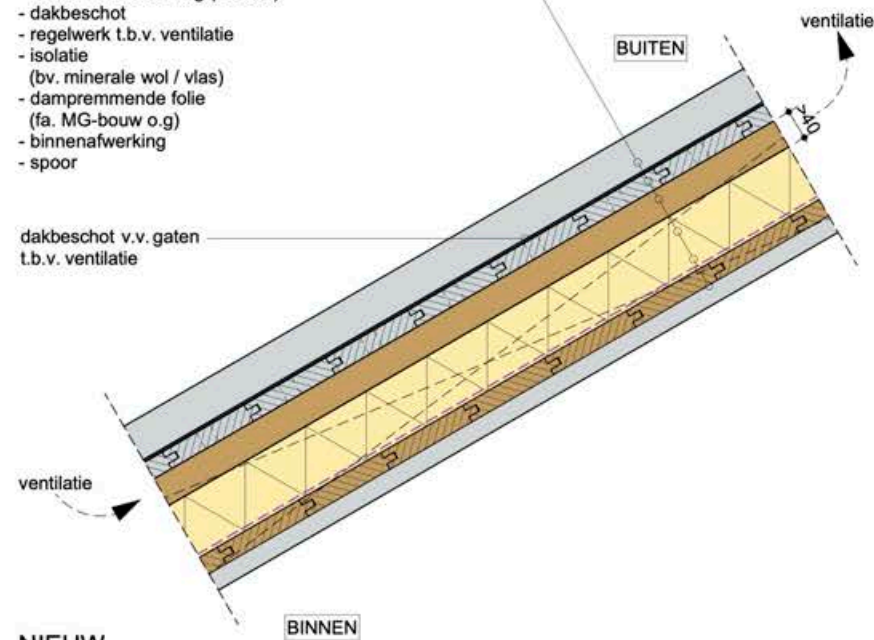
BESTAAND
(verticaal detail)

roef
roeflat
roefklang
zinken dakbedekking
dakbeschoot
spoor



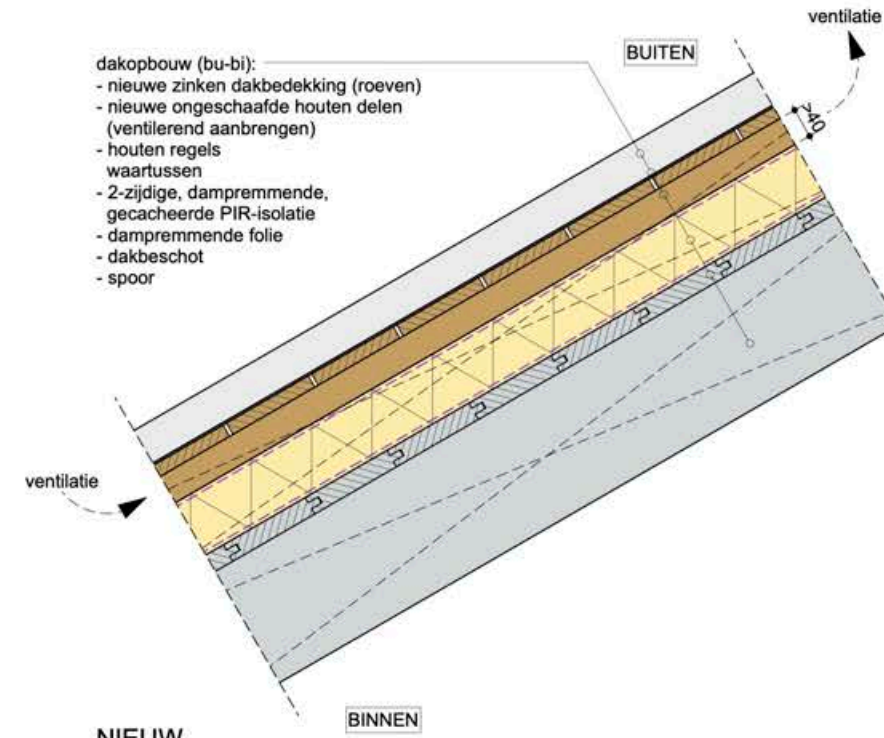
IMPRESSIE
OPBOUW ROEVENDAK

dakopbouw (bu-bi):
- zinken dakbedekking (roeven)
- dakbeschoot
- regelwerk t.b.v. ventilatie
- isolatie
(bv. minerale wol / vlas)
- dampremmende folie
(fa. MG-bouw o.g.)
- binnenafwerking
- spoor



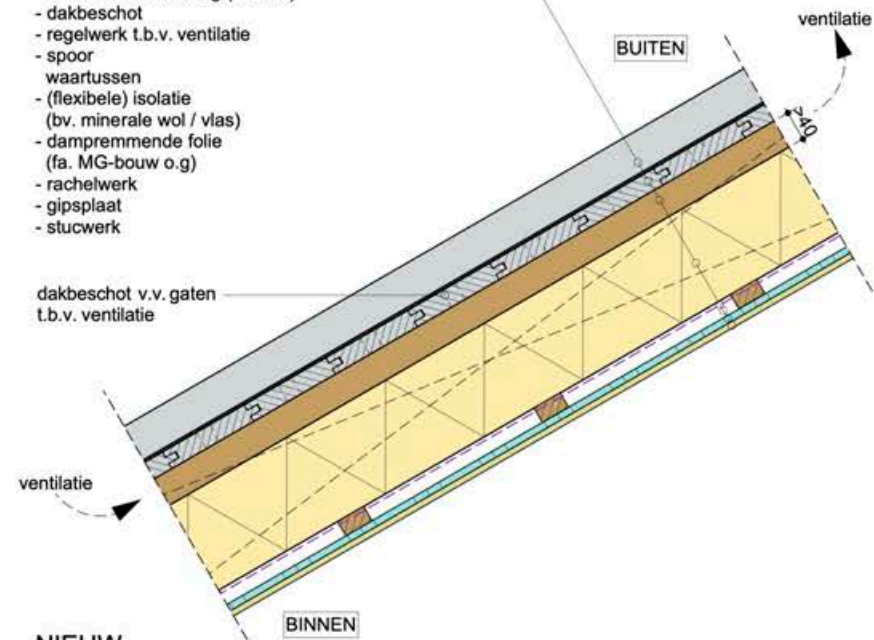
NIEUW
(verticaal detail)
KOUD DAK
SPOREN GEDEELTELIJK ZICHTBAAR

dakopbouw (bu-bi):
- nieuwe zinken dakbedekking (roeven)
- nieuwe ongeschaafde houten delen
(ventilerend aanbrengen)
- houten regels
waartussen
- 2-zijdige, dampremmende,
gecacheerde PIR-isolatie
- dampremmende folie
- dakbeschoot
- spoor

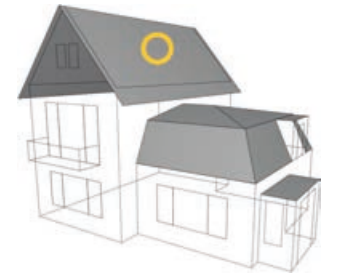


NIEUW
(verticaal detail)
WARM DAK

dakopbouw (bu-bi):
- zinken dakbedekking (roeven)
- dakbeschoot
- regelwerk t.b.v. ventilatie
- spoor
waartussen
- (flexibele) isolatie
(bv. minerale wol / vlas)
- dampremmende folie
(fa. MG-bouw o.g.)
- rachelwerk
- gipsplaat
- stucwerk



NIEUW
(verticaal detail)
KOUD DAK
SPOREN ONZICHTBAAR



5.13 RIETEN DAK – WARM EN KOUD DAK

INLEIDING

Riet behoort tot de oudste dakbedekkingsmaterialen van ons land. Het was ruim voorradig, relatief goedkoop, waterdicht en zelfs enigszins isolerend. Tegenwoordig denken we bij een rieten dak vooral aan agrarische gebouwen op het platteland, omdat de steden vanwege brandgevaar al vanaf de 14^e eeuw de versterking van muren en daken begonnen te stimuleren. Maar riet is vanwege zijn esthetische kwaliteiten sinds het einde van de 19^e eeuw ook veel toegepast op fraaie villa's met een landelijke uitstraling.

Bij een traditioneel gebonden rieten dak wordt de onderzijde van het dak geventileerd met buitenlucht. Ondanks de in wezen isolerende eigenschappen van riet, ontsnapt daardoor veel warmte. Op dit detailblad worden oplossingen getoond, zowel met isolatie aan de buitenzijde van de dakconstructie als aan de binnenzijde.

Voor het isoleren van het rieten dak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument is die nodig als er aan de buitenzijde geïsoleerd wordt, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op bijvoorbeeld gevels en dakkapellen).

UITVOERING

Op het detailblad is als bestaande situatie de kapvoet van een rietgedekte boerderij getekend. Het van binnenuit zichtbare riet wordt gedragen door rondhouten sporen en het dak heeft zoals gebruikelijk is geen goot. Het riet is traditioneel gebonden. Dat wil zeggen dat het riet bevestigd is op rietlatten door middel van een draad die om de lat wordt geslagen. Aan de onderzijde wordt het riet aan de onderzijde onder spanning gezet door een knelplank, die het opwaaien en beschadigen van het riet voorkomt en zorgt voor een goede afwatering buiten de gevel. De knelplank is voorzien van openingen, zodat de onderzijde van het rieten dak geventileerd wordt.

Er zijn vier geïsoleerde constructieopbouwen getekend, waarbij bij drie oplossingen tegelijkertijd met het isoleren het riet vervangen wordt.

- Linksonder is aan de binnenzijde geïsoleerd terwijl het riet is blijven liggen. Er is dus een koud dak gemaakt. De vrij lichte sporen zijn aan weerszijden verzwaaard met extra sporen vanwege het toegenomen gewicht als gevolg van de isolatie en het dakbeschot, en omdat tussen de rietlatten en de isolatielaag een geventileerde spouw van tenminste 50mm gehandhaafd moet blijven. Op de zijkant van de nieuwe sporen zijn latten gezet om de isolatieplaten op hun plaats te houden. De flexibele platen zijn iets g oter gesneden dan de ruimte tussen de sporen, zodat ze goed aansluiten. De damprem en de binnenafwerking – in dit geval houten delen met een messing en groef, maar gipsplaat zou vanwege de brandwerendheid ook een logische keuze zijn – zijn voor de sporen langs getrokken, waardoor de constructie niet langer zichtbaar is.
- Bij het detail in het midden bovenaan is gekozen voor vervanging van het riet en de rietlatten. Op de bestaande sporen is dakbeschot aangebracht en op het beschot regels die aan de sporen worden vastgeschroefd zodat de stijfheid van de constructie toeneemt. De regels hebben dezelfde dikte als de isolatieplaten die tussen de regels zijn geplaatst. In dit geval is gekozen voor een dunne PIR-isolatieplaat vanwege de beperkt beschikbare ruimte voor een verhoging van het dak. Op de regels zijn tengels aangebracht en daarop komt opnieuw een traditioneel gebonden rieten dak met rietlatten. Vanwege de toegenomen dikte van het dakpakket is aan de onderzijde van het dak een bredere knelplank toegepast.
- Het detail rechtsboven gaat uit van de plaatsing van een geïsoleerd sandwichpaneel bovenop de sporen, nadat eerst het riet en de rietlatten zijn verwijderd. Er wordt dus een warm dak gemaakt. In het paneel zijn een dampremmende laag en een schroefplaat opgenomen. Het riet wordt op deze plaat vastgezet met schroeven waaraan een draad bevestigd is en er zit geen luchtlaag meer onder het riet. Zo'n rieten dak wordt een schroefdak genoemd. Vanwege de toegenomen dikte van het dakpakket is aan de onderzijde van het dak een bredere knelplank toegepast.
- Rechtsonder is een koud dak getekend, waarbij het traditioneel gebonden rieten riet vervangen is door een schroefdak. Aan de binnenzijde is het dak namelijk geïsoleerd met een ingeblazen cellulose-isolatie (zie hiervoor ook blad 5.11) en dat is niet mogelijk als zich onder het riet nog een geventileerde luchtspouw bevindt. Eventueel kunnen de sporen nog verhoogd worden met een houten T-profiel, zodat de dikte van de isolatielaag kan toenemen. Over de sporen zijn een damprem en een binnenafwerking aangebracht.

AANDACHTSPUNTEN

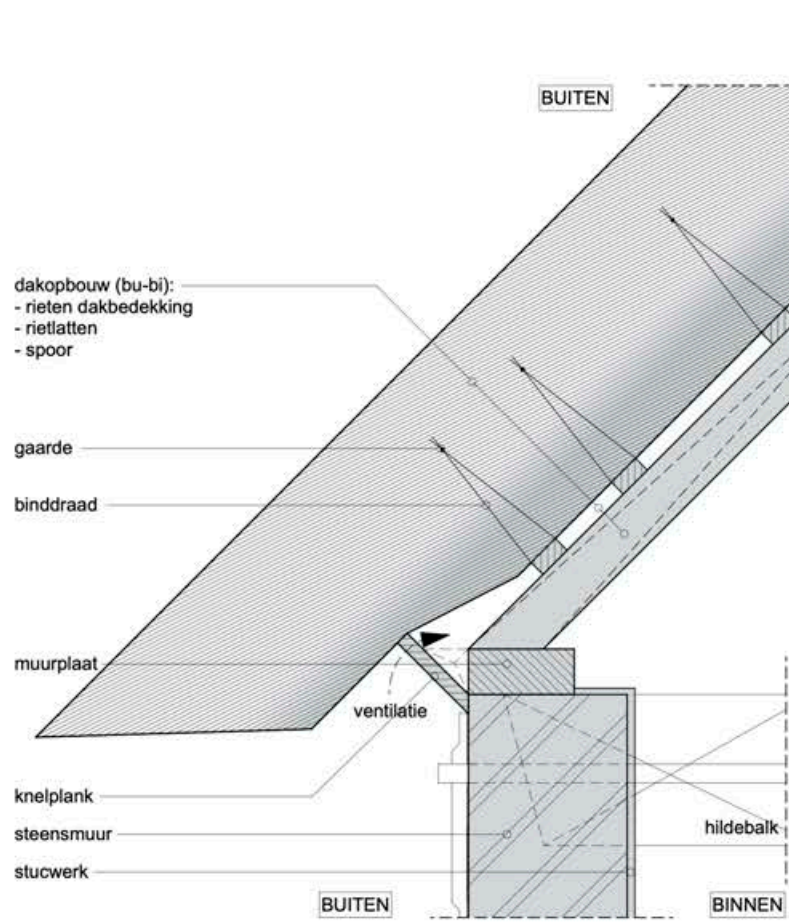
Bij de keuze van de oplossing spelen meerdere factoren een rol. Zoals natuurlijk de technische staat van het rieten dak: als die goed is, ligt het maken van een koud dak meer voor de hand. Ook de gevolgen voor het aanzicht spelen een rol. Een warm dak is bouwfysisch een betere oplossing maar ook dikker met lastig op te lossen aansluitingen, waardoor de dikte van de isolatielaag en de isolatiewaarde vaak noodgedwongen beperkt moeten blijven. En als aan de buitenzijde met stijve, rechte platen of panelen geïsoleerd wordt, gaan karakteristieke glooiingen in het dakvlak verloren.

Ook bij een schroefdak bestaat het risico op een verstrakking van het dakvlak. Dit daktype heeft bovendien waarschijnlijk een kortere levensduur dan een traditioneel gebonden dak waarbij het riet aan twee kanten kan drogen. Om die reden zijn de dampremming en luchtdichte aansluitingen (zie ter inspiratie blad 5.10) bij een schroefdak extra belangrijk. Omdat de luchtspouw van een gebonden dak ook bijdraagt aan de zuurstofftoevoer bij brand, is een schroefdak tegenwoordig toch het meest gebruikelijk.

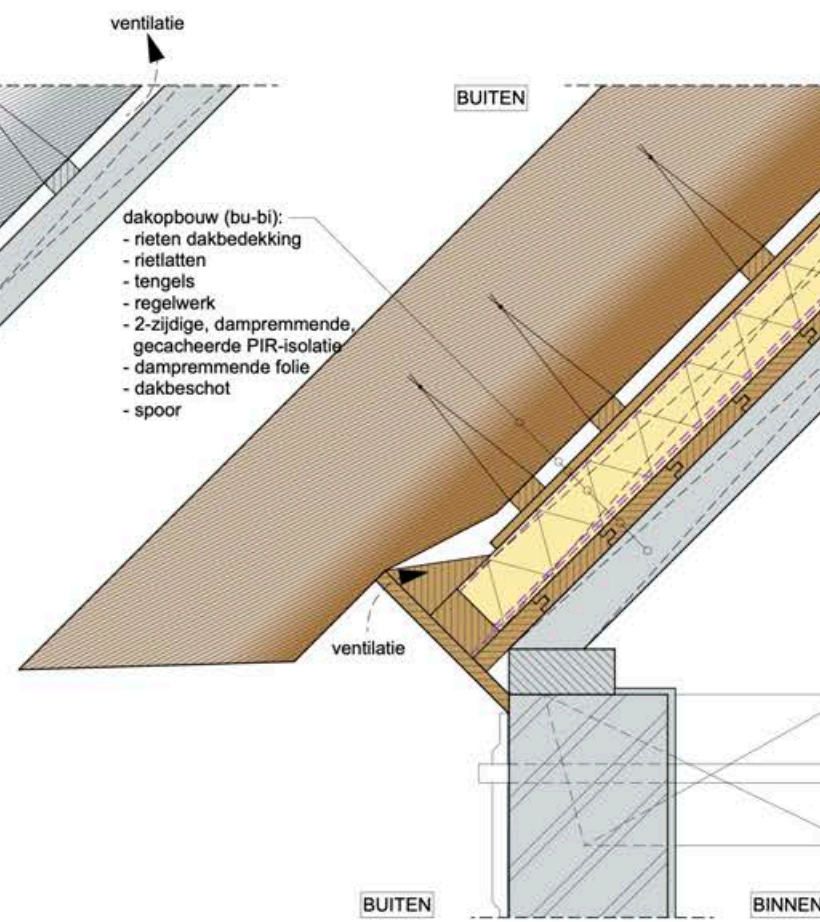
Een ander aandachtspunt is de constructie. De lichte sporen van een boerderij geven vaak weinig ruimte voor extra gewicht zonder aanpassingen te doen. Het opdikken van de sporen (zoals bij a) is dan een mogelijke oplossing; de getekende T-profielen (bij d) dragen weinig bij aan de sterkte van het dak. Op ondhouten sporen is geen goede aansluiting te maken met harde isolatieplaten en/of een dampremmende folie. Het is beter om de dampremmende laag voor de sporen langs te trekken en te werken met flexibele dekens of ingeblazen isolatie – alle holle ruimtes worden dan gevuld.

