

Balkon of dak(terras) boven woonruimte na-isoleren

Ook voor aanbouwen met terrasdeur en erkers



Abstract:

Maatregelen en opties ter verbetering van de isolatiewaarde van oude balkons of dakterrassen met terrasdeuren die boven de woonruimte zitten. De opwaardering tot de nieuwbouw minimumnorm voor dakisolatiewaarde van $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ is nodig. Wanneer de balkon- of terrasdeur laag op de buitenvloer (dak) zit, kan een buitenzijdige verdikking van de vloer of het dak afvoerproblemen opleveren voor smeltwater. Een verhoogde dorpel kan nodig zijn. Voorbeelden van jaren '30 woning, dakterras en oude uitbouwen, inclusief onderliggende erker. Dezelfde buitenzijdige dakisolatie (warm dak) is ook toepasbaar onder PV=panelen.

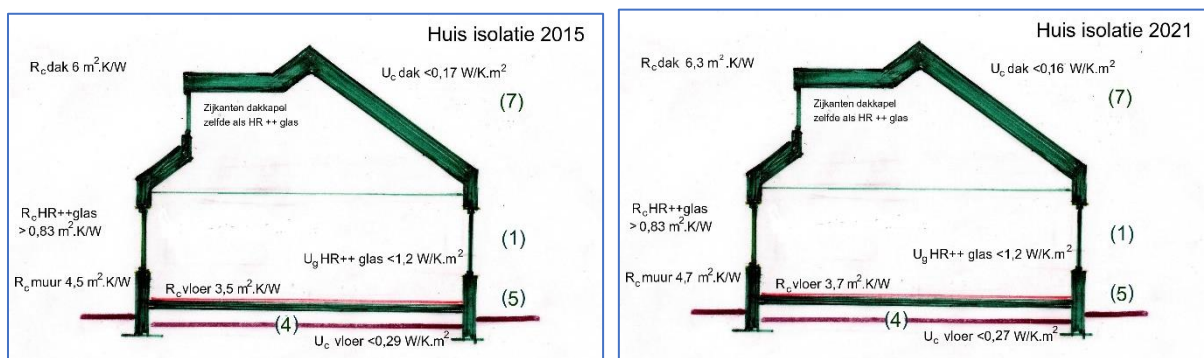
1. De minimum isolatiewaarden nieuwbouw

De architectuur uit de vorige eeuw en nog vroeger hield geen rekening met goede woningisolatie van de hele buitenschil: begane grondvloer, buitenwanden en daken.

De huidige **minimum nieuwbouwnormen** sinds 2021 met Rc waarden zijn:

Begane grond vloer boven grond.	$R_c = 3,7 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
Buitenmuren van gebouw.	$R_c = 4,7 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
Dakconstructie, plat of hellend dak	$R_c = 6,3 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
Ramen, deuren, dakkapel, kozijnen	$R_c > 0,83 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$
Ruiten, glas (= HR++) 2021 U-waarde $1,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ of	$R_c > 0,83 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$

Per 2021 is de nieuwe **BENG** eis van toepassing (Bijna Energie Neutrale Gebouwen), waarbij het energie verbruik van de woning niet meer dan $25 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{jr}$ mag zijn. Om dit lage energieverbruik te behalen zal het ook vaak nodig zijn om een beter isolerende glassoort toe te passen dan het minimum HR++.



*Figuur 1. De MINIMUM isolatie normen voor nieuwbouw zijn sinds 2021 iets hoger geworden dan de 2015 norm. Alleen voor de ruiten is de waarde hetzelfde gebleven. Bij isolatiewerk is het aanbevolen om **ten minste** de huidige minimumnorm aan te houden.*

Het **warmteverlies** (Uit) is evenredig aan de **U-waarde in $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$** , deze U-waarde wordt gebruikt door kozijn- en glasbedrijven (U_g).

De **isolatiewaarde** (Resistentie) **Rc in $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$** is omgekeerd evenredig aan de U-waarde, maar wordt voor alle constructies gebruikt. Om de verschillende R-waarden tussen constructies (R_c) en glas (R_g) te kunnen vergelijken is dit soms ook voor de ruiten aangegeven. $R_g = 1/U_g$.

Om de isolatiewaarden van daken, balkons, dakterrassen of aanbouwen te berekenen moeten de constructiedetails bekend zijn. Deze zijn te berekenen door de materiaaldikte in meters te vermenigvuldigen met de R_m -waarde ($= 1/\lambda$)¹ van dat materiaal, plus de twee **overgangswaarden** voor het plafond ($R_c = 0,14 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$) en de buitenvloer ($R_c = 0,03 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$), samen $R_c = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

¹ λ is de warmte doorgangscoefficiënt van één meter dik materiaal in $\text{W}\cdot\text{m/K}$. R_m is de weerstandswaarde van één meter dik materiaal in $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$. R_c is de warmte weerstand van een constructie. Een handige rekentool is te vinden op <https://www.isolatiemateriaal.nl/kenniscentrum/isolatiewaarde-de-rd-waarde-rc-waarde-en-lambdawaarde>. Het materiaal Aerogel van Bluedec® heeft een $\lambda = 0,0135 \text{ W}\cdot\text{m/K}$. Voor meer informatie zie <http://www.bluedec.nl/>. Het komt in platen van 1 cm dik die elk een R_c waarde hebben van $0,74 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ en dus beter isoleert dan conventioneel isolatie materiaal.