THEORIE

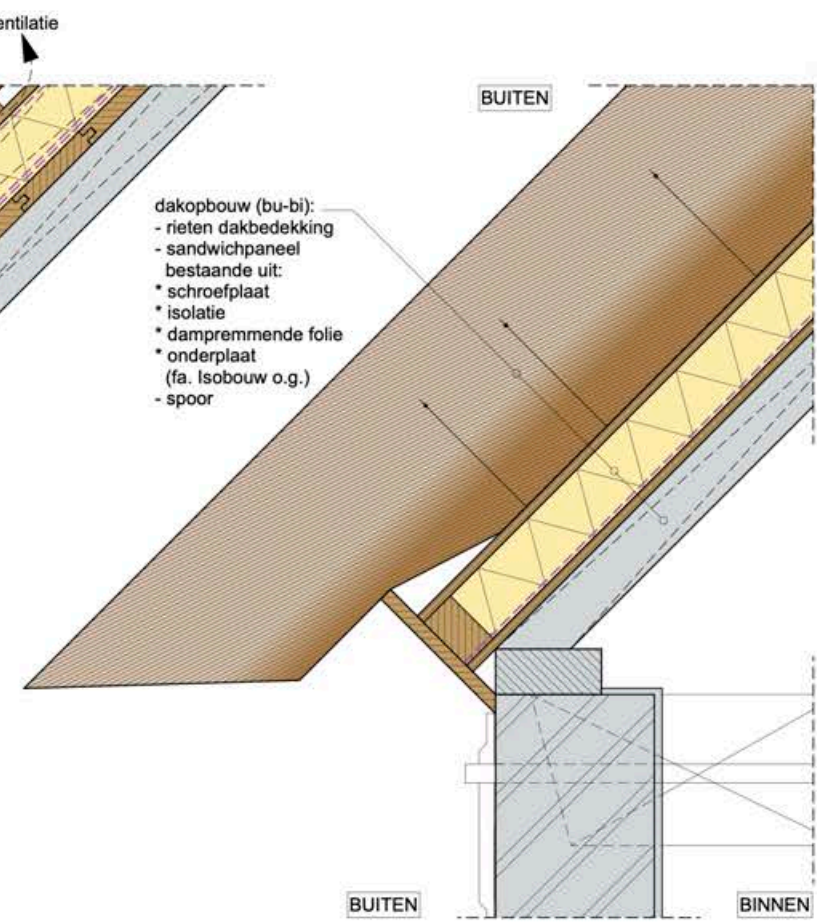
Riet is een natuurlijk materiaal dat onder invloed van uv-straling en vocht langzaam vergaat. Een rieten dak gaat 25-35 jaar mee, afhankelijk van het riet, de dakhelling, oriëntatie ten opzichte van de zon en eventuele bomen rond het huis. Een schroefdak is gevoeliger voor rot, omdat het riet op een plaat zit en hier niet kan drogen. Daarom moet het waterdamptransport vanuit de woning worden tegengegaan met een damprem, die goed luchtdicht is afgewerkt.



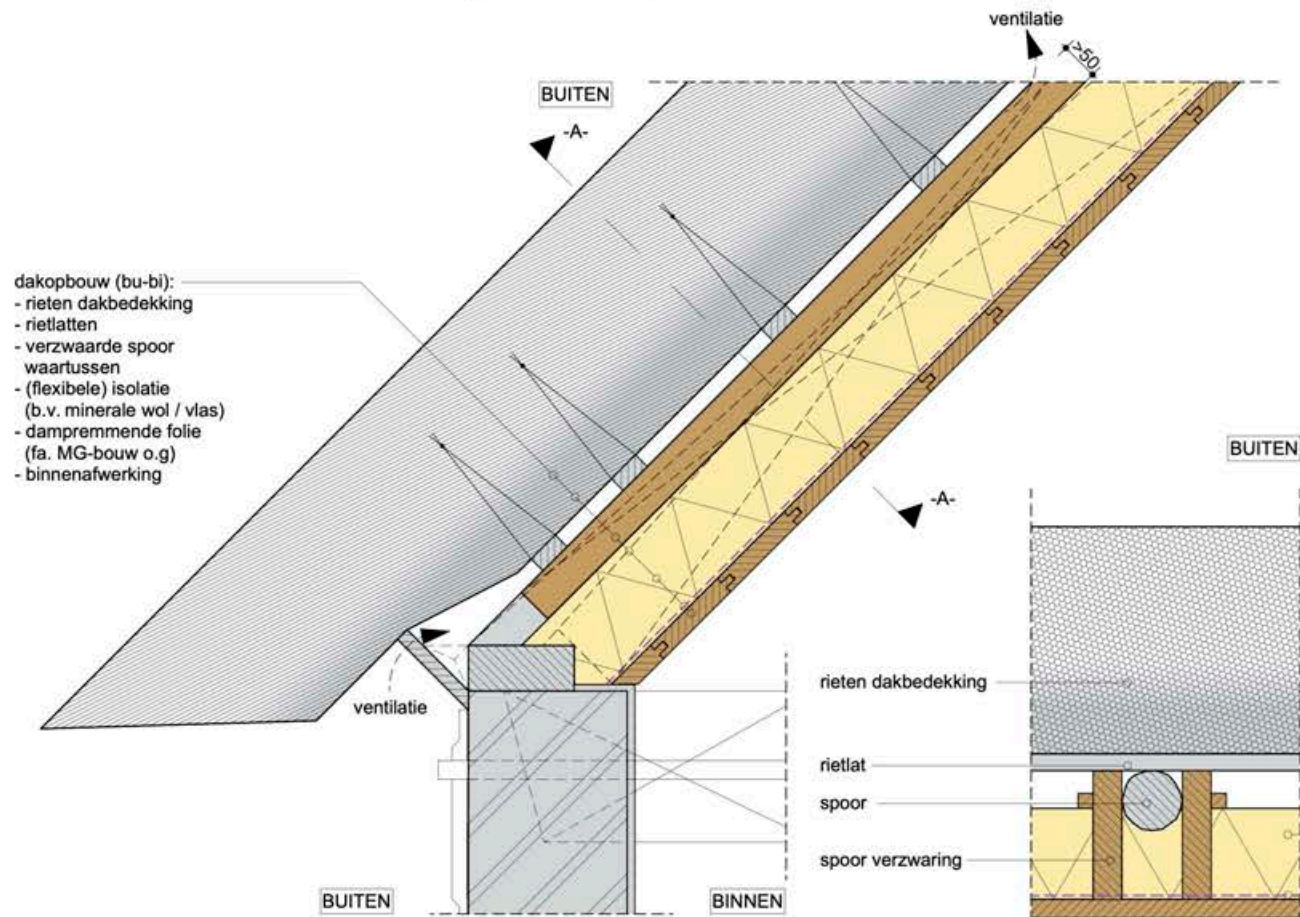
BESTAAND
(verticaal detail)



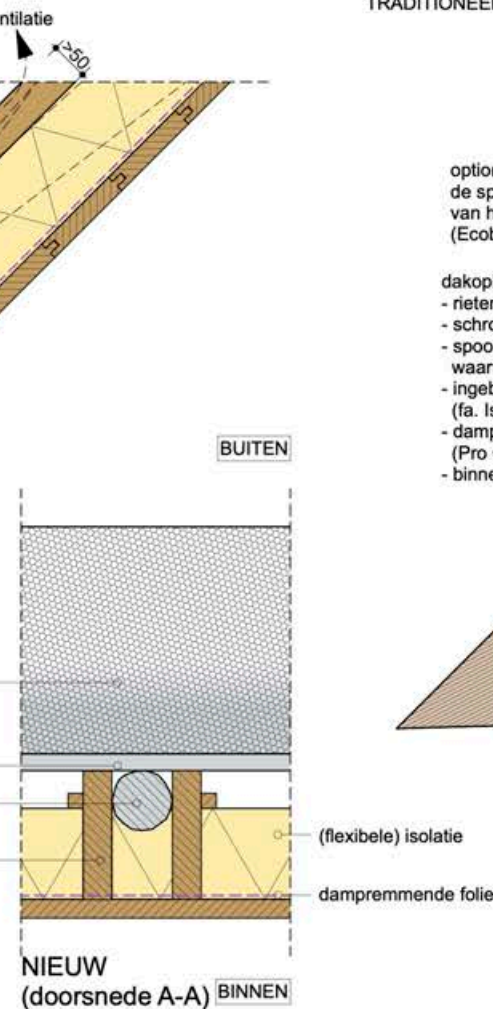
NIEUW
(verticaal detail)
TRADITIONEEL RIETEN DAK + WARM DAK



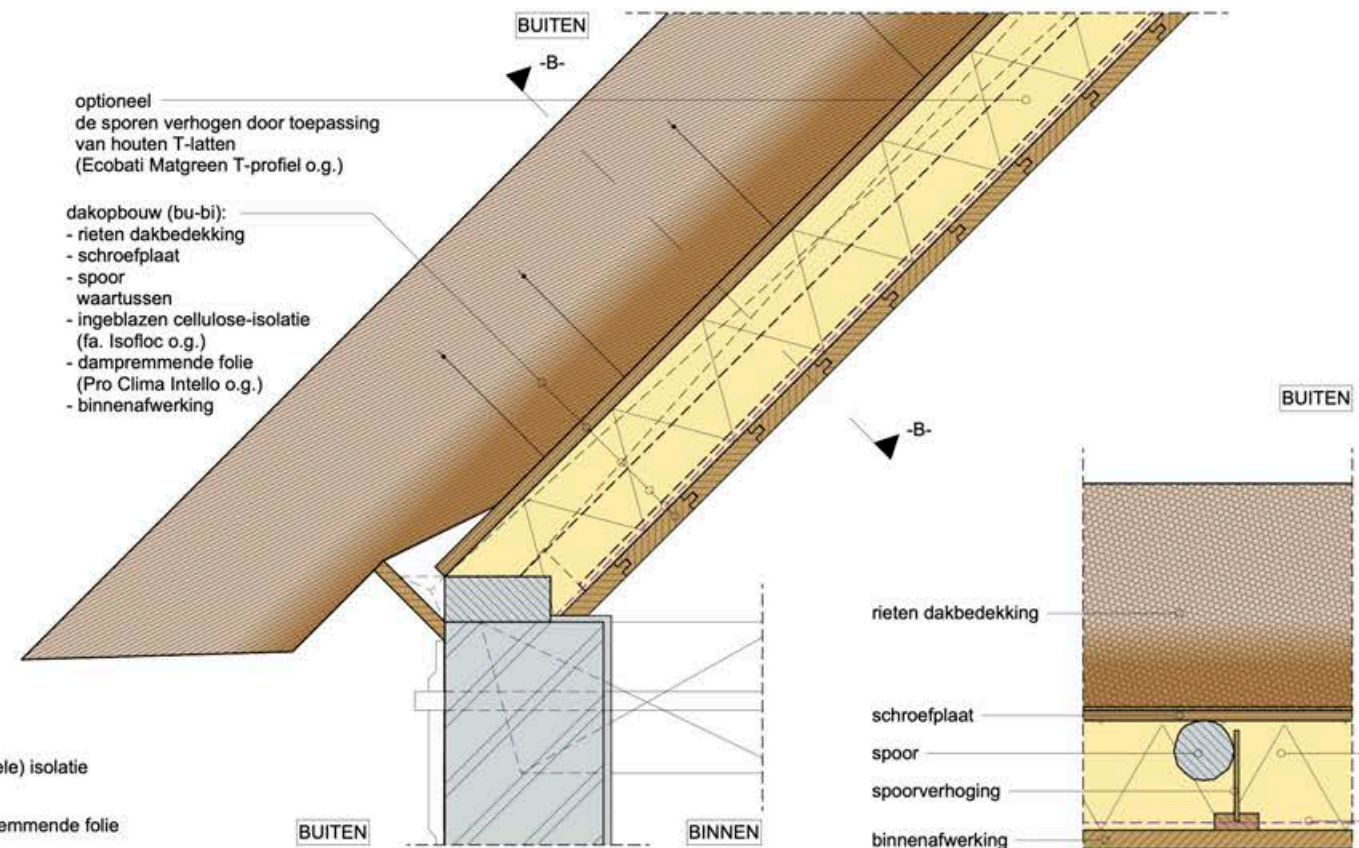
NIEUW
(verticaal detail)
SCHROEFDAK + WARM DAK



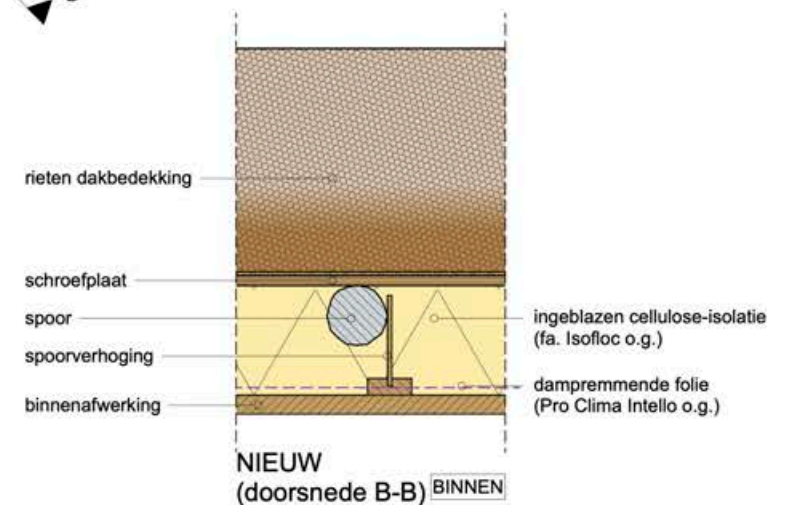
NIEUW
(verticaal detail)
TRADITIONEEL DAK + KOUD DAK



NIEUW
(doorsnede A-A)



NIEUW
(verticaal detail)
SCHROEFDAK + KOUD DAK



NIEUW
(doorsnede B-B)

5.14 LEIDAK – WARM EN KOUD DAK

INLEIDING

Leidaken komen in Nederland niet veel voor. Ze lijken te zijn voorbehouden aan belangrijke monumentale gebouwen, zoals kastelen, landhuizen, kerken en stadhuizen. Dat zal naast met de kosten – leien moesten van ver komen wat ze duur maakte – ook te maken hebben met de gewenste uitstraling. Al in de middeleeuwen werd het ten opzichte van riet, houten dakspanen of gebakken pannen meer duurzame leidak gebruikt om rijkdom uit te drukken. Precies om die reden zijn leien later ook wel toegepast op meer exclusieve woonhuizen, zoals grote villa's uit de 19^e en 20^e eeuw. Er wordt onderscheid gemaakt tussen leien in Maas- en Rijndekking: de eerste is herkenbaar aan de in hoofdvorm rechthoekige leien waarvan de rijen horizontaal liggen, de tweede aan schubvormige leien waarvan de rijen schuin oplopen. Op dit detailblad worden oplossingen getoond voor het isoleren van leidaken in de meer gebruikelijke Maasdekking, zowel met isolatie aan de buitenzijde van de dakconstructie als aan de binnenzijde.

Voor het isoleren van het leidak van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument is die nodig als er aan de buitenzijde geïsoleerd wordt, omdat hierdoor het aanzicht wijzigt (bij het maken van een warm dak komt het dakvlak hoger te liggen en wijzigen de aansluitingen op bijvoorbeeld gevels en goten).

UITVOERING

Op het detailblad zijn drie verschillende startsituaties weergegeven.

- In linkerdetail bovenaan zijn de leien in de bestaande situatie met haken of -nagels bevestigd op latten die op tengels en het dakbeschot zitten. Deze situatie kan vooral worden aangetroffen bij gebouwen met een gordingenkap uit de 19^e of het begin van de 20^e eeuw. Er is dan sprake van een dakbeschot van verticale planken. Omdat iedere lei slechts aan één plank mag worden vastgezet om breuk door het werken van het hout te voorkomen, zijn in dat geval horizontale leilatten nodig. Als geïsoleerde situatie is hier een warm dak getekend, wat betekent dat de leien, leilatten en tengels moeten worden verwijderd. Op het beschot worden regels vastgeschroefd met dezelfde dikte als de isolatieplaat die ertussen wordt geplaatst. In dit geval is gekozen voor een dunne PIR-isolatieplaat vanwege de beperkt beschikbare ruimte voor een verhoging van het dak. Op de regels komt voor de zekerheid een waterkerende, dampopen folie voor als er een lei is gescheurd of weggevallen, en daar bovenop worden vervolgens conform de daarvoor geldende voorschriften de nieuwe tengels, leilatten en leien aangebracht.
- In het middelste detail bovenaan zijn de leien in de bestaande situatie direct op het dakbeschot vastgezet. Dit is het meest gebruikelijk bij leidaken. Het beschot bestaat uit horizontale 'arm geschaafde' houten delen die door krimp kieren en zo bijdragen aan de ventilatie van de kap. Als nieuwe situatie is hier een koud dak getekend waarbij er tussen de sporen is geïsoleerd. Hierdoor blijft een deel van de constructie zichtbaar en kunnen de leien blijven liggen. Allereerst worden hiervoor aan de zijkant van de sporen latten van minimaal 30mm breed vastgeschroefd die de isolatieplaten op hun plaats houden en zo zorgen dat er een met buitenlucht geventileerde spouw onder het dakbeschot openblijft. Om te zorgen dat er door opwarming van het dak trek in de spouw ontstaat, is het nodig aan de boven- en onderzijde ventilatieopeningen in het dak te maken. De flexibele isolatieplaten worden na het aanbrengen van de latten met overmaat tussen de sporen gedrukt zodat ze goed aansluiten. Over de isolatie komt een dampremmende folie die met latten en/of tape op de zijkant van de sporen zo goed mogelijk luchtdicht dient te worden vastgezet. Op de latten kunnen ten behoeve van het zicht en de bescherming van de folie nieuwe houten planken met een messing en groef worden aanbracht.
- Het rechterdetail bovenaan toont leien op leilatten bij een onbeschoten kap, dus zonder dakbeschot. In dit overigens weinig voorkomende geval is het isoleren van het dak niet wenselijk zonder grote ingrepen en is het isoleren van de zoldervloer waarschijnlijk een beter alternatief.

AANDACHTSPUNTEN

Een leidak is kostbaar en heeft een lange levensduur. Een goed gedekt dak met natuurleien zou 75 tot 100 jaar mee moeten kunnen. Hoewel een warm dak bouwfysisch de voorkeur heeft omdat het risico op koudebruggen en condensatie in de constructie wordt beperkt, is een warm dak daarom meestal alleen een optie als de leien toch al aan vervanging toe zijn. Een warm dak geeft wel aansluitingsproblemen op gevels, dakkapellen, schoorstenen en goten, waardoor de dikte van de isolatielaag en de isolatiewaarde vaak noodgedwongen beperkt moeten blijven. Een voorwaarde voor het aanbrengen van isolatie aan de binnenzijde is dat het dak in een goede staat is. Als er al een lekkage is, dan zal die op termijn tot schade aan de constructie door houtrot leiden, wat pas laat duidelijk wordt doordat de afwerking dit proces aan het oog onttrekt. Bij de getekende situaties zijn verder de volgende opmerkingen te maken.