Voor nieuwe constructies kan er ook rekening gehouden worden met de isolatiewaarde van een hoog reflecterende folie (HRF) type radiatorfolie of Tonzon **plus** minimaal 2 cm horizontale luchtsponw $R_c = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Deze technologie van isoleren bestond niet of nauwelijks vóór 1980.

Om een globaal idee te krijgen van de isolatiewaarde van een oud jaren '30 gedeeltelijk inpandig balkon staan hieronder een paar schetsen en berekeningen. In deze schetsen telt het bitumen of zink of grind (tegels) nauwelijks mee omdat deze materialen een zeer lage isolatiewaarde hebben.

Onderstaand zijn een paar voorbeelden gegeven van andere gebouwen die hetzelfde soort balkonvloer of erker isolatieproblemen hebben als verderop worden toegelicht.



Figuren 2. Links: nieuwe aanbouw 1980; Midden: oude balkondeuren boven erker jaren 1890 woning; Rechts: gemetselde erkeropbouw met balkonleuning jaren 1910 woning.

In deze situaties zijn de aanbouwen of de balkons jaren geleden aangelegd en meestal onvoldoende geïsoleerd volgens de 2021 nieuwbouwnorm. Het opwaarderen van de isolatie is mogelijk, maar wordt vaak over het hoofd gezien als andere gebouwonderdelen wel worden geïsoleerd. Het resultaat is dan dat het erkerdakje in de woonkamer een groot warmtelek is en blijft. De radiatoren in de erker verliezen direct veel warmte naar buiten via dat slecht geïsoleerde dakje.

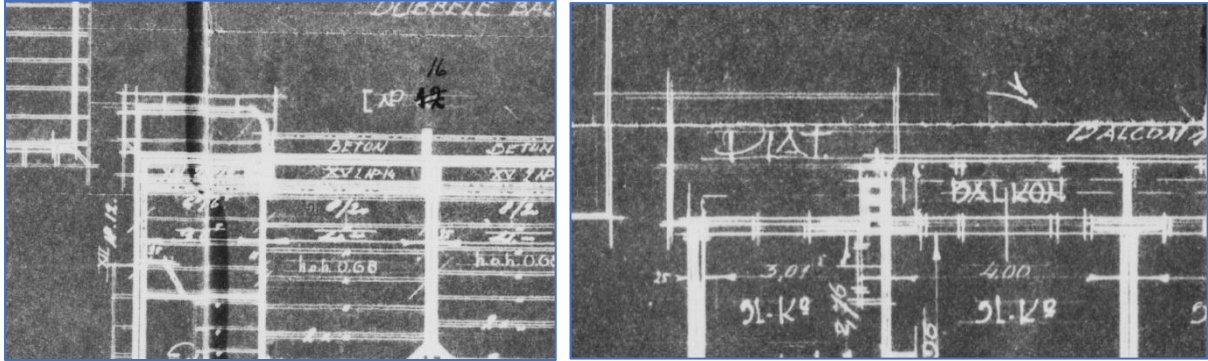
2. Jaren 1934 woning met gedeeltelijk inpandig balkon.

In deze woning is het balkon op de eerste etage boven de woonkamer (links) en keuken (rechts).



Figuren 3. Linker gedeelte boven de zonwering is met terrasdeuren boven de woon-eetkamer. Rechter gedeelte van het balkon is breder en boven de keuken, maar heeft geen terrasdeuren. Rechts: De onderdorpel van die terrasdeuren zit vlak op het bitumen van het balkonvloertje.

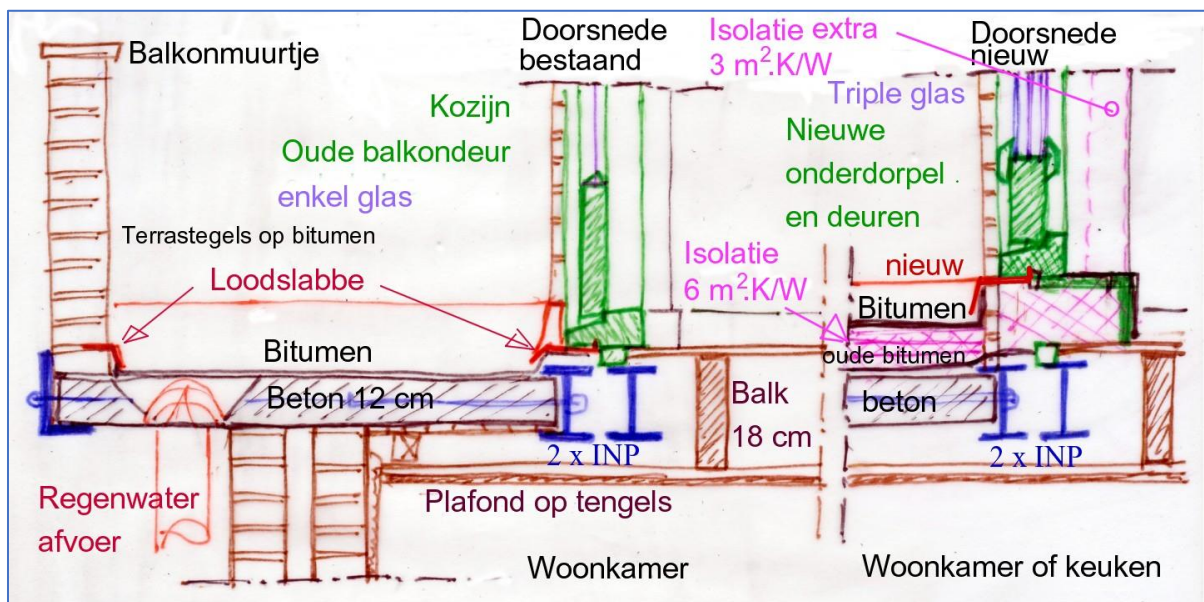
Het slaapkamerraam rechts boven de keuken heeft geen deuren. Hier kan de balkonvloer zonder problemen van boven dikker worden gemaakt en een nieuwe loodslabbe (loodvervanging) drie lintvoegen hoger gezet. Tussen het bredere balkongedeelte en het smalle balkon zit een regenafvoer naar buiten. Dit is de zwarte lijn links naast de ronding. De regenwaterafvoer van het dak komt uit op het balkon en loopt langs de schoorsteen.



Figuren 4. De bouwtekening uit 1934. Links, etagevloer met balkon en ronding muur en INP balken die van de keuken tussenmuur naar de woning scheidende muur dragen. Rechts, dezelfde schoorsteen bij een andere woning, maar met een kleinere keuken, zonder ronding en zonder verbreding van het balkon.

Het balkonvloertje (Figuur 4) is van beton, waarbij de buitenkant wordt gedragen door een stalen profiel. Dit is donkergroen geverfd (Figuur 3). De binnenkant zit waarschijnlijk vast-gestort in de INP balk die de woningmuur en terrasdeuren draagt.

De helft van het balkon boven de woon-eetkamer (links) hangt over. De hele breedte van het bredere stuk balkon (rechts Figuur 3) zit boven de keuken en heeft nauwelijks enige thermische isolatie. De betonvloer is afgewerkt met een cement laag en beplakt met twee lagen bitumen. Hierop zijn trottoirtegels gelegd.



Figuur 5. Schets van oude situatie Figuur 3 en de verbeterde situatie (waterdichte optie). De onderdorpel van de terrasdeur wordt vervangen en twee (10 cm) of drie bakstenen (15 cm) hoger geplaatst. De opstap vanuit binnen is dan maximaal 20 cm. De toegevoegde isolatielaag op het beton moet een Rc-waarde hebben van minimaal $R_c = 6,3 \text{ m}^2.\text{K/W}$. Bij een waterdichte constructie kan PIR of Recticel gebruikt worden.

In de smalle strook boven de woonkamer zal in de winter onder het koude beton condens optreden en een verkleuring van het plafond, vooral langs de gevel.²

In dit geval is het hoger plaatsen van een extra onderdorpel de meest praktische oplossing. Tegelijkertijd kunnen er dan nieuwe houten deuren in het kozijn geplaatst worden met HR⁺⁺ of triple glas en nieuw hang-en-sluitwerk.

Bij deze woning (85 jaar oud en goede kwaliteit grenen) had de onderdorpel geen verwerkingsschade en kon er dus een extra onderdorpel hoger geplaatst worden, maar de dunne houten deuren met enkel glas moeten dan wel vervangen worden. Bij verwerkingsschade is het verwijderen van de oude onderdorpel en de muur drie lagen op metselen tot aan de nieuwe onderdorpel de beste optie.

De huidige isolatiewaarde tussen buiten en de woonkamer of keuken is:

Overgangswaarde buiten	$R_c = 0,03 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Bitumenlaag 5 mm dik 0,005m x 5,5 m.K/W	$R_c = 0,03 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Betondikte 14 cm inclusief cementlaag 0,14m x 0,8 m.K/W =	$R_c = 0,11 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Verloren bekisting 2 cm hout 0,02m x 5,5 m.K/W =	$R_c = 0,11 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Luchtsponw tot plafond > 2 cm (warme kant onder)	$R_c = 0,1 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Plafond gipsplaten 1,25 cm. 0,0125m x 4,5 m.K/W =	$R_c = 0,05 \text{ m}^2.\text{K/W}$
<u>Binnenzijde overgangswaarde</u>	<u>$R_c = 0,14 \text{ m}^2.\text{K/W}$</u>
Totaal isolatiewaarde bestaand plafond-balkon	$R_c = 0,57 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Dit is ongeveer 10% van de nieuwe minimum dakisolatie waarde.

De berekening toont ook aan dat de isolatiewaarden van het bitumen, het beton en het gipsplafond erg laag zijn en in de volgende berekeningen niet meegenomen hoeven te worden.