Bij a.

In deze situatie kan ook gekozen worden voor het isoleren aan de binnenzijde. Omdat aan de onderzijde van de leien al geventileerd wordt en het dakbeschot door de messing- en groef vrij luchtdicht is, kan dan het beste gekozen worden voor een dakopbouw zoals in het detail rechtsonder op blad 5.09, waarbij ter plaatse van de pannen leien moeten worden gedacht.

Bij b.

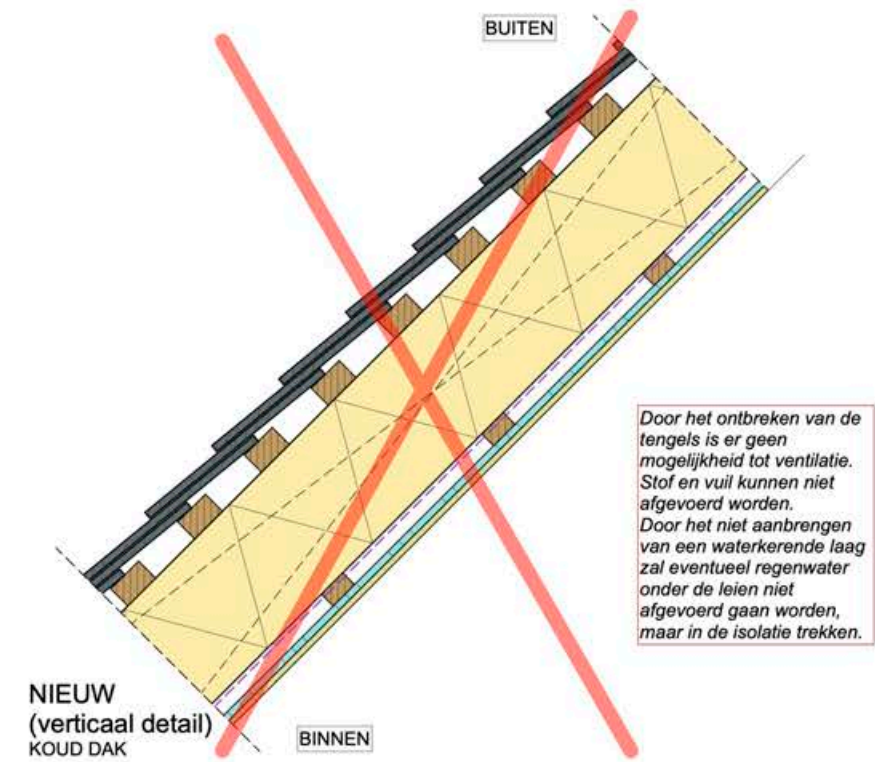
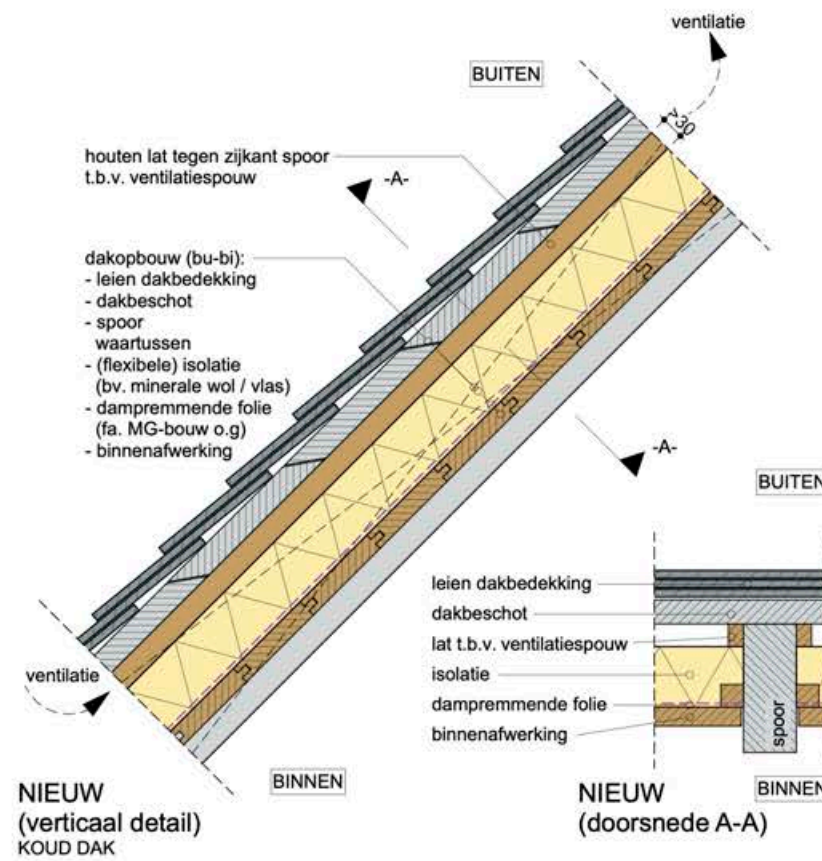
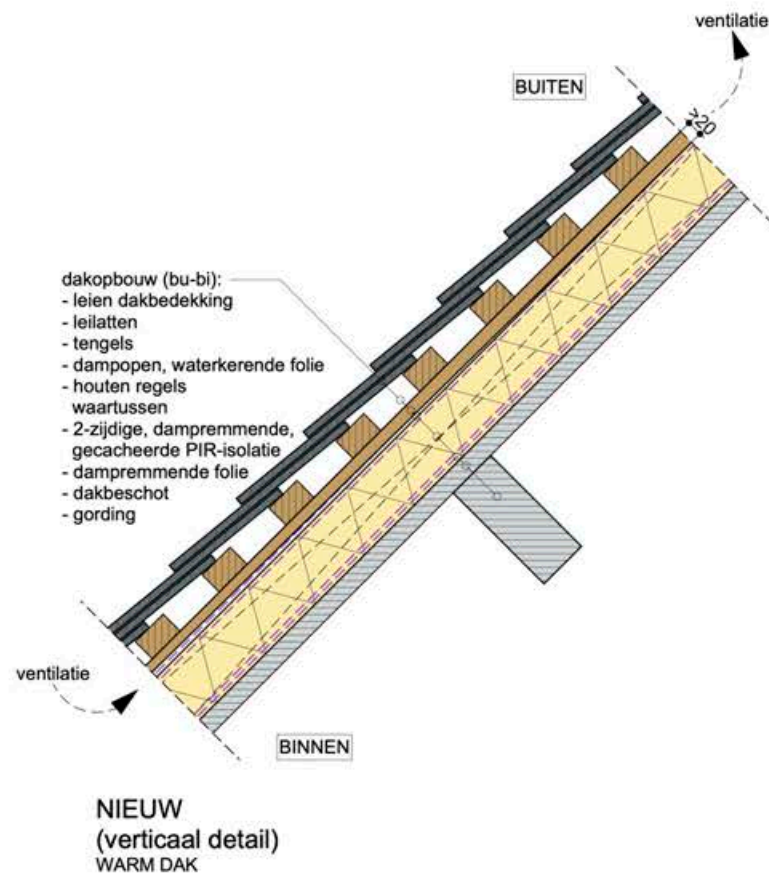
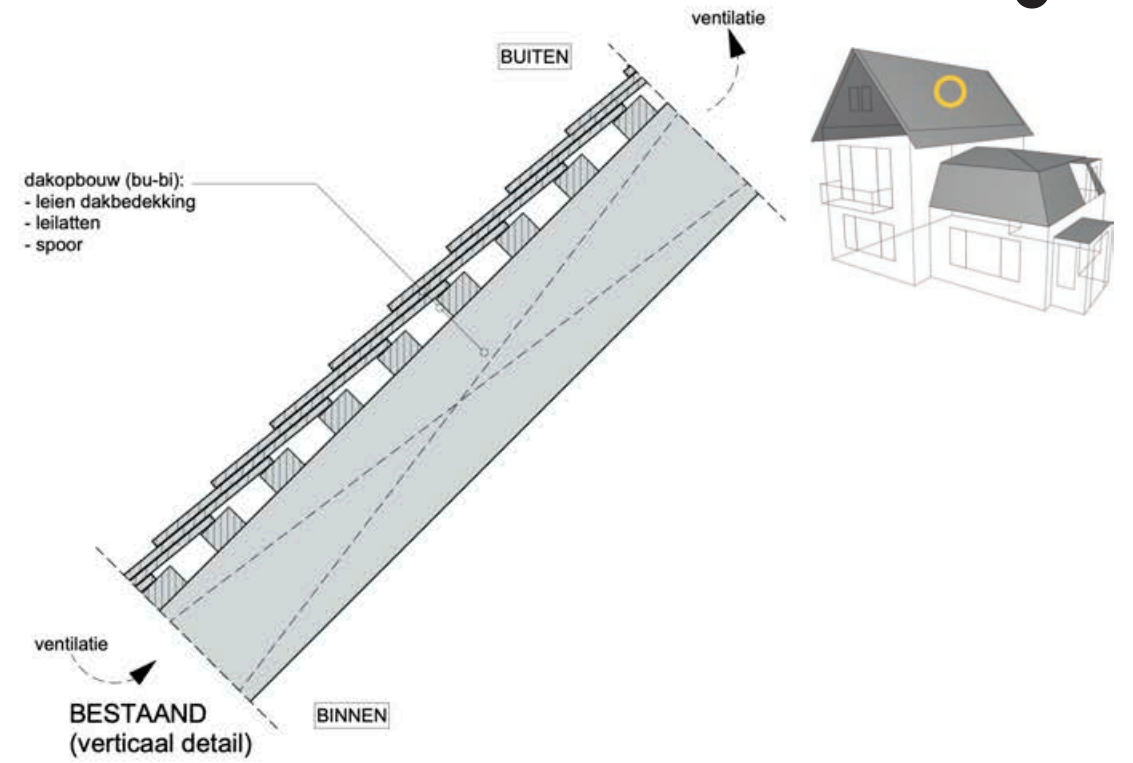
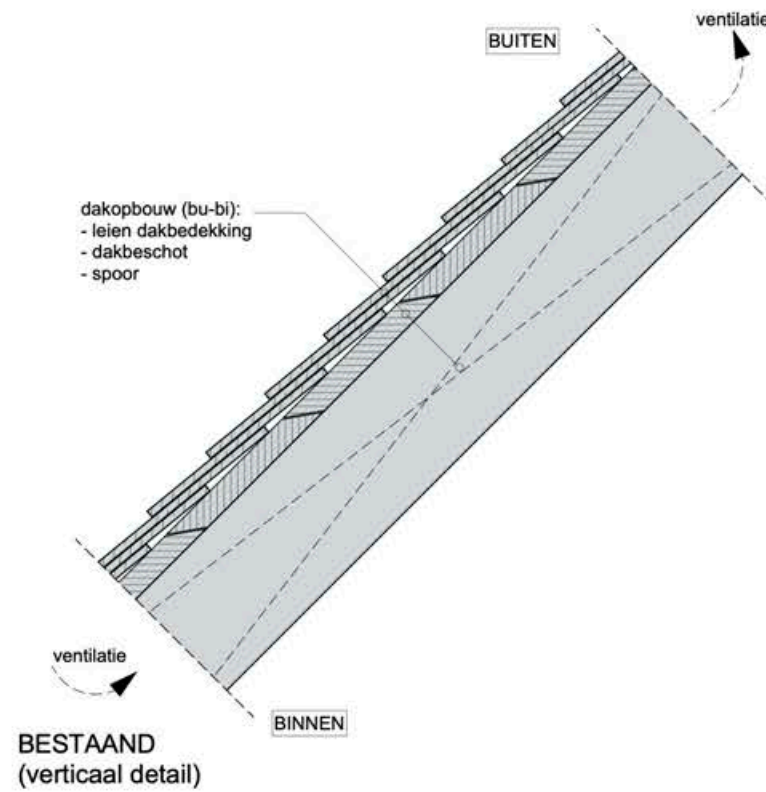
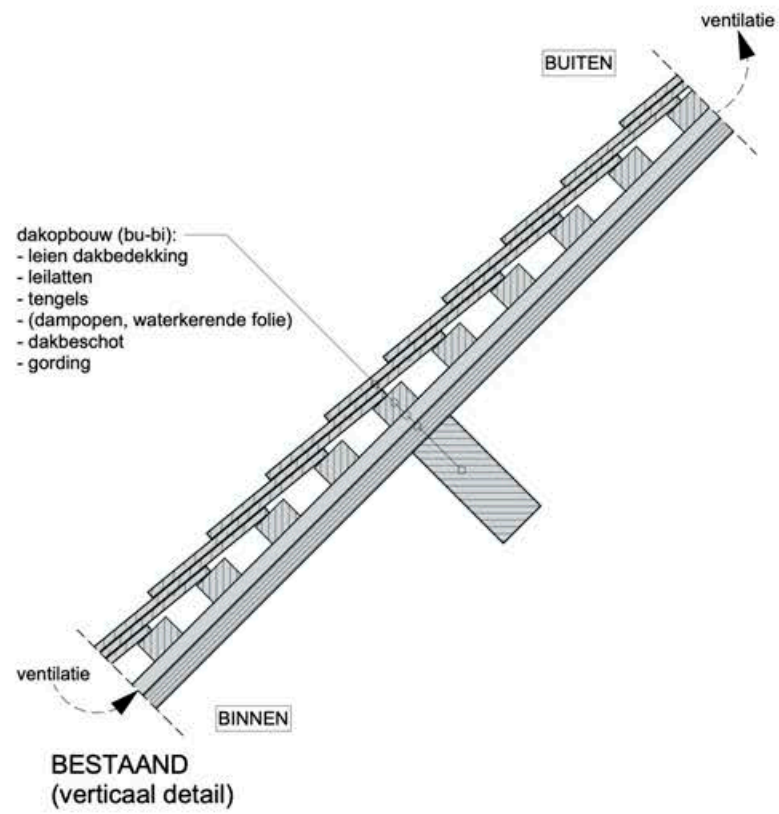
In deze situatie kan ook gekozen worden voor het isoleren aan de buitenzijde; de opbouw lijkt dan op de geïsoleerde situatie van a. Als de constructie niet in het zicht hoeft te blijven, is het beter de gehele ruimte tussen de sporen te isoleren en de dampremmende folie voor de sporen langs te trekken. Dat geeft een hogere isolatiewaarde en minder risico op condensatie in de constructie omdat er minder aansluitingen zijn. De opbouw is dan zoals in het detail rechtsonder op blad 5.12, waarbij ter plaatse van het zink leien moeten worden gedacht.

Bij c.

Als het dak geïsoleerd moet worden, dan is het nodig de leien te verwijderen en dakbeschot aan te brengen. Zoals te zien is in het detail met het rode kruis erdoor kan bij het isoleren van een onbeschoten leien dak vocht onder de leien niet meer worden weggeventileerd. Bovendien kan regenwater en bij weggevalen of gescheurde leien in de isolatie dringen, omdat het niet mogelijk is een waterkerende laag aan te brengen.

THEORIE

In een wintersituatie stromen er energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Isolatie gaat het energieverlies tegen, maar de meeste isolatiematerialen houden geen waterdamp tegen. Om bij een koud dak, dus met een isolatielaag aan de binnenzijde, te voorkomen dat er in de dakconstructie condens ontstaat en mogelijk houtrot, wordt aan de binnenzijde een dampremmende folie aangebracht. Bij een warm dak kan eventueel condens gemakkelijk door de ventilatie onder de leien worden afgevoerd.



5.15 | 16 DAKKAPEL – ISOLATIE EN AANZICHT

INLEIDING

Vroeger waren er aanzienlijk minder dakkapellen dan vandaag de dag. Omdat de ruimte onder de kap anders gebruikt werd, was er minder licht nodig en waren dakvlakken geheel of bijna helemaal gesloten. Op zolder werden goederen opgeslagen, hing de was te drogen of er waren kamertjes afgetimmerd voor de knecht of de meid. Toch komen er sinds de late middeleeuwen al wel dakkapellen voor in ons land. Aan de vormgeving van historische dakkapellen valt veel van de geschiedenis af te lezen en vaak zijn ze een onderdeel van de architectuur; bijvoorbeeld als ze de voortzetting in het dak zijn van een uitspringende middenpartij in de voorgevel.

Nu er meestal ook onder het dak wordt gewoond, is het noodzakelijk dakkapellen te isoleren. Op de detailbladen 5.15 en 5.16 worden veel voorkomende details bij historische dakkapellen van hout getoond en hoe bij deze situaties op zo'n manier verduurzaamd kan worden dat het risico op schade en/of ontsiering gering is. Voor het isoleren van de historische dakkapel van een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument is die meestal nodig als er aan de buitenzijde geïsoleerd wordt, omdat hierdoor het aanzicht van de kapel wijzigt.

UITVOERING

Op detailblad 5.15 is als bestaande situatie een houten dakkapel getekend met een dubbel plankenbeschoot als zijwang en een bitumendak. Aan de voorzijde is de dakkapel voorzien van een naar binnen draaiend stolpstel: twee raamvleugels die in het midden in elkaar sluiten. Zo zijn de ramen gemakkelijk te lappen zonder op een ladder of op het dak te hoeven staan. De naar binnen draaiende ramen beperken echter ook de ruimte die er is voor isolatiemateriaal aan de binnenzijde van de zijwangen van de dakkapel.

Het onderwerp van dit detailblad is het voorkomen van ontsiering van het aanzicht van de dakkapel, doordat de boeijlijst (rechtsboven) of de zijwang (rechtsonder) aanzienlijk dikker worden. Bij een bitumendak is het verjongen van de isolatielaag aan de randen van het dak een oplossing. De dikte van het isolatiemateriaal loopt dan met de zichtlijn op, waardoor de verhoging van het dak nauwelijks opvalt en de dakranden niet aangepast hoeven te worden. Bij de zijwang zal er aan de binnenzijde geïsoleerd moeten worden met een dunne, dampremmende isolatieplaat. Hier is deze plaat afgewerkt met een stuclaag waarin de tape is opgenomen die gebruikt is als luchtdichting tussen de plaat en het houtwerk daar omheen. Zo wordt voorkomen dat in de eventuele kieren tussen de isolatieplaat en de dakkapel condens kan ontstaan doordat warme binnenlucht hier binnenstroomt en in contact komt met het koude hout van de zijwang.

De dakkapel op blad 5.16 heeft een zinken zijwang (op houten delen) en een zinken plat dak. Net als de andere dakkapel is deze voorzien van een naar binnen draaiend stolpstel.