De toe te voegen isolatiewaarde is: minimum $R_c = 6,3$ - aanwezig $0,57 = R_c \text{ } 5,73 \text{ m}^2.\text{K/W}$

De toe te voegen isolatiewaarde kan worden bereikt door de volgende materialen:

XPS platen ³	λ -waarde 0,035 = Rd-waarde 28 m.K/, dus $5,73/28 = 0,14 \text{ m} = 20,5 \text{ cm}$
EPS platen	λ -waarde 0,033 = Rd-waarde 30 m.K/, dus $5,73/30 = 0,14 \text{ m} = 19,1 \text{ cm}$
PIR platen (dakplaten) ⁴	λ -waarde 0,025 = Rd-waarde 40 m.K/, dus $5,73/40 = 0,14 \text{ m} = 14,3 \text{ cm}$
PUR schuim	λ -waarde 0,023 = Rd-waarde 43,5 m.K/, dus $5,73/43,5 = 0,125 \text{ m} = 13,2 \text{ cm}$
Recticel (dakplaten) ⁴	λ -waarde 0,022 = Rd-waarde 45 m.K/, dus $5,73/45 = 0,125 \text{ m} = 12,7 \text{ cm}$
Resol ⁴	λ -waarde 0,02 = Rd-waarde 50 m.K/, dus $5,73/50 = 0,125 \text{ m} = 11,5 \text{ cm}$
Glaswol , steenwol,	λ -waarde 0,03 =of Rd-waarde 28 m.K/W, dus $5,73/28 = 0,2 \text{ m} = 20,5 \text{ cm}$
Bluedec®	λ -waarde 0,0135 =of Rd-waarde 74 m.K/W, dus $5,73/74 = 0,076 \text{ m} = 7,7 \text{ cm}$

De volgende aantekeningen zijn relevant.

1. Glaswol en steenwol dekens, EPS en PUR-schuim zijn samendrukbaar en dus niet toepasbaar hier. Er zijn wel andere compacte glaswol en steenwol plaatproducten, maar die kunnen andere isolatiewaarden hebben. Samen met de XPS vereisen ze $\approx 20 \text{ cm}$ isolatiedikte, waarbij de opstap (overstap) naar het balkon $>20 \text{ cm}$ hoger wordt en de nieuwe lood-vervangende slabbe 4 lintvoegen hoger komt te zitten.
2. De oude dakbedekking kan blijven zitten en hoeft niet verwijderd te worden. De oude loodslabbe moet verwijderd worden en de vervanging hoger geplaatst.

² Donkeren verkleuring van een in lichte kleuren geschilderd plafond ontstaat doordat fijnstof van koken, roken of kaarsen neerslaat op het condens. Voor het overschilderen moet het plafond ontvet worden anders zal het roet weer door de nieuwe plafondverf heen komen.

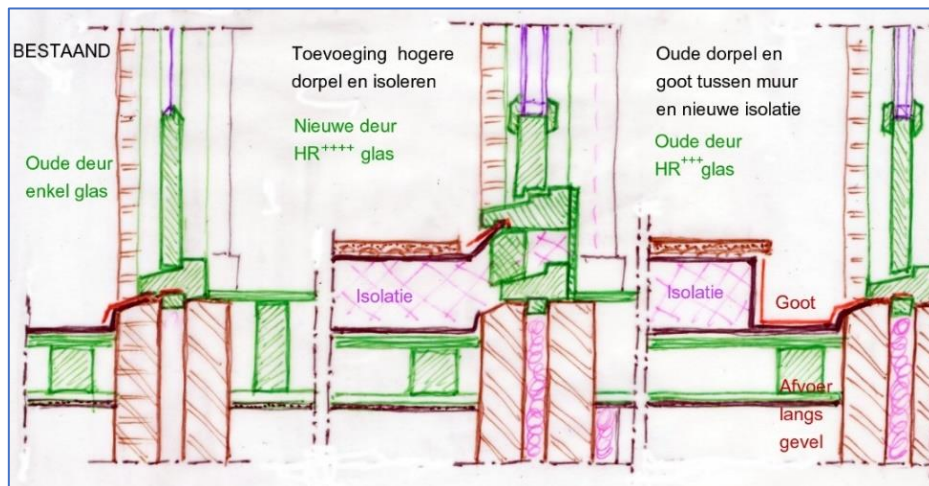
³ XPS is een hogere dichtheid EPS en een stevige plaat die belopen kan worden en waterdicht.

⁴ PIR, Recticel en Resol zijn stijve dampopen isolatieplaten en kunnen daarom alleen binnen gebruikt worden.