Het onderwerp van dit detailblad is een juiste bouwfysische uitvoering. Omdat een verjonging van de isolatielaag bij een zinken dak moeilijk te realiseren is, worden zowel de zijwang als het dak aan de binnenzijde geïsoleerd. Dat is bepaald niet ideaal, omdat daarmee de constructie feitelijk wordt opgesloten tussen twee dampdichte lagen, waardoor eventueel vocht in de constructie er slecht weer uit kan. De oplossing die hier is getekend, bestaat uit een met buitenlucht geventileerde luchtspouw tussen de isolatieplaten en de constructie. Om de ventilatie te realiseren, moeten de boeidelen iets naar buiten worden geplaatst, worden er ventilatielatten gebruikt achter de isolatieplaat en moeten er gaten worden geboord of gefreesd. Het zinken dak en de zijwangen moeten ook worden vernieuwd, nadat er eerst gaten zijn geboord in de dakvloer en de houten delen van de zijwang om de binnenzijde van het zink te beluchten.

AANDACHTSPUNTEN

Als de buitenzijde van een constructie sterk dampremmend of dampdicht is afgewerkt – met bitumen of zink bijvoorbeeld – dan moet het aan de binnenzijde isoleren indien mogelijk vermeden worden. Bij bitumen is het wenselijk te kiezen voor de getekende oplossing met de verjonging van de isolatie bij de dakranden. Het aan de binnenzijde isoleren van een bitumendak wordt afgeraden; zie hiervoor de detailbladen 5.01 en 5.08.

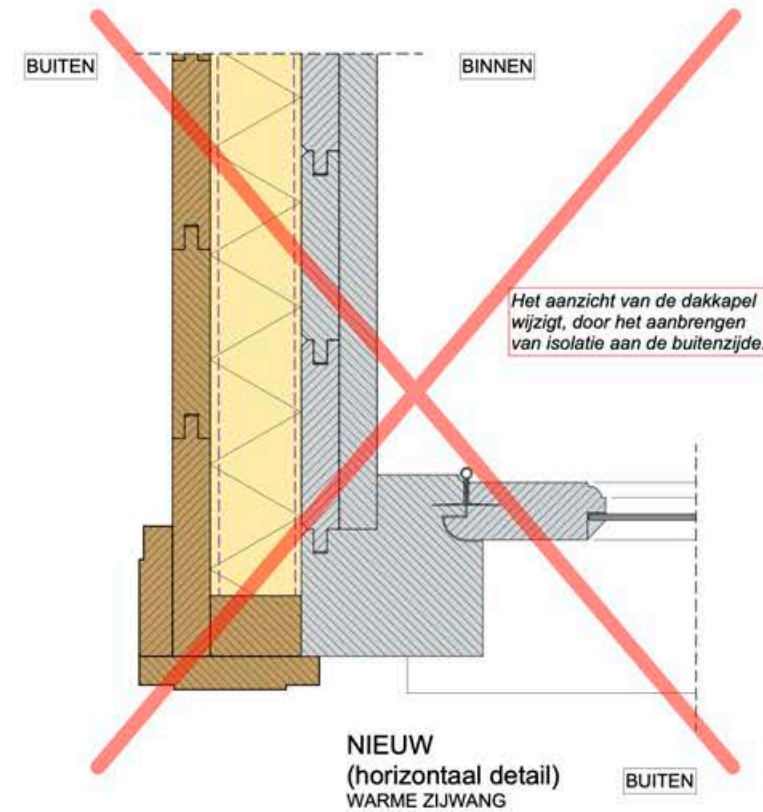
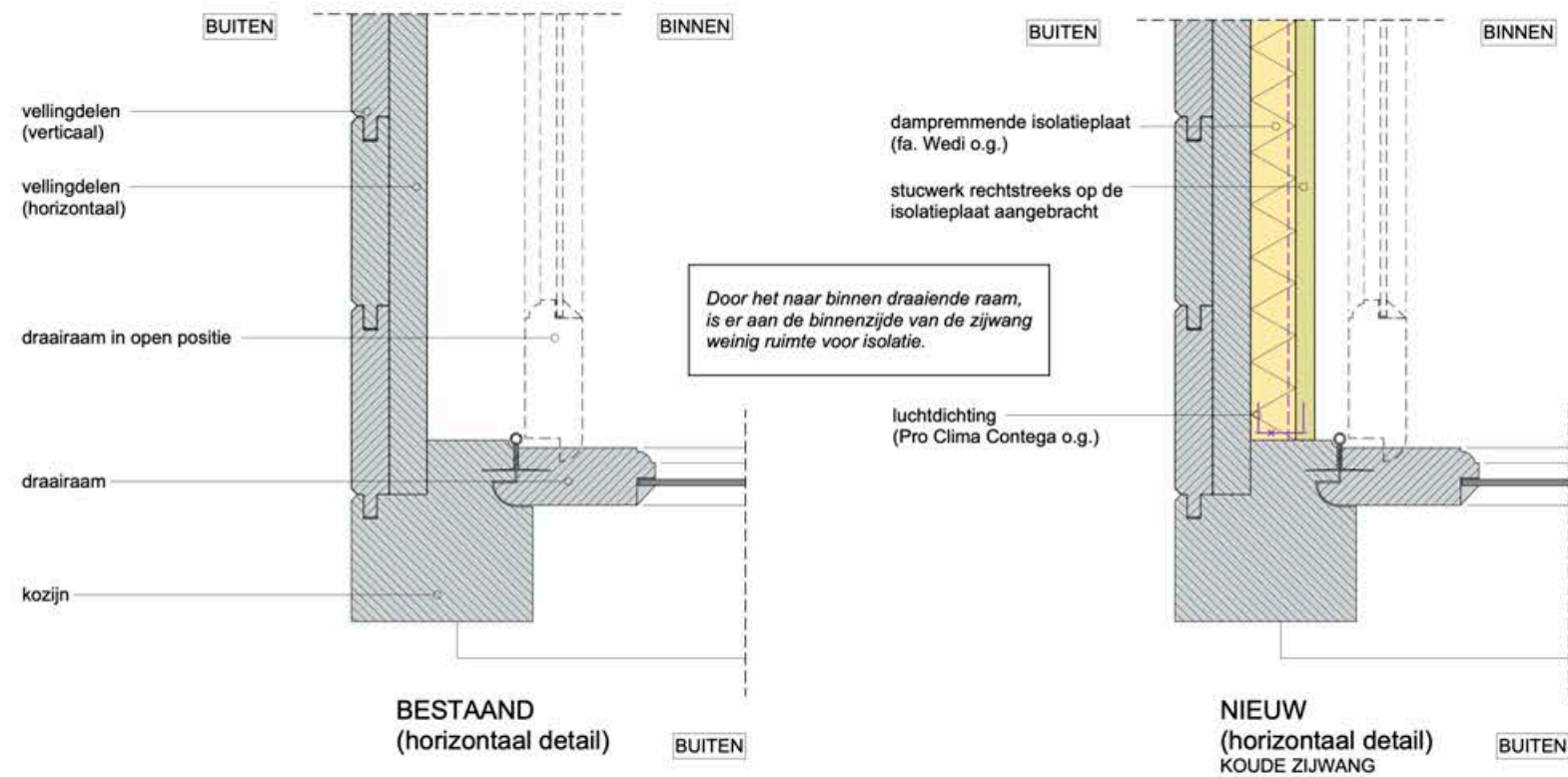
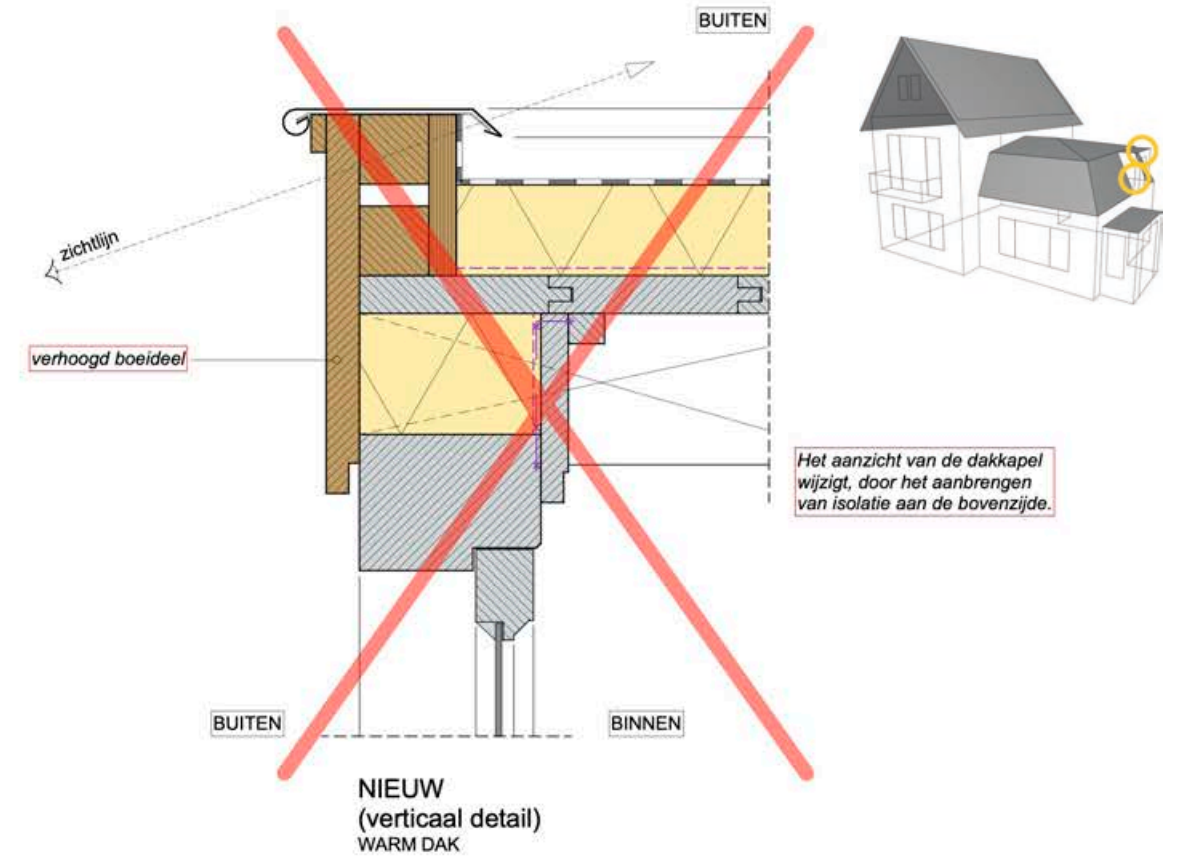
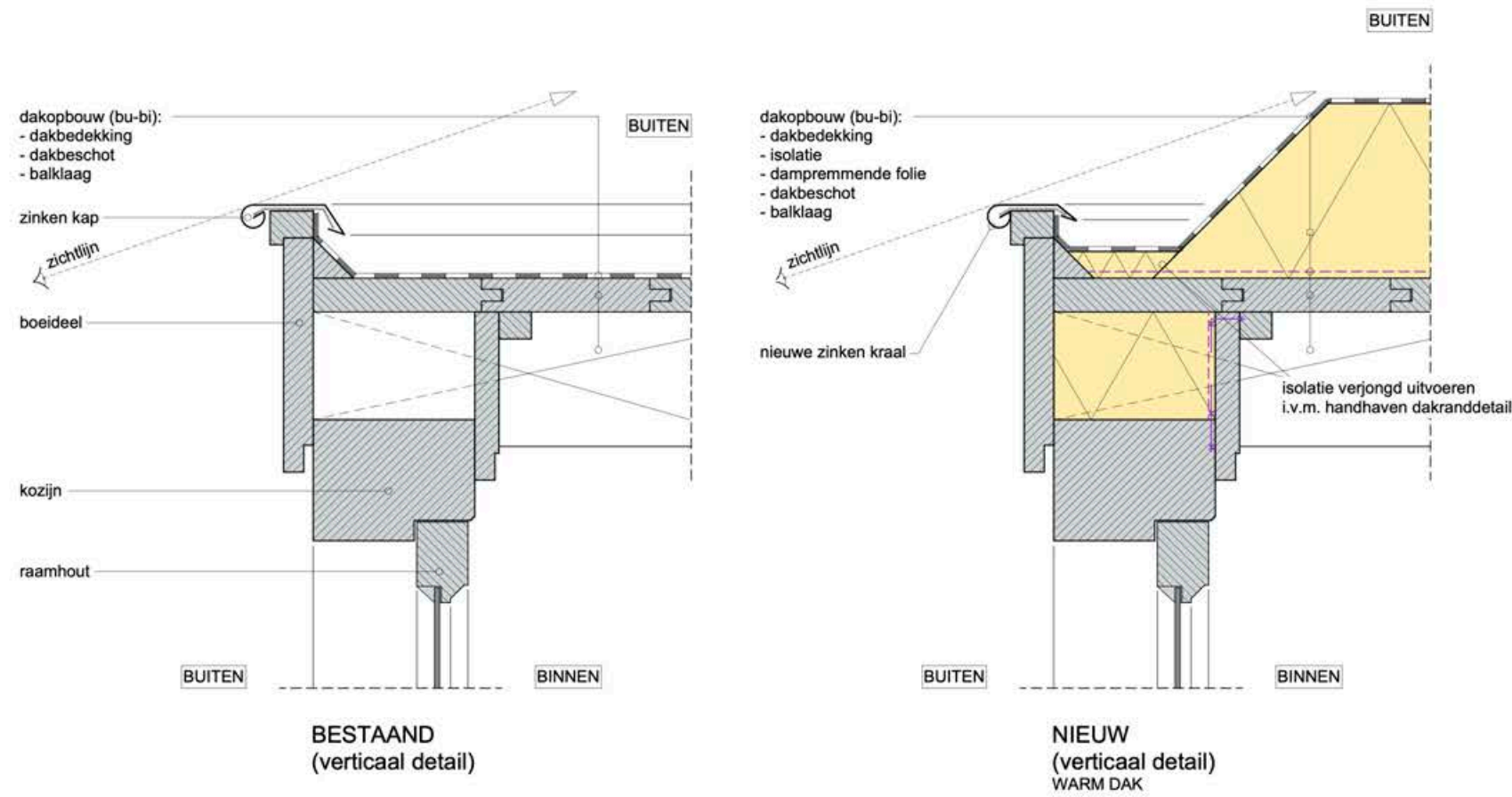
Bij de getekende situatie met zink is een isolatielaag aan de binnenzijde de enige mogelijkheid als het beeld niet mag veranderen. Belangrijk is dan een zorgvuldige uitvoering van de luchtdichtingen om schade door condensatie in de constructie te voorkomen. Eventueel vocht dat onverhoopt toch nog ontstaat, moet door de ventilatie worden afgevoerd. Daarom is het essentieel dat er ook echt een luchtstroom op gang komt. Om trek in de spouwen te krijgen, zijn voldoende ventilatieopeningen nodig, die tegenover elkaar liggen. Dit is de reden dat de boeidelen rondom iets naar buiten zijn gezet, en waarom er ventilatievoorzieningen aan de boven- en onderzijde (niet getekend) van de zijwangen nodig zijn.

Het ligt voor de hand om het isoleren van de dakkapel te combineren met het aanbrengen van isolatieglas en een kierdichting in de ramen. Daarvoor wordt verwezen naar de detailbladen 4.06 en 4.16.

THEORIE

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Als gevolg daarvan zit er in een wintersituatie normaal gesproken meer waterdamp in de binnenlucht dan in de buitenlucht. Omdat de natuur voortdurend op zoek is naar balans, stromen er in de winter energie en waterdamp van binnen naar buiten door de constructie. Om bij een isolatielaag aan de binnenzijde van de dakkapel te voorkomen dat er op het grensvlak van de isolatie en de constructie condens ontstaat en daarmee de kans op houtrot, is het essentieel dat de isolatielaag dampremmend is. Ook is de luchtdichting zoals hierboven genoemd van belang. Een aandachtspunt is het voorkomen dat de constructie wordt opgesloten tussen een dampremmende laag aan de binnen- en buitenzijde. Vocht dat als gevolg van kleine lekken in de dampremmende laag in de dakconstructie kan komen – bijvoorbeeld door centraaldozen van de elektrische installatie, plafondsspots of bij de aansluiting van een isolatieplaat op een dakbalk – kan er vervolgens bijna niet meer uit. Dat is een schaderisico.

De getekende oplossing bij de zinken zijwang en het zinken dak, met de geventileerde luchtspouw, dient niet alleen om eventueel condensvocht van binnenuit af te voeren, maar ook van buitenaf. Alle voorwerpen stralen warmte uit (infrarood) en ontvangen die ook. Als de balans negatief is, leidt dat tot afkoeling: denk bijvoorbeeld aan het dak van een auto dat 's ochtends bevroren kan zijn terwijl de luchttemperatuur in de nacht niet onder het vriespunt is geweest. Net als een auto kan een metalen dak onder een open nachtelijke hemel flink afkoelen. Waterdamp uit de buitenlucht en uit de lucht in de dakconstructie condenseert daardoor respectievelijk op de boven- en onderzijde van het metaal. Tegelijkertijd is metaal heel dampdicht. Om te voorkomen dat vocht wordt opgesloten onder het metalen dak is het beter het zink aan de onderzijde te beluchten. Dat gebeurt in het detail met de spouw en de gaten die geboord worden in de dakvloer en de zijwangen.