3. Een eventueel bijkomend probleem kan zijn dat het balkonmuurtje dan vanaf de nieuwe vloer te laag wordt. Het verhogen van het muurtje zal minder uitzicht tot gevolg hebben en kan beperkt zijn bij beschermd stadsgezicht aan de straatzijde.
4. Met PIR-, Recticel- en Resolplaten (algemeen verkrijgbaar) hoeft het nieuwe loodvervangende materiaal slechts 3 lagen hoger te zitten en wordt de opstap < 20 cm. De ze dakplaten kunnen aan eenzijdig een bitumenpapier afwerking hebben.
5. Met Bluedec® (niet samendrukbaar) wordt de extra hoogte slechts 8 cm meer, maar de kosten van dit materiaal zijn wel veel hoger dan PIR, Recticel of Resol.
6. Voor grote platte dakterrassen is het mogelijk om Vacuüm-panelen toe te passen (Bluedec, SlimVac® met λ -waarde 0,0042 W/m.K of Rm 238 m.K/W)⁵ dat met een standaardpaneel van 2 cm dik een isolatiewaarde heeft van 4,76 m².K/W. Dergelijke panelen moeten beschermd worden door XPS wat de dikte groter maakt en de isolatie verder verbetert. Echter, ze moeten op maat besteld worden en zijn niet aanpasbaar. Voor kleine hoeveelheden (< 20 m²) zijn ze nog duurder dan Bluedec®.
7. Op het waterdichte, na-geïsoleerde dak kunnen betonnen of rubberen (minder gewicht) daktegels gelegd worden of vlinder ter bescherming van de bitumen of EPDM folie.
8. Wanneer het hele kozijn van slechte kwaliteit is kan er een nieuw kozijn in geplaatst worden waarbij de onderdorpel meteen hoger zit.
9. Wanneer de onderdorpel verhoogd wordt, is het kostenverschil tussen dun isoleren en dik isoleren erg weinig, want bij dit soort werk is het arbeidsloon bepalend.
10. Het maken van een goot langs de deur voor smeltwaterafvoer is alleen mogelijk wanneer het smeltwater ook direct langs de gevel wordt afgevoerd en niet door nog niet gesmolten sneeuw geblokkeerd kan worden.
11. Een oude houten balkondeur (stolpdeur) kan thermisch verbeterd worden door in plaats van het enkel glas een isolatieruit HR⁺⁺ (met Krypton?)⁶ te plaatsen die 2 mm dunner is dan het deurt hout. De 2 mm is voor de mastik/kit tussen de opdekglaslat en de nieuwe ruit.
12. Bij het plaatsen van nieuw glas moet de ventilatie optie van de kamer beoordeeld worden en op het nieuwe glas eventueel een ventilatierooster geplaatst worden.

Figuur 6. Oude situatie en opties voor nieuwe situatie.

Een nieuwe kunststof onderdorpel is ook een optie, vooral wanneer het kozijn op het zuiden staat, waardoor sterke verweering plaats vindt en onderhoud van een houten dorpel extra kost.



De optie om de deurdorpel niet te verhogen kan bestaan bij kunststof kozijnen, omdat het alternatief dan is om het hele kozijn en deur te vervangen, hetgeen meer geld kost dan om een tweede houten onderdorpel aan te brengen.

⁵ Er zijn verschillende producenten van Vacuüm panelen met iets afwijkende waarden, afhankelijk van de ondersteunende vulling van de panelen. Ze worden toegepast in koelvrachtwagens en koelkasten.

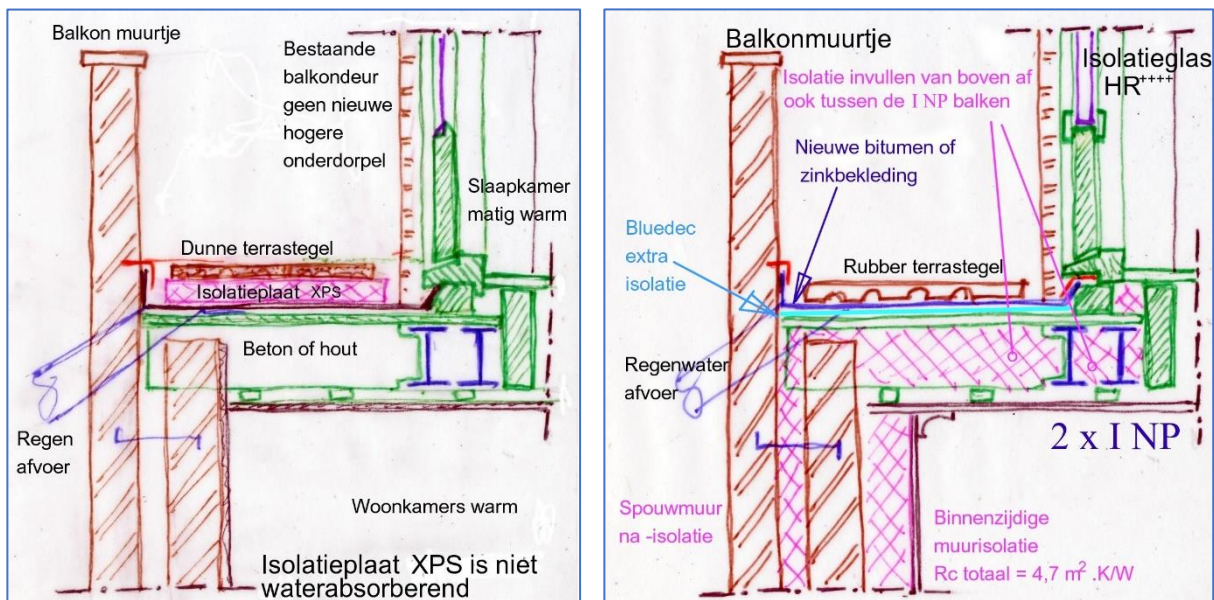
⁶ Zie voor de verschillende opties het document terrasdeuren verbeteren www.nienhuys.info



Figuren 7. Bij een smeltwater afvoergoot moet het gesmolten water direct langs de muur worden afgevoerd zonder dat er een verstopping van de smeltwater afvoer kan plaats vinden. De midden afbeelding toont het effect van de warmtestraling, terwijl de nieuwe kunststof deur wel triple glas heeft. Rechts is het dak beperkt en waterdicht na-geïsoleerd, waarbij de gootrand op de oorspronkelijke hoogte is gehouden.