▲ Afbeelding XLVII Dakkapel met overstek en leibedekking



▲ Afbeelding XLVIII Dakkapellen met stolpramen en zijwangen met zink



▲ Afbeelding XLIX Dakkapellen met frontons



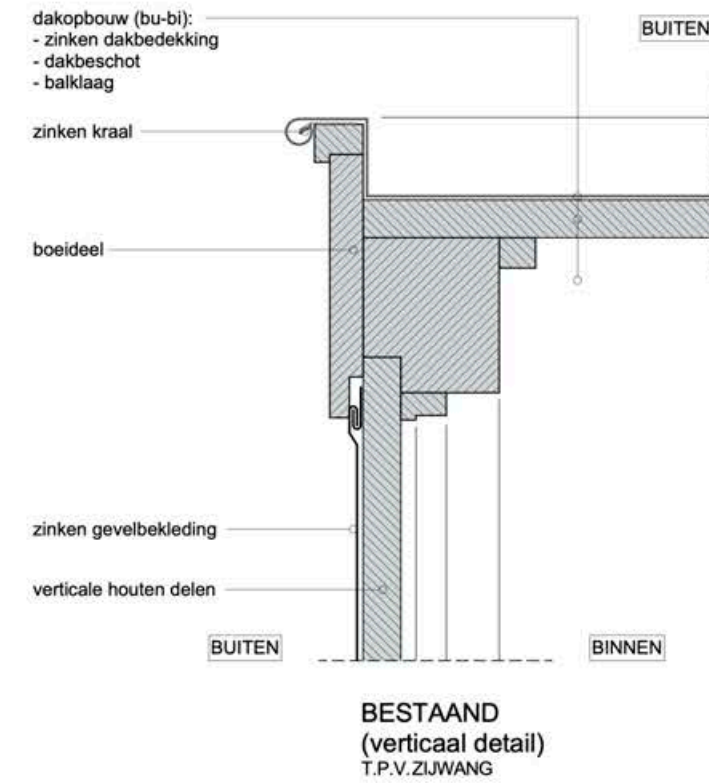
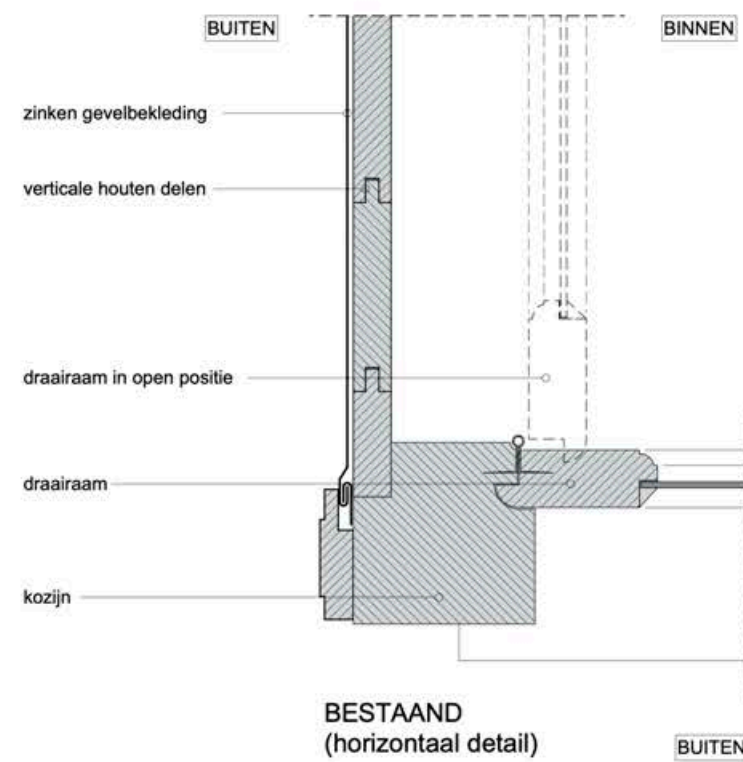
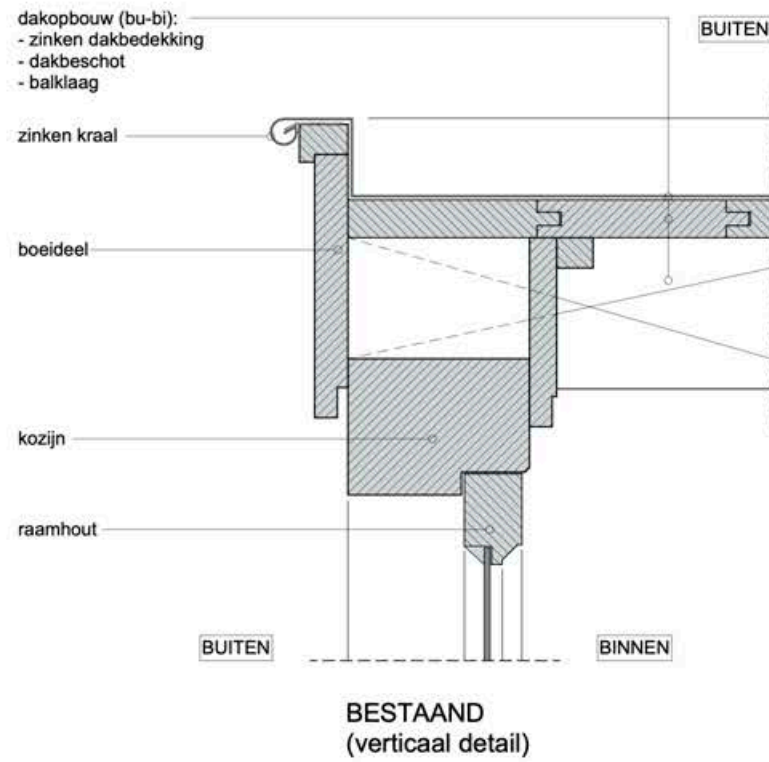
▲ Afbeelding L Dakkapellen met daktegels



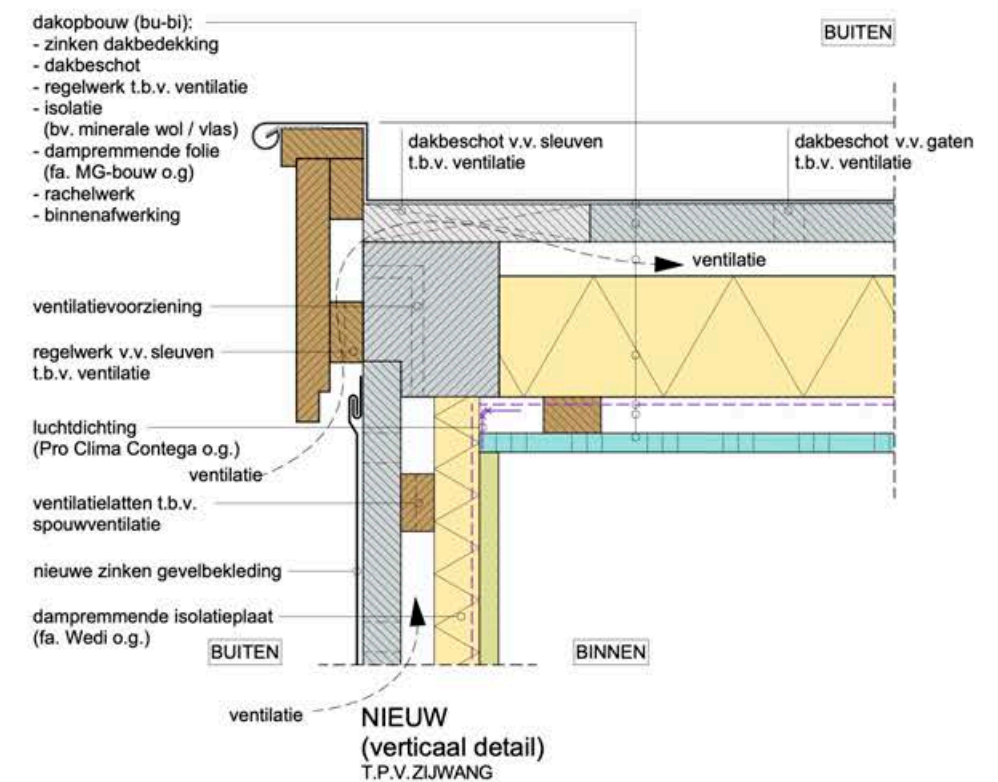
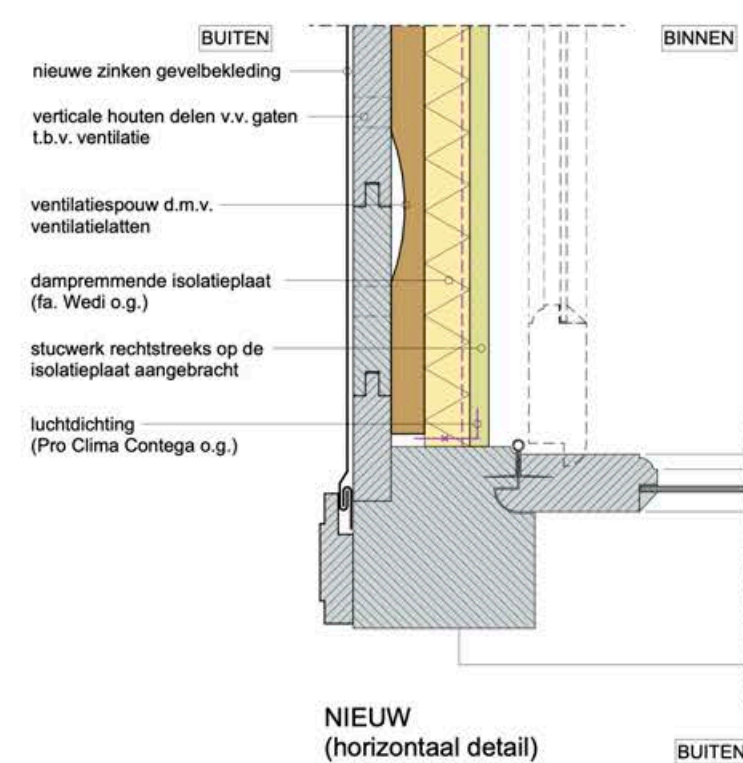
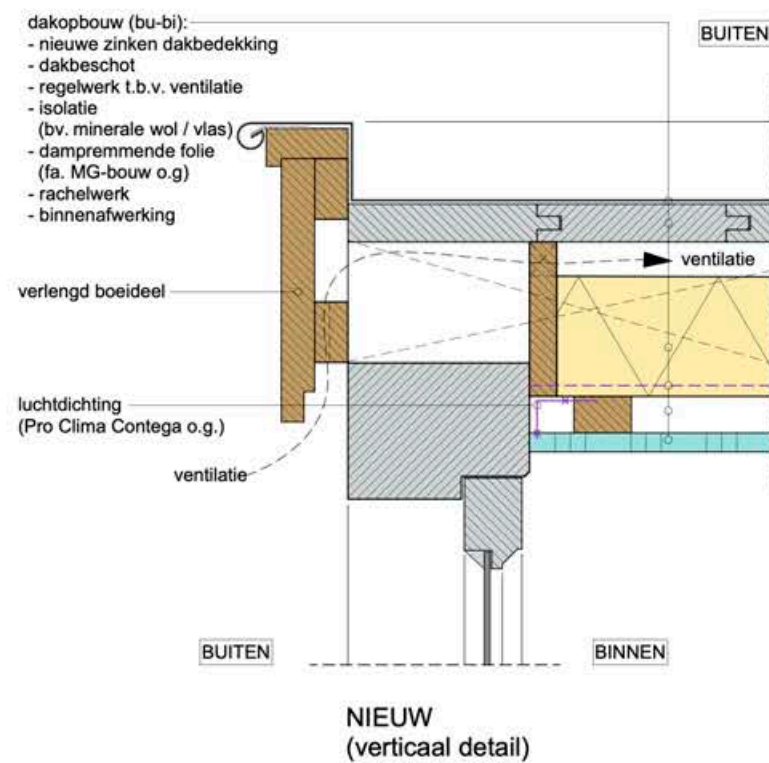
▲ Afbeelding LI Dakkapellen met pannen en houten zijwangen



▲ Afbeelding LII Zinken dakkapel met een oeil-de-boeuf (rondlicht)



Door het naar binnen draaiende raam, is er aan de binnenzijde van de zijwang weinig ruimte voor isolatie.



5.17 ROEVENDAK – ZONNEPANELEN

INLEIDING

Eerlijk is eerlijk. Zonnepanelen zijn meestal geen verfraaiing voor een oud huis. Er wordt wel gewerkt aan mooiere oplossingen – zo zijn er bijvoorbeeld ook terracottakleurige panelen voor op rode daken en dakpannen met geïntegreerde zonnecellen te koop – maar deze wekken wel iets minder elektriciteit op per m². De ideale oplossing is er daarom één, waarbij de nu gebruikelijke zwarte zonnepanelen op een dak bijna onzichtbaar zijn, of in het dakaanzicht zijn geïntegreerd zodat ze geen onevenredige verstoring vormen. Op dit detailblad wordt getoond hoe zonnepanelen zo op een roevendak zijn te plaatsen, dat ze mooi aansluiten bij de verdeling in banen die het dak al kent. Bij de plaatsing op een zinken roevendak zullen zonnepanelen dikwijls al minder zichtbaar zijn, omdat deze dakbedekking bij woonhuizen relatief vaak is toegepast op de bovenste dakvlakken van een mansardekap.

Voor het plaatsen van zonnepanelen op een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument is dat alleen het geval als het gebouw in een beschermd stads- of dorpsgezicht ligt, tenzij het een achterdakvlak van het hoofdgebouw betreft dat niet naar openbaar toegankelijk gebied is gekeerd – dan is geen toestemming nodig.

UITVOERING

Op dit detailblad is ervan uitgegaan dat het zinken roevendak op de flauw hellende dakschilden aan de bovenzijde van een mansardekap ligt. Om zonnepanelen te kunnen plaatsen, moet het zink eerst worden vervangen. De baan zink tussen de roeflatten, die historisch gezien vaak een breedte van ca. 70cm heeft, moet namelijk in drie banen verdeeld worden. Deze drie banen worden met elkaar verbonden door middel van staande, dubbele felsnaden. Op deze felsnaden of kortweg felsen genaamd, worden de zonnepanelen vastgezet met speciale klemmen. De verdeling in drie banen wordt alleen gemaakt ter plaatse van de zonnepanelen. Daarboven en -onder wordt tussen de roeflatten gewoon weer een enkele baan zink toegepast. Om een goede, wate dichte overgang te krijgen, moet aan de bovenzijde een zinken afdekkap over het begin van de fels gesoldeerd worden.

AANDACHTSPUNTEN

Het maken van een zinken dak vereist deskundigheid. Bij de verbindingen en wijze van bevestigen moet rekening worden gehouden met het uitzetten en krimpen van het zink als gevolg van temperatuurverschillen. Anders kan het zink scheuren of kunnen soldeerverbindingen openspringen, bijvoorbeeld als de bevestiging van de zonnepanelen door de roefkappen heen op de latten wordt geschroefd waardoor het zink op meerdere plaatsen wordt gefixeerd. Daardoor ontstaan lekkages. Zink is als relatief onedel metaal ook gevoelig voor corrosie bij contact met een ander metaal. Hierdoor kunnen gaten in het zink ontstaan. De getekende klemmen zijn speciaal voor het aanbrengen van zonnepanelen op zinken daken ontwikkeld, hebben geen effect op de uitzetting van de fels en kunnen veilig worden toegepast. Het aantal klemmen per zonnepaneel en het aantal klangen in het dak – klangen zijn strips van zink waarmee de dakbedekking wordt vastgezet terwijl die wel kan blijven werken – moet worden afgestemd op de windbelasting.

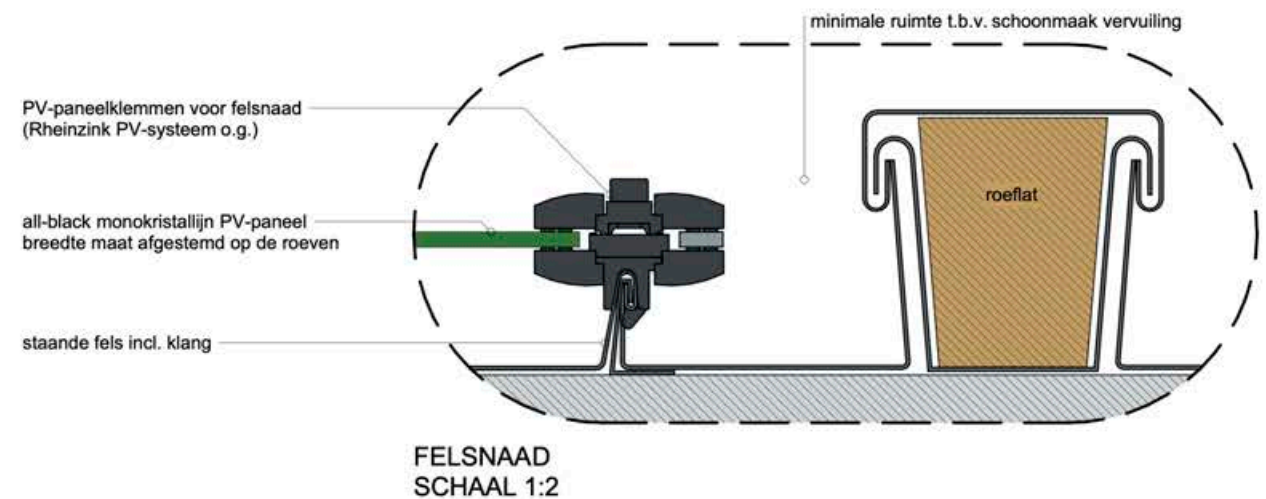
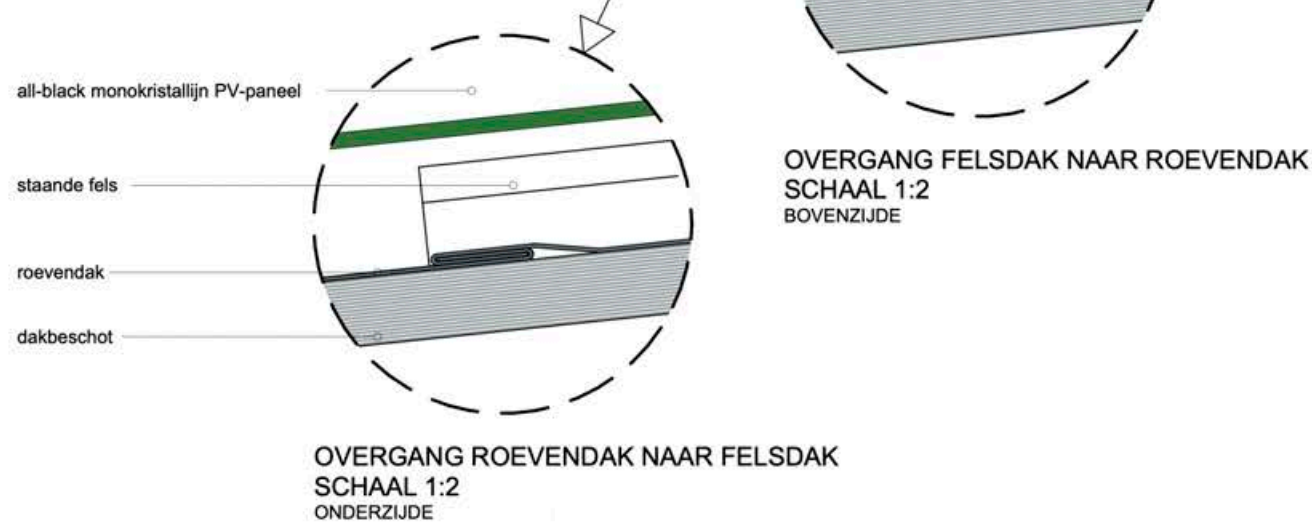
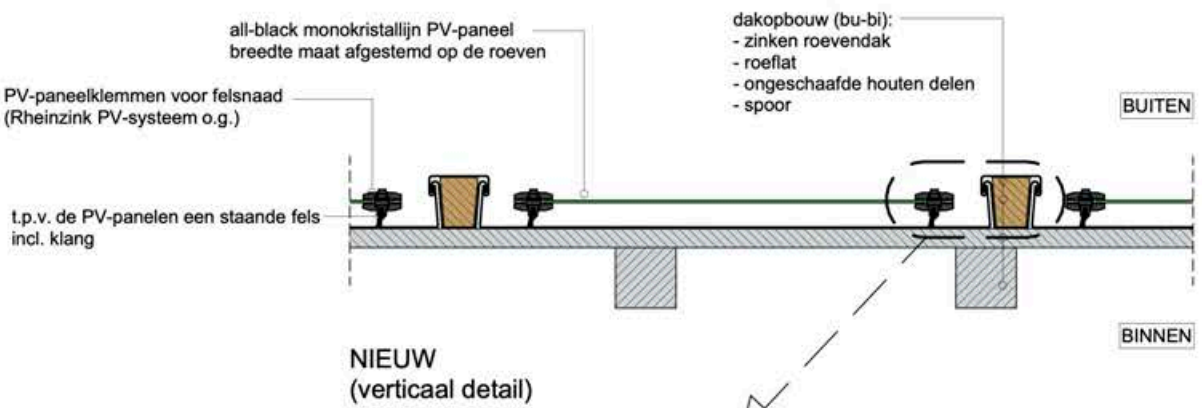
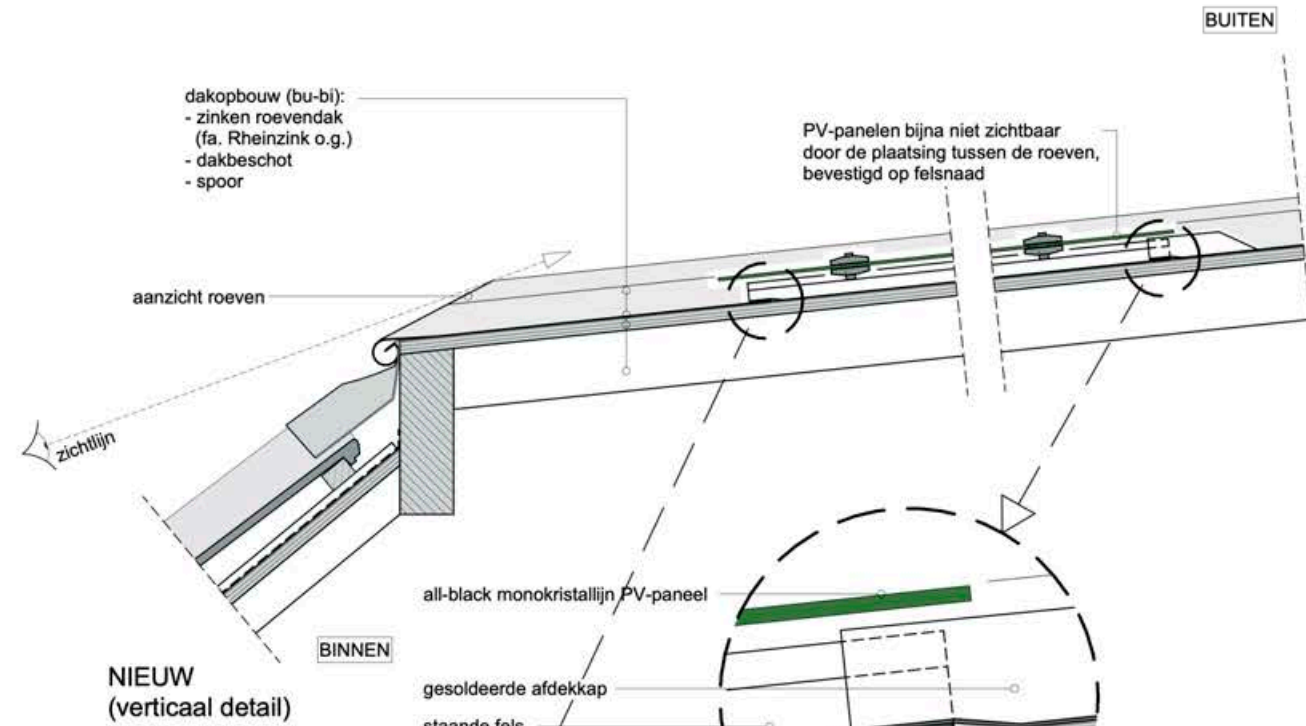
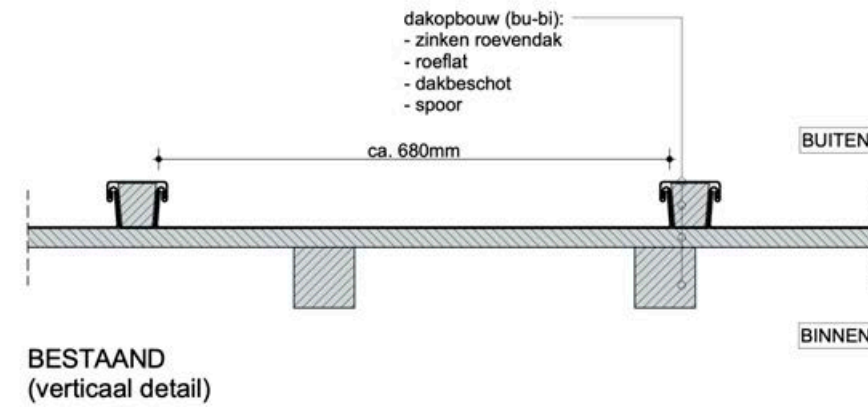
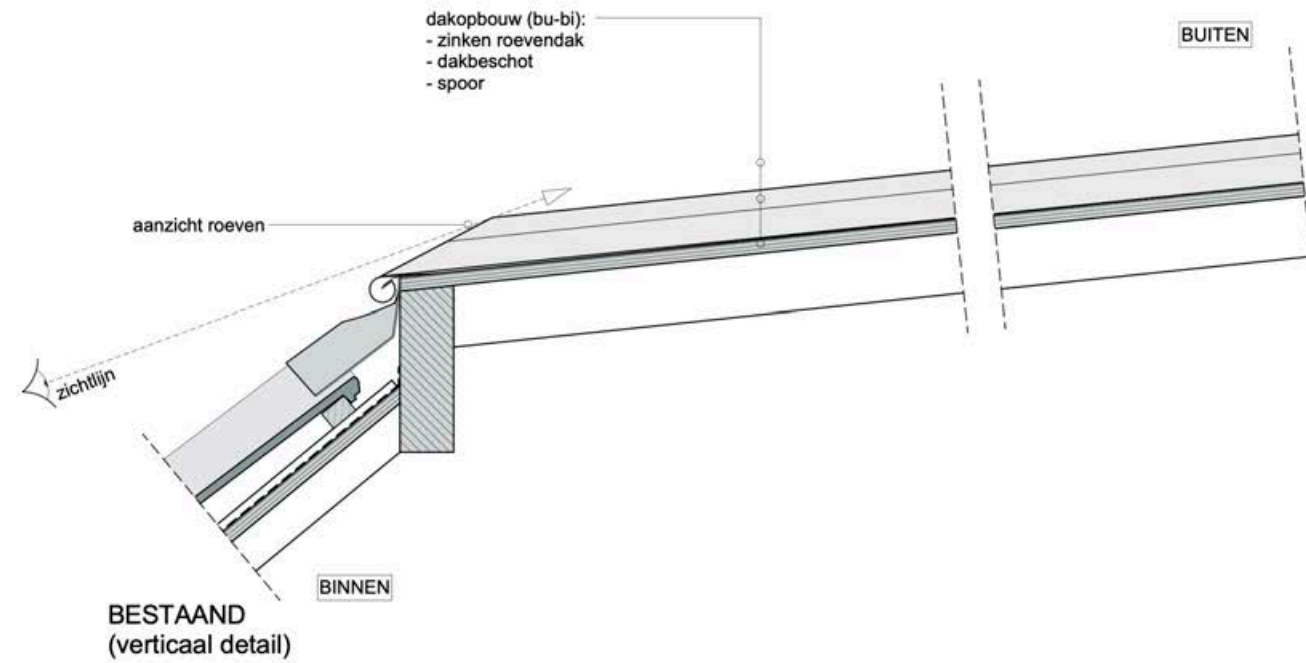
Meestal is het geen optie alleen het zink ter plaatse van de nieuwe zonnepanelen te vervangen. Oud zink laat zich slecht solderen. Daarom ligt het aanbrengen van zonnepanelen op zink het meest voor de hand als het zink toch al moet worden vervangen. De zinken baan tussen de roef en de nieuwe fels die voor het zonnepaneel wordt gemaakt, moet voldoende breed zijn om deze schoon te kunnen maken. Anders kan een opeenhoping van bladeren, vogelnestjes e.d. hier tot problemen met de afvoer van regenwater leiden.

Het meest rustige beeld wordt bereikt als de gebruikte panelen randloos zijn en de klemmen en de panelen in zinkkleur. Zonnepanelen in een lichtgrijze kleur zullen wel een aanmerkelijk lager rendement hebben.

THEORIE

Zonnepanelen worden ook wel PV-panelen genoemd, naar de fotonvoltaïsche werking (in het Engels met 'ph' geschreven). Ze zetten zonlicht om in elektriciteit doordat ze lichtdeeltjes absorberen. Daarom zijn ze meestal zwart. Gekleurde panelen reflecteren een klein deel van het lichtspectrum, waardoor dit niet wordt doorgelaten naar de zonnecellen om daar gebruikt te worden voor het opwekken van stroom. Daardoor leveren gekleurde panelen minder op. In algemene zin zou je kunnen zeggen: hoe lichter het paneel, hoe groter de reflectie, hoe kleiner de opbrengst.

Contactcorrosie treedt op wanneer twee verschillende metalen met elkaar in contact staan en er een geleidende vloeistof (elektrolyt) aanwezig is. Het meest onedele metaal wordt dan opgelost in de vloeistof. In hoeverre dat een risico is, hangt af van hoeveel edeler het andere metaal is, van de luchtvervuiling, of het aan de kust of in het binnenland is, het contactoppervlak etc. Soms is contact niet eens nodig. Het afdruipende water van een koperen bliksemafleider bijvoorbeeld, kan een zinken dak wel degelijk aantasten als het daarover heen loopt. Een deskundige uitvoerende partij is hiervan op de hoogte en houdt hier rekening mee.



5.18 PLAT DAK – ZONNEPANELEN

INLEIDING

Eerlijk is eerlijk. Zonnepanelen zijn meestal geen verfraaiing voor een oud huis. Er wordt wel gewerkt aan mooiere oplossingen – zo zijn er bijvoorbeeld ook terracottakleurige panelen voor op rode daken en dakpannen met geïntegreerde zonnecellen te koop – maar deze wekken wel iets minder elektriciteit op per m². De ideale oplossing is er daarom één, waarbij met standaard zonnepanelen op een (bijna) onzichtbare plek in het eigen stroomverbruik kan worden voorzien. Op dit detailblad wordt getoond hoe zonnepanelen zo op een plat dak zijn te plaatsen, dat ze nauwelijks opvallen.

Voor het plaatsen van zonnepanelen op een beschermd monument is toestemming van de gemeente nodig. Bij een niet-monument is dat alleen het geval als het gebouw in een beschermd stads- of dorpsgezicht ligt, tenzij het een achterdakvlak van het hoofdgebouw betreft dat niet naar openbaar toegankelijk gebied is gekeerd – dan is geen toestemming nodig.

UITVOERING

Er is een relatief klein plat dak getekend. Dat kan bijvoorbeeld het dak van een garage zijn in een beschermd dorpsgezicht of een aanbouw aan de achtergevel van een monument. Los op het dak is een zonnestroominstallatie geplaatst die is verzaard met betontegels, zodat de installatie bij harde wind niet verschuift of wegwaait. De PV of PVT-panelen (zie theorie hieronder) liggen in dakvormen tegen elkaar; het ene ‘dakvlak’ is gericht op het oosten, het andere op het westen. Daarom wordt gesproken over een oost-west-opstelling. De installatie is laag doordat de panelen liggend (in tegenstelling tot staand) zijn geplaatst en onder een kleine hoek liggen van 10 tot 15°. Door de beperkte hoogte van de installatie en de afstand tot de dakrand zijn de zonnepanelen vanaf openbaar gebied heel beperkt zichtbaar. Zeker als het platte dak op grote(re) hoogte ligt of de straat maar smal is. Hier is bovendien gekozen voor geheel zwarte panelen op een eveneens zwart montagesysteem, waardoor wat er dan nog eventueel zichtbaar is rustig oogt.

ANDACHTSPUNTEN

Regelmatig wordt nog gedacht dat zonnepanelen eigenlijk volledig schaduvvrij, in een optimale hellingshoek van 35° op zuid moesten liggen om te renderen. Dat valt echter mee. Zelfs als een paneel volledig plat op een dak wordt geplaatst, haalt het nog zo'n 80% van zijn mogelijke opbrengst.

Opbrengst bij richting en hellingshoek zonnepanelen <i>100% is de maximale opbrengst van een paneel</i>							
	15°	30°	45°	60°	75°	90°	<i>hellingshoek</i>
<i>richting</i>							
<i>West</i>	85	80	75	70	60	55	
<i>Zuidwest</i>	90	95	95	90	80	70	
<i>Zuid</i>	95	100	100	95	85	70	
<i>Zuidoost</i>	90	95	90	85	75	65	
<i>Oost</i>	85	80	75	70	60	50	
<i>Noordoost</i>	75	65	55	45	40	35	
<i>Noord</i>	75	60	45	35	30	20	
<i>Noordwest</i>	75	65	55	50	40	35	
<i>naar: Milieu Centraal</i>							

Uiteraard is het mogelijk om zonnepanelen gericht op zuid op een plat dak te plaatsen, maar dat heeft wel nadelen. Om te voorkomen dat de panelen in elkaars schaduw staan, is steeds tussenruimte nodig waardoor er flink minder panelen kunnen worden geplaatst dan bij een oost-west-opstelling. Ook is de opbrengst bij op zuid gerichte panelen midden op de dag het grootst – als het energienet op zonnige dagen al zwaar belast is – terwijl een oost-west-opstelling meer gelijkmatig verdeeld over de dag energie levert. Daardoor is er aan het begin en einde van de dag, als er in huis meer behoefte is aan energie dan rond het middaguur, meer aanbod. Dat kan ook financieel aantrekkelijk zijn, nu steeds vaker betaald moet worden voor het terugleveren aan het net als er te weinig vraag is.

Schaduw heeft invloed op de stroomopbrengst van zonnepanelen, maar hoeft niet gelijk aanleiding te zijn om helemaal geen panelen te plaatsen. Hoeveel schaduw er op het dak valt, hangt immers af van het tijdstip en jaargetijde. Of een dak geschikt is voor zonnepanelen is gemakkelijk te zien op: www.zonatlas.nl. Als een deel van de zonnepanelen tijdelijk in de schaduw van bijvoorbeeld een boom of schoorsteen ligt, dan is dat op dat moment slecht voor de opbrengst van de gehele installatie als er geen maatregelen zijn genomen, bijvoorbeeld in de vorm van micro-omvormers of power optimizers. Overleg daarom vooraf met de installateur over mogelijke schaduwverliezen en bespaar niet op dit onderdeel van de installatie om het dakoppervlak dat beschikbaar is voor zonnepanelen maximaal te benutten.

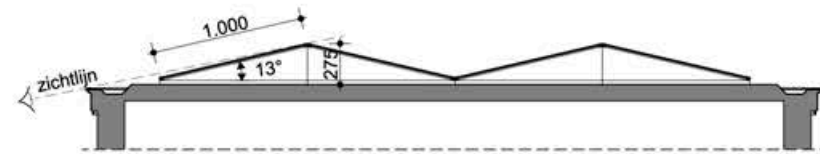
Het maximale uit je dakvlak halen doe je ook met zonnepanelen met de hoogste piekvermogens, uitgedrukt in Wattpiek (Wp). Let daarbij op de grootte van de panelen om te voorkomen dat een hoog vermogen alleen het gevolg is van de grotere afmetingen van een paneel. Zonnepanelen met een hoog piekvermogen zijn wat duurder, maar bieden meestal ook een opbrengstgarantie van nog 85 à 90% van het oorspronkelijke vermogen na een levensduur van 25 jaar. Bij zo'n lange levensduur is het jammer als de installatie na enkele jaren alweer gedemonteerd moet worden om de dakbedekking te vervangen. Daarom is op het detailblad een EPDM-dakbedekking getekend. Deze dakbedekking van synthetisch rubber is milieuvriendelijker dan bitumen en heeft een aanzienlijk langere levensduur: tot wel 40 à 50 jaar, terwijl een bitumen dak ergens tussen de 15 en 25 jaar meegaat.

Vanwege het risico op lekkage is het montagesysteem voor de zonnepanelen niet vastgezet op het platte dak, maar alleen verzaard. Het is wel belangrijk om na te gaan of de dakconstructie het gewicht van de installatie kan dragen.

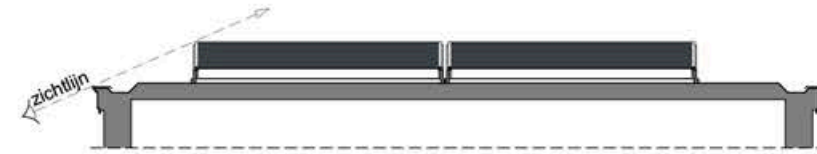
THEORIE

Zonnepanelen worden ook wel PV-panelen genoemd, naar de fotonvoltaïsche werking (in het Engels met 'ph' geschreven). Ze zetten zonlicht om in elektriciteit doordat ze lichtdeeltjes absorberen. Daarom zijn ze meestal zwart. Gekleurde panelen reflecte en een klein deel van het lichtspectrum, waardoor dit niet wordt doorgelaten naar de zonnecellen om daar gebruikt te worden voor het opwekken van stroom. Daardoor leveren gekleurde panelen (wat) minder op. Normaal gesproken worden PV-panelen in serie geschakeld, wat betekent dat de stroom van het eerste paneel door het tweede loopt enz. Als er door een paneel minder elektriciteit loopt doordat het in de schaduw ligt, leveren de andere panelen in de serie op dat moment ook minder stroom. De oplossing hiervoor is meestal een aangepaste omvormer of een omvormer per paneel (een micro-omvormer). De omvormer is het onderdeel van de installatie dat de gelijkstroom die zonnepanelen leveren omzet naar de wisselstroom waarop vrijwel alle elektrische apparaten werken.

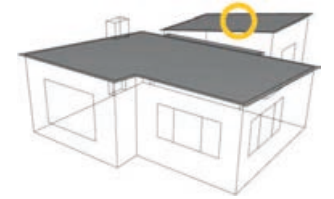
Ook op een bewolkte dag wekken zonnepanelen stroom op. Het is zelfs zo dat een teveel aan zon ertoe kan leiden dat de omvormer door overbelasting van het energienet wordt uitgeschakeld, of dat de prestatie van de zonnepanelen terugloopt doordat ze te heet worden. Op zeer hete zomerdagen kan de temperatuur van een paneel namelijk oplopen tot wel 75°C. Van de opwarming door de zon maken zogenaamde PVT-panelen juist gebruik. Deze panelen bestaan uit zonnecellen (PV) en een thermische wisselaar aan de achterkant (T) die warmte onttrekt aan de buitenlucht en het zonnepaneel. Hierdoor koelt het paneel af wat de opwekking van elektriciteit verbetert. Met de onttrokken warmte wordt het huis of tapwater verwarmd. In de zomernacht kunnen PVT-panelen in combinatie met lage temperatuur verwarming ook juist gebruikt worden om een huis te verkoelen door warmte aan de buitenlucht af te geven.