De optie om de deurdorpel niet te verhogen is slechts relevant wanneer het smeltwater **op korte afstand van de terrasdeur** langs de muur naar de afvoer kan en waarbij de gevel **niet optimaal geïsoleerd is**. Een terrasdeur zal bij een matig warme slaapkamer nog veel warmtestraling afgeven, waardoor de sneeuw direct langs de onderkant van de deur smelt. Bij een niet optimaal geïsoleerde muur naast de terrasdeur zal dan ook de sneeuw smelten, waardoor het smeltwater afgevoerd kan worden. Bij een afvoerpunt op een geïsoleerd dak dat van de muur verwijderd is, zal de sneeuw daar niet smelten en de afvoer blijven bokkeren. Het ophopende smeltwater kan dan bij de deur naar binnen komen. De verzekering zal dan hoogst waarschijnlijk geen waterschade vergoeden.

Een variant op het bovenstaande probleem is het leggen van isolerende XPS-platen op een bestaand niet geïsoleerd balkon en daarop de terrastegels of vlonder, wanneer de waterafvoer aan de buitenkant van het balkon zit. Dit creëert daarom beperkt isolatie.



Figuren 8. Links. XPS-plaat buiten op en afgedekt met vlonder. De balkondeuren draaien net boven de terrastegels open. Het woonkamerplafond is warm en de slaapkamer is matig verwarmd. De slaapkamer geeft via de terrasdeur warmtestraling af en het plafond heeft plaatselijk een groot warmtelek.

Rechts. Isolatie in het plafond aangebracht. De terrasdeur hoeft dan ook niet vervangen te worden. Betere, maar duurdere oplossing met isolatie onder het bitumen of zink. Eventueel extra 2 cm ($R_c 1,4 \text{ m}^2.K/W$) extra Bluedec isolatie direct onder het zink/bitumen wanneer de balkjes te dun zijn voor de gewenste isolatiewaarde.

In de bovenstaande situatie (Figuur 8 links), zal het smeltwater opgewarmd worden door het warmteverlies van het plafond en de spouwmuur en is daarom een matige oplossing, maar wel snel en goedkoop. Bij dit soort woningen zal als eerste en meest voordelige optie spouwmuurisolatie worden toegepast. In dat geval kan de regendoorvoer van onderen iets geïsoleerd worden, waardoor de kans op bevriezen van het water erboven vergroot wordt en smeltwater langs de deur naar binnen kan lopen. Dit is dan een **foute oplossing**.

Ter voorkoming van ongewenste lekkages moet bekend zijn wat de constructie van het balkon is vóórdat men enige verhoging van de balkon vloer toepast. Een veel veiliger methode is om tussen de balklaag de holle ruimtes vol te spuiten met EPS-korrels of PUR.

Dunne isolatieverbetering kan ook door de toepassing van enkele platen Bluedec® onder het zink⁷.

Bij de volgende jaren '30 woning draagt de balkonmuur ook op een **INP** of **DIN** balk en loopt het plafond van de woonkamer door. Bij houten balklaag is het van bovenaf isoleren aanbevolen.

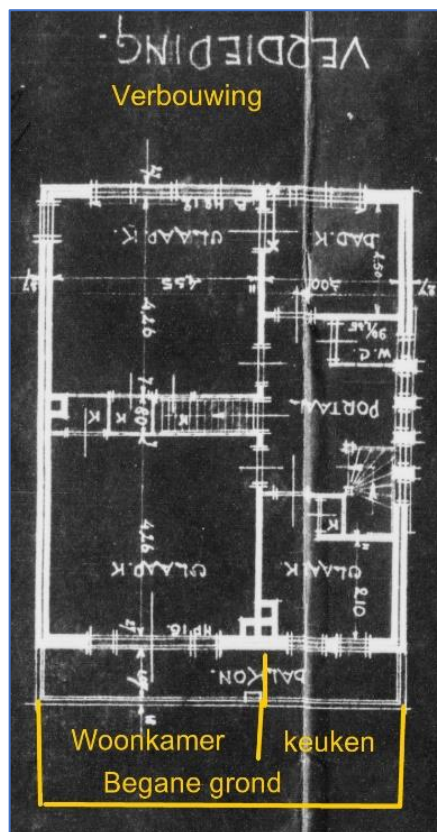
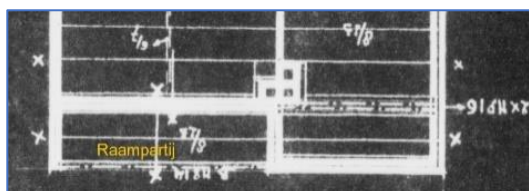
Bij deze woning loopt de woonkamer op de begane grond door over de hele diepte van het gebouw. De strook onder het balkon op de eerste etage is zo slecht geïsoleerd dat daar in de woonkamer in de winter condens optreedt. Dit zal plaatselijk een **verkleuring midden in het grote vlakke plafond** opleveren. Hier kan van boven tussen de vloerbalken EPS-korrels of PUR-schuim toegepast.



Figuur 9. Breed balkon over de hele gebouw breedte. De uitbouw is

recenter en heeft een betere dakisolatie.