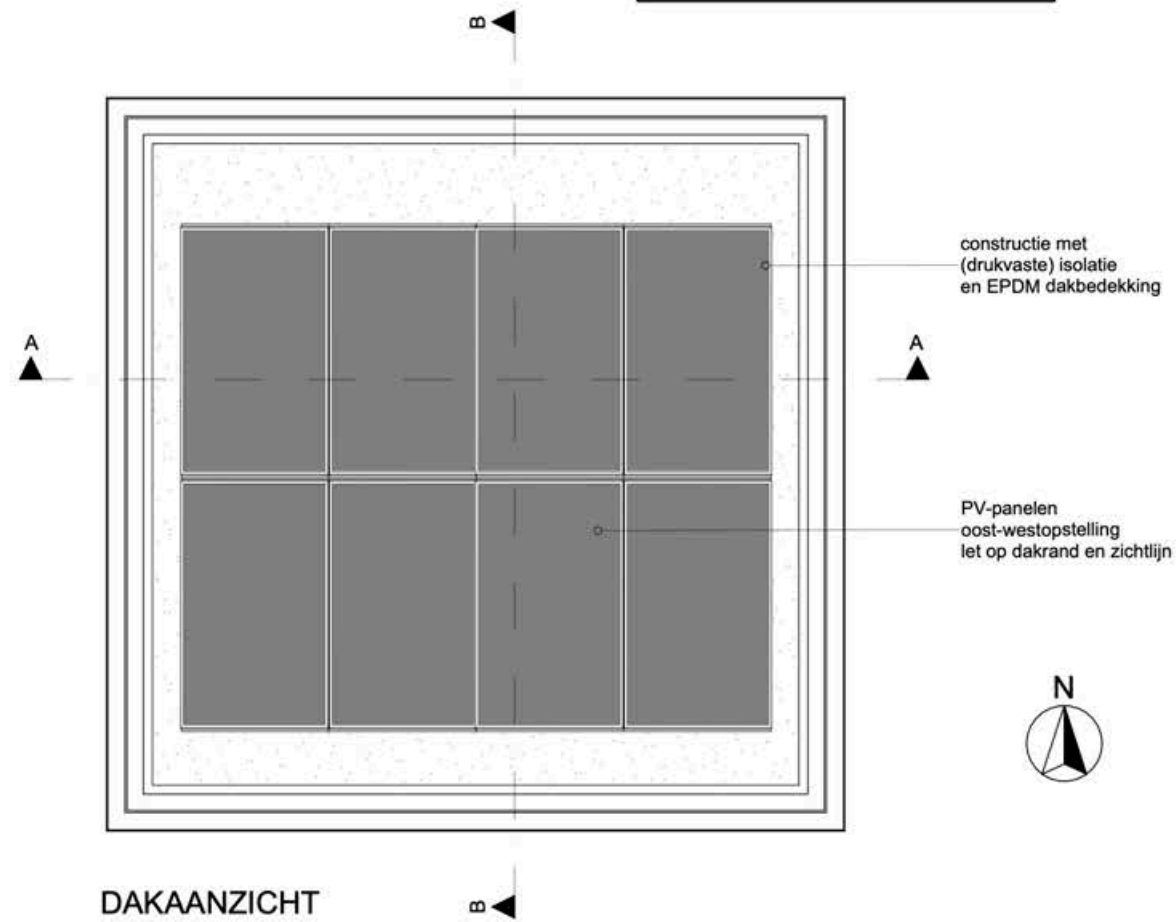
PRINCIPE DOORSNEDE A-A



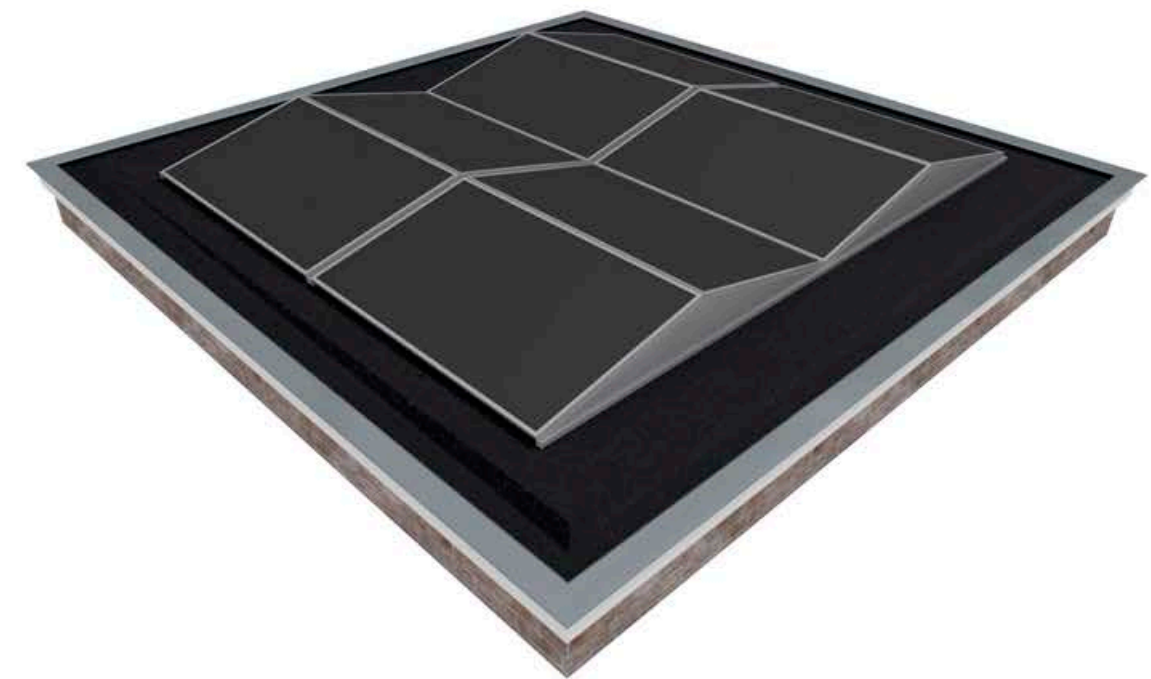
PRINCIPE DOORSNEDE B-B



Minimale afstand tot de dakrand
ook in overeenstemming met de
eisen t.a.v. de windbelasting.



DAKAANZICHT



IMPRESSIE

5.19 HELLEND DAK – ZONNECOLLECTOR

INLEIDING

Een zonneboiler benut de energie van de zon door met een collector warmte te onttrekken aan 'iets' dat door de zonnestralen opgewarmd wordt. Doorgaans is dat 'iets' een onderdeel van de installatie: een zwarte glasplaat die bijna niet te onderscheiden is van een gewoon PV-paneel bijvoorbeeld, of een rij dubbelwandige glazen buizen die in een rek op het dak liggen. In het eerste geval wordt van een vlakkeplaatcollector gesproken, in het tweede van een vacuümbuiscollector of van heatpipes. Dit zijn de gebruikelijke vormen van een zonnecollector.

Zowel heatpipes als een vlakkeplaatcollector zijn niet op ieder dakvlak toepasbaar of gewenst. Bijvoorbeeld omdat er te weinig ruimte is op het dak of vanwege de gevolgen die de installatie zou hebben voor het aanzicht van een monument en zijn omgeving. In dat geval valt te overwegen om de opwarming van de dakpannen door de zon te gebruiken door daaronder een onzichtbaar zonnecollectorsysteem aan te brengen. Dat is het onderwerp van dit detailblad.

Voor deze werkzaamheden is bij een beschermd monument toestemming van de gemeente nodig.

UITVOERING

Het getekende zonnecollectorsysteem kan onder andere worden gebruikt onder leien of een metalen dakbedekking, maar hier is een toepassing onder dakpannen getekend. Hiervoor moeten de pannen tijdelijk worden verwijderd, maar het dak hoeft vanwege het aanbrengen van de installatie in principe niet te worden verhoogd. In dit detail is het dakpakket vanwege het tegelijkertijd aanbrengen van isolatie wel dikker geworden. Voor de werkwijze en aandachtspunten bij het aan de buitenzijde isoleren van een pannendak wordt verwezen naar detailblad 5.04.

Hier gaat het om het zonnecollectorsysteem. Om een werkend systeem te krijgen, moeten een pomp, een voorraadvat, een expansievat, een kunststofbuis gevuld met vloeistof en aluminiumprofielen met geleiders worden geplaatst.

Na het tijdelijk afnemen van de dakpannen worden op de bestaande panlatten de aluminiumprofielen met flexibele geleiders vastgeschroefd. De geleiders bestaan uit twee lagen van smalle aluminium strips, waarbij de strips van de bovenste laag korter zijn dan de onderste. In de aluminiumprofielen wordt een ononderbroken kunststofbuis geklikt, en de geleiders staan in contact met de onderzijde van de dakpan. Zo zijn ze in staat de warmte van de zon door te geven aan een water-glycol mengsel, dat een circulatiepomp door de buis rondpompt. De vloeistof in de buis geeft zijn warmte door middel van een warmtewisselaar af aan water in een geïsoleerd voorraadvat (boiler) van 70 tot 300 liter, dat fungeert als een soort 'warmteaccu' en op ieder gewenst moment in warm tapwater kan voorzien. Het vat wordt via het bestaande verwarmingstoestel, dat het water indien nodig verwarmt tot nog hogere temperaturen, aangesloten op de warmwaterleiding.

Het expansievat vangt drukverschillen in de installatie als gevolg van temperatuurswisselingen op.

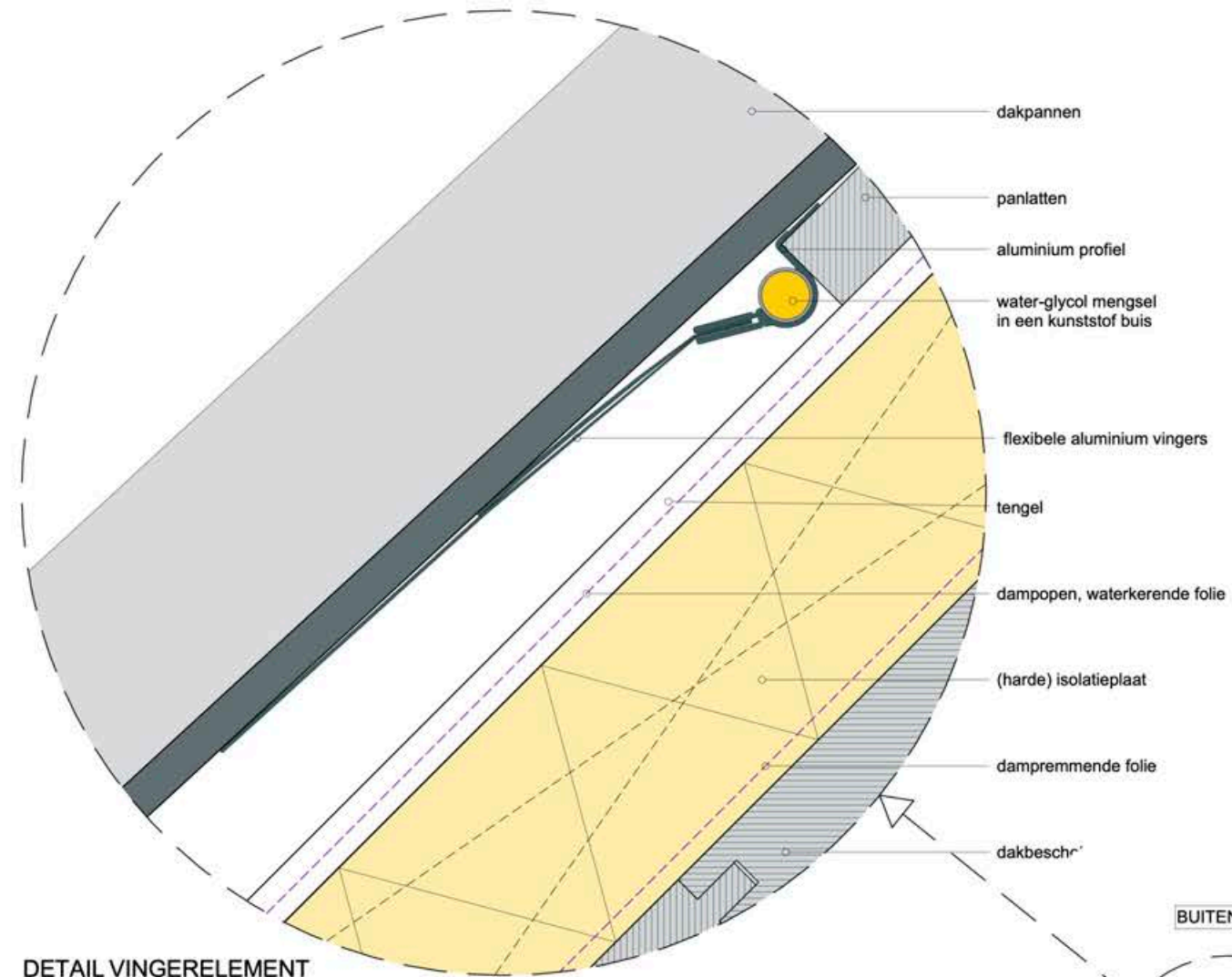
AANDACHTSPUNTEN

In vergelijking met andere systemen die de energie van de zon benutten, is het aanbrengen van een zonnecollectorsysteem onder de pannen vrij arbeidsintensief en dus duurder. Het ligt daarom voor de hand om voor deze oplossing te kiezen als er toch al werkzaamheden aan het dak moeten plaatsvinden.

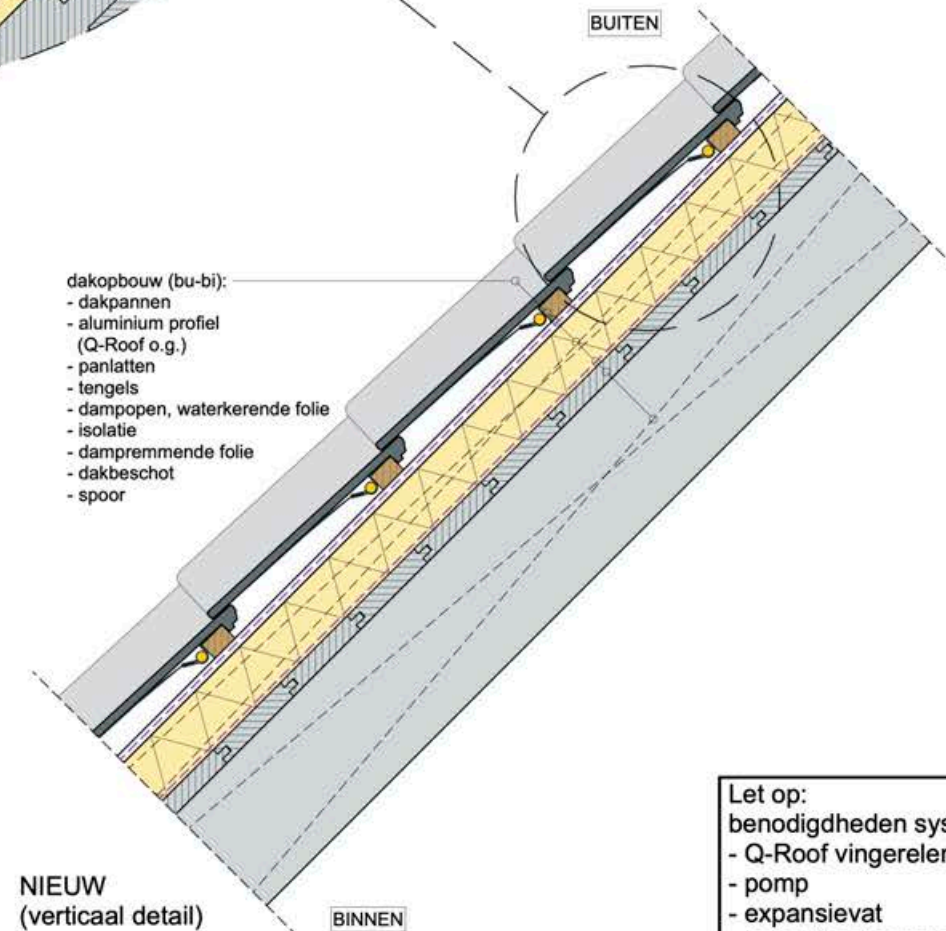
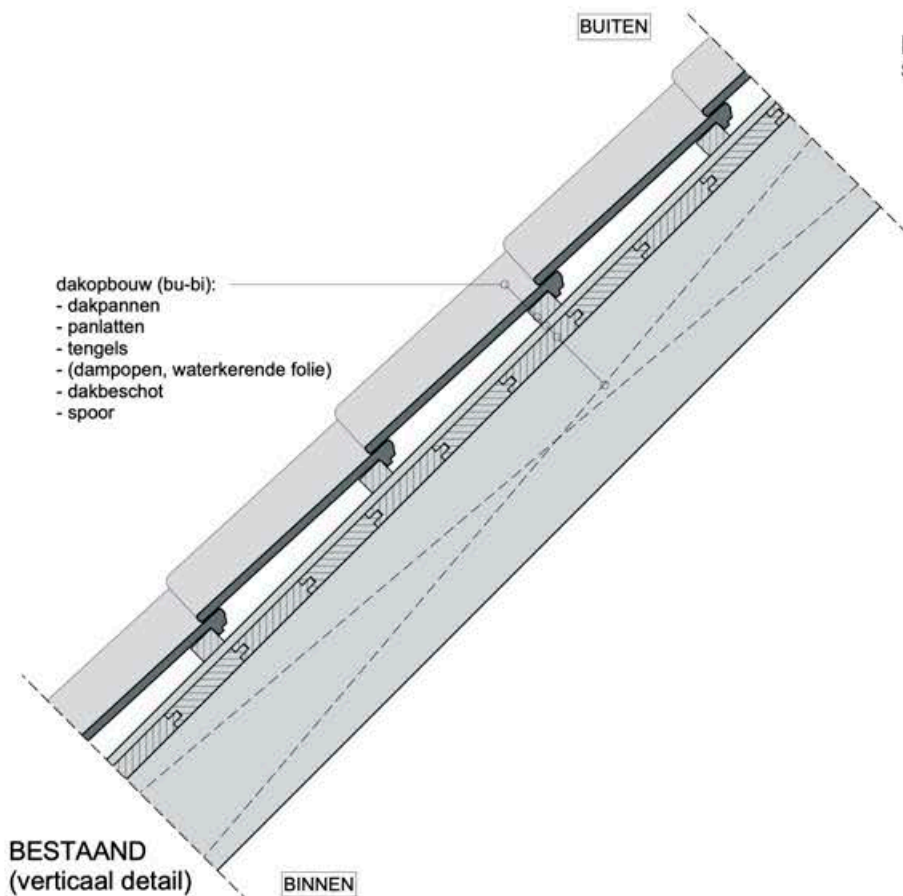
Als de pannen alleen tijdelijk worden afgenomen om het zonnecollectorsysteem te kunnen plaatsen, is de staat van de panlatten een aandachtspunt. Deze moeten in goede staat zijn om hierop de aluminiumprofielen te kunnen vastzetten. De afmeting van een gangbaar zonnecollectorsysteem onder de pannen is 6m², ongeveer twee tot driemaal zo groot als een gemiddelde vlakkeplaatcollector. Een ander verschil is de temperatuur die het systeem kan leveren: bij een vlakkeplaatcollector kan die oplopen tot wel 85°C, maar bij een zonnecollector onder de pannen is die temperatuur maximaal 50°C.