De woonkamer en keuken op de begane grond hebben in het plafond, ter plaatse van het oude on-geïsoleerde balkon, een erg lage isolatiewaarde.



⁷ Elke 1 cm plaat geeft een toegevoegde isolatiewaarde van +0,7 m².K/W. Wanneer het zink van het balkon of erkerdakje toch vernieuwd moet worden is dit een optie.

3. Inpandig balkon met erker

In de volgende jaren '30-woning (*Figuur 9*) is over een groot gedeelte van de breedte van de woonkamer een inpandig balkon gemaakt, voor de slaapkamer en badkamer langs. De slaapkamer heeft terrasdeuren. De woonkamer heeft een erker met een eigen plat dakje (zink). Direct boven de erker uitbouw zitten vijf Glas-in-Lood raampjes die met hun kozijn vlak op het zinken dakje zitten. De muurankers geven aan dat deze verbinden zijn met de houten balklaag.

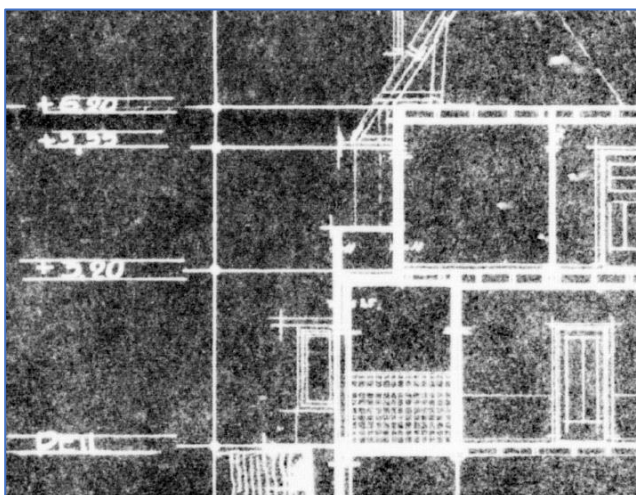
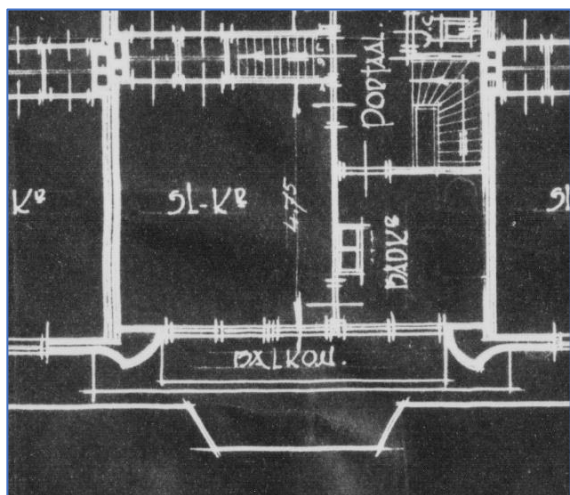
Op de doorsnedetekening is te zien dat het constructiedetail waarschijnlijk hetzelfde is als de vorige woning. Deze woningen zijn in dezelfde straat en in zelfde periode gebouwd. De bovenkant van het betonvloertje zit iets lager dan de houten vloer binnen. Afhankelijk van de kwaliteit van het kozijn van de balkondeuren kan hier dus een tweede dorpel gemaakt worden.

Bij dit type woningen is het dakje van de erker origineel helemaal niet geïsoleerd. Omdat het erker voorraam hier een tien- of twintigtal jaren geleden is verbeterd met een grote isolatieruit, is er weinig ruimte onder het plafondje om hier binnenzijdige isolatie toe te passen.

Figuren 9. Eerste etage met inpandig balkon en begane grond met erker met een gedeelte van het kozijn direct boven de zinken dakbedekking.

De regenwaterafvoer loopt rechts langs het balkon precies op de erfscheiding.

Onder: Plattegrond etage en doorsnede.



Niet alleen hebben deze oudere isolatieruiten een matige isolatiewaarde van ongeveer $R_c = 0,6$ $m^2 \cdot K/W$ ($U_g = 1,65$ $W/m^2 \cdot K$), maar de woning heeft ook geen ventilatieroosters op deze ruiten, terwijl de glas-in-lood ruitjes afgesloten zijn. Deze erker zal in de winter een koude /tochtige plek zijn. Bij de bovenste ruitjes kan een extra HR++ bijgeplaatst worden. Zie documentje "Twee dubbel glas" op www.nienhuys.info voor de mogelijkheden.

Figuur 10. Kleine glas-in-lood ruitjes in kozijn direct boven op de erker met een zinken dakafwerking.

Het verhogen (buitenzijdig dikker maken) van het dakje is hierdoor erg beperkt. Het invullen met isolatie van onderen tussen de balkjes is de beste optie.