THEORIE

De temperatuur van dakpannen, zeker van gesmoorde (zwarte) pannen, kan in de zomer onder invloed van de zon oplopen tot wel 85°C. Een zonnecollector onder de pannen maakt gebruik van die temperatuur om het tapwater te verwarmen, of eventueel om een wasmachine – die meestal wast op temperaturen van 30 à 40°C – van warm water te voorzien. Net als PVT-panelen (zie detailblad 5.18) kan een zonnecollector onder de pannen ook als warmtebron fungeren voor de lage temperatuurverwarming van een woning, of in de zomernacht gebruikt worden om een huis te verkoelen door warmte aan de buitenlucht af te geven.



DETAIL VINGERELEMENT
SCHAAL 1:2



Let op:
benodigdheden systeem:
- Q-Roof vinger-elementen o.g.
- pomp
- expansievat
- boiler (bestaand en/of nieuw)
- verwarmingstoestel

BEGRIPPENLIJST

aangrenzende onverwarmde ruimte	een onverwarmde ruimte tussen het binnen- en buitenklimaat, die werkt als thermische buffer
aanslagprofiel	(aluminium) profiel voor een goede sluiting van naar binnen draaiende ramen
architraaflijst	geprofilee de lijstbetimmering om een deur- of raamkozijn
behangtengel	houten lat op de muur waarop behang werd opgespannen en bevestigd.(samen met - > keerklossen)
beleglat/belegstuk	afdeklat voor de - > gewichtkoker van een schuifraamsysteem
bodemafsluitende folie	folie die optrekkend vocht vanuit de bodem in een kruipruimte beperkt of voorkomt
borstelprofiel	tochtprofiel met borstelrand. Kan wo den bevestigd aan onderkant deuren om de kier tussen dorpel en deur af te dichten. Bij schuiframen kan een ander type worden toegepast.
bufferruimte	zie aangrenzende onverwarmde ruimte
buitenschil	de grens tussen binnenzijde van het pand en de buitenwereld, ook wel gebouwschil genoemd en bestaat uit de (begane grond)vloer, de buitenmuren, kozijnen, ramen en deuren en het dak samen.
capillair actief	dampopen binnenisolatiesysteem dat vocht kan opnemen, verdelen, enige tijd kan vasthouden en afstaan
compriband	gecomprimeerde voegafdichtingstape die na aanbrengen opzwelt
dampdichte (of dampremmende) laag	waterdichte of waterkerende laag die voorkomt dat er (woon)vocht vanuit de binnenruimte in de constructie en isolatiemateriaal kan komen. De laag is niet-ademend. De termen dampdicht en dampremmend worden door elkaar gebruikt en hetzelfde bedoeld; nl. volledig gesloten.
dampopen laag	(isolatie)laag of constructie die waterdamp (vocht) van binnen naar buiten toe kan doorlaten
EPS	expanded polystyrene; isolatiemateriaal in plaat of korrels/parels, ook bekend als piepschuim of tempex
‘Fermacell’-plaat vezelversterkte gipsplaat	vezelversterkte gipsplaat
gebroken dak	of mansardekap; kapvorm met een ontworpen knik in het dakvlak, steile onderdakvlakken en licht hellende bovenvlakken
gecacheerd	voorzien van een bedekking of toplaag
gemoffeld	geharde lak of coating op een metaal
gewichtkoker	ruimte in het schuifraamkozijn waarin het contragewicht hangt voor het schuifraam en wordt afgedekt door een belegstuk
halfsteens muur	baksteenmuur met een dikte van een halve steen
hechthout	meerlaags houten plaatmateriaal, ook wel multiplex
houtvochtgehalte	het percentage aan gewicht van het in het hout aanwezige vocht ten opzichte van het drooggewicht van het hout
‘in de dag’	de binnenmaat van een gevelopening of kozijn
kathedraalglas	glassoort met een onregelmatige bobbelstructuur, ook wel bekend als Tisch Kathedral
kalkmortel	elastische metselspecie, gemaakt van kalk en metselzand, zonder toevoeging van cement

keerklos	houten klos die aan de binnenzijde rechtstreeks op de buitengevel wordt bevestigd om de behangtengels los te houden van de (vochtige) buitenmuur
luchtspouw	ruimte tussen twee vlakken; meestal muren (bladen) van een spouwmuur (kan ook in het dakvlak zijn)
mastgoot	dakgoot met een halfrond profie
metalstud (MS)	bouwsysteem van lichte metalen profielen voor het maken van een draagstructuur voor wanden en plafonds
minerale wol	glas- of steenwolisolatie in de vorm van dekens of licht geperste platen
O-profiel	hol rubber profiel dat in doorsnede een O-vo m heeft en zich aanpast aan de breedte van kieren
papegaaienbek	in dit kader: een type halfrond profiel van een vensterban
PIF isolatie	meerlaagse isolatie bestaande uit luchtkamers en reflectiefoli
PIR isolatie	polyisocyanuraat, in de vorm van een isolatieplaat
PS renovatievloer	(broodjes-liggertjes vloer) polystyreen isolatieelementen (broodjes) tussen betonnen of stalen balken er tussen, ter vervanging van bestaande vloer
PUR isolatie	polyurethaan isolatie, los gespoten of als plaatmateriaal
rachelwerk	houten regelwerk als drager voor (gips)plafonds
schotelslagplug	bevestigingsschroef met ronde metalen schijf om isolatieplaten vast te zetten
sponningdiepte in raam of kozijn	de sponningmaat, haaks op de gevel gemeten vanaf buiten- of binnenkant van het kozijn of raam tot daar waar glas, raam of deur tegen het raam of kozijn wordt geplaatst (zie detailblad 4.06)
sponningbreedte in raam of kozijn	de sponningmaat, evenwijdig aan de gevel gemeten vanaf de dagkant (binnenkant) van het kozijn of raam tot daar waar glas, raam of deur tegen het raam of kozijn wordt geplaatst (zie detailblad 4.06)
steensmuur	baksteenmuur ter dikte van de lengte van een baksteen
stoeltjesprofiel	stalen raamprofiel, dat een doorsnede heeft in de vo m van een 'stoel'
stootvoeg	korte verticale voeg in metselwerk
systeemvloer	een vloer die volgens een bepaald systeem gelegd wordt, uitgaande van standaardonderdelen zoals (beton)balken en (polystyreen) isolatiemateriaal en een afwerkvloer
tengel	dunne lat die verticaal op het dak wordt bevestigd om de panlat vrij te houden van het dakbeschof of de isolatie
thermokussens	systeem van luchtzakken van warmtestraling reflecte ende folie met 'kamers' die onder tegen de begane grondvloer wordt aangebracht
verholen goot	verdiepte, niet zichtbare,goot onder de dakbedekking op overgang dakbedekking en gevel of opstand (muur of schoorsteen)
vertinlaag	dunne pleisterlaag om bij (steens)muren vocht van buiten te voorkomen
vouwblinden	gedeelde luiken aan de binnenzijde als licht-, warmte- en zelfs inbraakwerend
Wiener sprossen	letterlijk: Weense roeden. Losse roeden die later op het glas worden 'geplakt en afgekit. Ook wel plakroeden genoemd.
zwelband	- > zie <i>compriband</i>

FOTO'S, AFBEELDINGEN & TABELLEN

Architectenbureau Prent

afb. 1, 8, 10,11, 12, tabel 3 (naar ISSO praktijkboek), afb. 20, 21, 23, 24, afb. XXXIX

Boekee Styling

afb. 2.

Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg

afb. 3 (afkomstig uit Uitvoeringsrichtlijn Bouwhistorisch Onderzoek met Waardestelling (URL 2007) van de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg, 2024, pag. 29),
afb. 17 (<https://www.stichtingerm.nl/professionals-monumentenzorg/prestatiebladen-isolatiematerialen-en-folies>).

Dijkoraad R.R.G.

afb. 4, 22.

Martijn Andela | gemeente Rheden

tabel 1, afb. 5, 6, 9, 13, tabel 4 (naar Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed), 19, 25, 27, tabel 6, afbeelding 28, 29
afb. X, XI, XII, XVIII, XIX, XXI, XXIII, XXIV, XV, XVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXXII, XXXV, XXXVI, XLII, XLIII, XLIV, XLIX, L, LI

Wikipedia

afb. 7 (door JrPol - Eigen werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40108812>).

Provincie Gelderland

tabel 2

Amsterdam Museum

afb. 14 (objectnummer TA 35881; <http://hdl.handle.net/11259/collection.43219>), afb. 15 (objectnummer TA 35872; <http://hdl.handle.net/11259/collection.43210>).

Marc Stappers | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

afb. 16, tabel 5 (naar Dobbels, 2017), afb. 18

Gemeente Arnhem

afb. 26, afb. XLI (Rinus Baak)

Website Rheden op de Kaart

afb. I, XV, XVI, XXII, XL

Gelders Archief

afb. II (en kaff)

H. van Gool

afb. VII, XLVII, LII

Heidi Buijs | gemeente Rheden

afb. VI, VIII, XVII, XX, XXXIV, achterblad

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

afb. XIII, XXXIII, XXXVII

Erfgoed Rheden

afb. XIV

Gemeente Ede

afb. XLV (Pierre Lommen), XLVI (Klaas Boeder)

Martin Wengelaar

afb. V

Marlies van der Meijden

afb. III, IX

Funda

afb. IV, XXXVIII

DISCLAIMER

De inhoud van dit detailboek is met zorg samengesteld. De tekeningen tonen verduurzamingsoplossingen voor historische woningen die in de monumentensector doorgaans als goed worden beschouwd. Ook worden situaties behandeld die we regelmatig tegenkomen maar liever niet zien, omdat ze niet passend of potentieel risicovol zijn. Uiteraard is het detailboek niet uitputtend. Er zijn meer mogelijke, goede oplossingen.

Ondanks de zorgvuldigheid kan het mogelijk zijn dat informatie in het boek onvolledig is en/of onjuistheden bevat. De ontwikkeling in verduurzamingsproducten en – inzichten staat immers niet stil. Beslissingen die een lezer van dit boek maakt op basis van de aangeboden informatie, waaronder informatie verstrekt door derden en informatie als aangetroffen op hyperlinks naar websites van derden of het noemen van merken van derden, tekeningen en afbeeldingen uit dit boek zijn voor eigen rekening en risico van de lezer. Of een in dit boek beschreven oplossing passend is, blijft immers afhankelijk van de specifieke situatie. Daa naast bepaalt de zorgvuldigheid van de uitvoering in hoge mate de prestatie van een verduurzamingsingreep en een eventuele kans op schade.

De gemeente Rheden en architectenbureau Prent wijzen daarom iedere aansprakelijkheid voor ongewenste effecten nadrukkelijk van de hand. Een uitvoerende partij zal per geval altijd moeten bezien of een detailoplossing uit het boek verenigbaar is met het gebouw en deze ter zake kundig moeten uitvoeren. De gemeente Rheden en architectenbureau Prent sluiten dan ook alle aansprakelijkheid uit voor alle directe of indirecte schade en/of ongewenste effecten, van welke aard dan ook, voortvloeiende uit het gebruik van dit boek en informatie die via hyperlinks naar websites van derden of het noemen van merken van derden is verkregen.

In de details worden regelmatig merknamen en types benoemd. Over het algemeen staat daar 'of gelijk' (o.g.) bij. De gemeente Rheden en architectenbureau Prent zijn onafhankelijk en onpartijdig en hebben geen voorkeur voor een bepaalde partij of bepaald merk. Producten met een van een ander merk vergelijkbare functie die dezelfde prestatie kunnen leveren kunnen dus net zo goed zijn. Aan de totstandkoming van dit boek zijn – naast het architectenbureau – geen marktpartijen verbonden. De reden dat er merken en types genoemd zijn, is omdat huiseigenaren hiermee geholpen kunnen zijn. Zij weten daardoor hoe een product eruitziet; waar ze naar moeten zoeken. Het noemen merkennamen en types in dit boek kan dus niet worden aangemerkt als een advies of aanbeveling van gemeente Rheden en architectenbureau Prent om voor deze merken en types te kiezen. De gemeente Rheden en architectenbureau Prent hebben geen invloed op totstandkoming en kwaliteit van deze producten en aanvaardt daarvoor geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid.

Het is de ambitie om het detailboek periodiek te actualiseren. Bij onjuistheden, nieuwe inzichten, interessante innovaties of in het boek ontbrekende veel voorkomende bouwdelen of bouwknopen in historische woningen verzoeken wij u met ons in contact te treden via dumo@rheden.nl

INTELLECTUEEL EIGENDOM EN GEBRUIKSRECHT

Alle rechten van auteursrecht en intellectueel eigendom met betrekking tot de gehele inhoud van dit boek, inclusief het tekenwerk, berusten bij de gemeente Rheden en architectenbureau Prent, tenzij anders is vermeld. Ongeoorloofde vermenigvuldiging of weergave van afzonderlijke delen van de inhoud van dit boek is niet toegestaan en strafbaar volgens artikel 31 van de Auteurswet. Het is dus niet toegestaan de inhoud van het boek te vermenigvuldigen, door te sturen, te distribueren, te verspreiden of al dan niet tegen vergoeding beschikbaar te stellen aan derden, zonder de voorafgaande uitdrukkelijke, schriftelijke toestemming van de auteurs architectenbureau Prent en de gemeente Rheden.

Dit boek is uitsluitend bedoeld voor niet-commercieel privégebruik. Beide stellen (delen van) de inhoud van het boek kosteloos ter beschikking voor niet-commercieel privégebruik, onder de voorwaarde dat dit boek als bron wordt vermeld per gebruikt citaat, tekening of afbeelding uit dit boek, op de volgende wijze:
“Bronvermelding: Architectenbureau Prent en Gemeente Rheden, *Een warme jas. Over het mooi en goed verduurzamen van oude huizen*, Arnhem, 2024.”

Het creëren van afgeleide werken van (onderdelen van) het detailboek is alleen in overleg mogelijk. Neem daarvoor contact op via dumo@rheden.nl

Wij hebben ons best gedaan om alle rechthebbenden met betrekking tot (foto)materiaal in het detailboek te achterhalen. Als er onverhoopt toch materiaal zonder voorafgaande toestemming is gebruikt, verzoeken wij u om contact op te nemen via bovenstaand e-mailadres.

COLOFON

Uitgave

Architectenbureau Prent en Gemeente Rheden | Arnhem, juni 2024

Concept en projectleiding

Martijn Andela | gemeente Rheden

Teksten

Karin ter Brugge Wopereis | gemeente Rheden (§1.5)

Marc Stappers | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (§3.4.1-3.4.5 en §4.2.2)

Pierre Lommen | Gemeente Ede (§3.5.3)

Roy Oostendorp | gemeente Arnhem/ Gelders Genootschap & Hans de Witte | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (begrippenlijst)

Martijn Andela | gemeente Rheden (overige teksten)

Tekenwerk

Edzard Prent en Edgar Nijeboer | Architectenbureau Prent

Samenstelling klankbordgroep

Marleen Hoekstra-Schulte | Gemeente Ede

Leon de Jonge | Provincie Gelderland

Gunter Peters | gemeente Rheden

Boukje Tijssen-Overbeek | gemeente Arnhem

Hans de Witte | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Verder hebben volgende personen het op enigerlei wijze mogelijk gemaakt dat dit boek kon verschijnen:

Bas de Bont, Ronald Bosma, Cor Bouwstra, Christian Braak, Dick van den Brink, Birgit Dukers, Walter Ebbers, Olle de Graaff, Martijn Haitink, Taco Hermans, Mark Kooijman, Bastiaan van de Kraats, Eric de Kruijk, Victor de Maret Tak, Marlies van der Meijden, Gerton van Middendorp, Jelle Noordsij, Ingrid Noorman, Tom Pegels, Marjol Rooze, Marjolein Sanderma, Sjoerd Schaafstra, Martje Thelen en Jarno van Wely.

Wij willen hen, en diegenen die we wellicht onverhoopt vergeten zijn te vermelden, van harte daarvoor danken.

Vormgeving

Heidi Buijs | gemeente Rheden

Deze publicatie is gefinancierd door de gemeente Rheden en de Provincie Gelderland.



Het verduurzamen van een oud huis kan best een uitdaging zijn. Want waar begin je? Welke ingrepen zijn de moeite waard? Hoe voorkom je dat je 'fouten' maakt of een oplossing kiest die uiteindelijk toch niet zo geweldig blijkt te werken? Uiteindelijk worstelen bijna alle eigenaren van historische woningen met deze vragen. Het vinden van een deskundige vinden veel mensen ook ingewikkeld, want... hoe weet je zeker deze niet vooral bezig is met het verkopen van zijn eigen product? In de afgelopen jaren is er veel ervaring opgedaan met het op een goede manier verduurzamen van beschermde monumenten. Dat ook deze waardevolle panden energiezuinig worden en comfort bieden is steeds belangrijker, want gebruik is een voorwaarde voor behoud.

Als een monument verduurzaamd kan worden, dan kan het overal. Wat voor een monumentaal woonhuis een goede oplossing is, is dat doorgaans ook voor een niet-monument uit dezelfde periode, want qua bouwtechniek zijn beide meestal vergelijkbaar. In dit boek wordt aan de hand van de opgedane kennis op een toegankelijke manier uitgelegd welke stappen je kunt zetten om jouw historische woning op een goede manier te verduurzamen.

Het meest waardevolle gedeelte bestaat uit meer dan 70 pagina's bouwkundige details, die laten zien hoe je technisch en esthetisch op een goede manier verduurzaamt. Iedere tekening gaat vergezeld met een uitgebreide toelichting op de gemaakte keuzes, de werking van de oplossing, de uitvoering en de aandachtspunten. Wij hebben de hoop en de verwachting dat de 'reis' die de eigenaar van een oud huis moet maken bij het verduurzamen van zijn bezit door dit boek een stukje gemakkelijker wordt. Ook aannemers, architecten en andere professionals die zich bezighouden met historische woningen kunnen met deze publicatie hun voordeel doen.