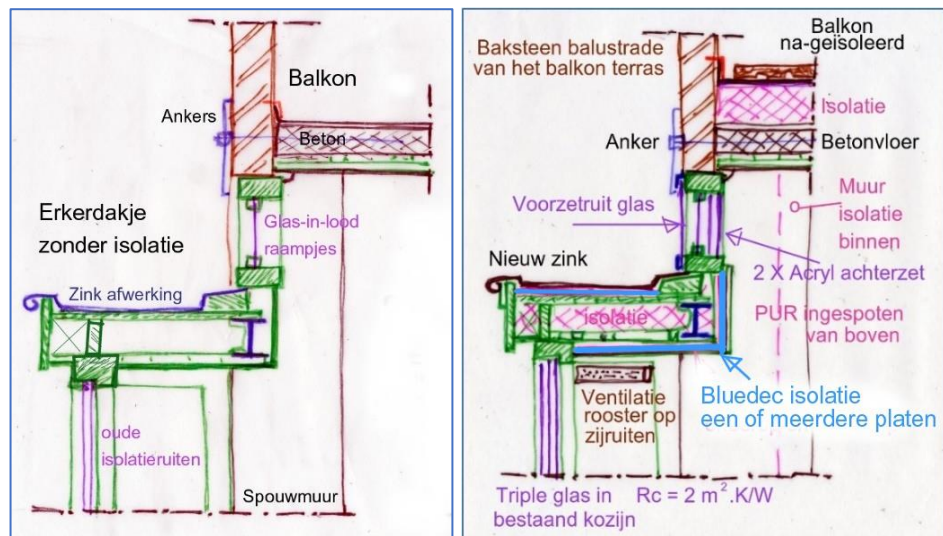


Er zijn drie isolatie opties die de kleine Glas-in-Lood raampjes behouden.

- Na het verwijderen van het oude dakzink, gaten boren in de houten afwerkvloer tussen de dragende balkjes. **De holle ruimte tussen de balkjes opvullen met EPS-korrels of PUR-schuim**, dat na het inspuiten expandeert en de dikte van die balkjes opvult. Deze optie is vooral relevant wanneer het zink vernieuwd moet worden. Bij een dikte van de balkjes van 12 cm levert dat een isolatie op van $0,12\text{ m} \times 43\text{ m.K/W} = R_c 5,16\text{ m}^2.\text{K/W}$ hetgeen voor de gegeven situatie geen slecht resultaat is.
- Bij dünnere balkjes of minder ruimte (wanneer er al wat steenwol tussen zit) zal de bovengenoemde isolatiewaarde niet gehaald kunnen worden. In dat geval kan er op het dakbeschot en onder het bestaande plafond één of meerdere platen Bluedec® worden toegepast (elke plaat van 1 cm = $R_c 0,7\text{ m}^2.\text{K/W}$).
- Onder het erkerplafond een extra isolatielaag worden aangebracht met een 3 cm Bluedec, een 6 cm Reticel of een 7 cm RIR-plaat die zo dik is als de bovendorpel van het kozijn. Visueel kan het plafond dan gelijk eindigen met de bovenkant van de glasruit.

Figuur 11. Doorsnede van huidige erker. Zinkdakje op het plankenvloertje en kozijn direct onder de balken. Geen dakisolatie: $R_c = 0,3\text{ m}^2.\text{K/W}$.

Geen ventilatie-openingen bij de ramen.
Glas-in-Lood $R_c = 0,12\text{ m}^2.\text{K/W}$ ($U_g 8\text{ W/m}^2.\text{K}$)



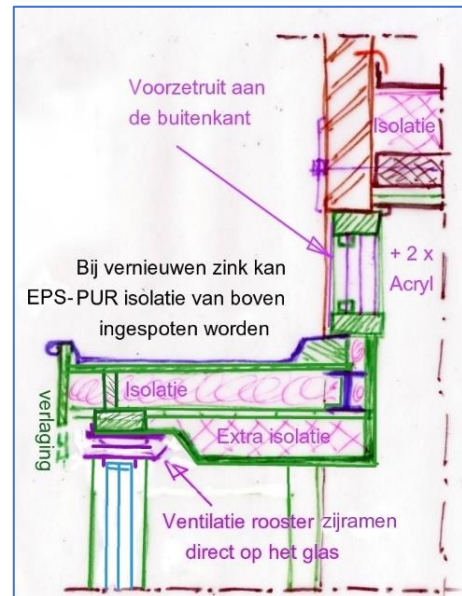
Isolatieruit, oud. $R_c = 0,6\text{ m}^2.\text{K/W}$ ($U_g 1,7\text{ W/m}^2.\text{K}$). In plaats van enkel Acryl is een HR++ achterzetruit veel rendabeler en duurzamer.

Spouwmuur open. $R_c = 0,5\text{ m}^2.\text{K/W}$. Spouwmuur na-geïsoleerd slechts $R_c = 1,7\text{ m}^2.\text{K/W}$
Op de schuine zijruit kan een ventilatierooster geplaatst worden.

- ✓ Oud zink verwijderen. EPS-korrels of PUR-schuim tussen de balkjes spuiten en op het dakbeschot Bluedec® met behoud van een weinig afwatering. Vernieuwd zinken dakje aanbrengen.
- ✓ Voorzetruiten buitenzijde bij Glas-in-Lood. Binnenzijde met extra HR++ achterzetruit.
- ✓ Nieuwe triple glas ruiten $R_c = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ($U_g 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)
- ✓ Op de twee schuine zijruiten een ventilatierooster tegelijk met het triple glas plaatsen.
- ✓ Onder het dakje extra platen Bluedec® om een totale isolatiewaarde te behalen van $R_c = 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ en dampdichte laag aan de warme kant.
- ✓ Aan binnenzijde spouwmuur extra isolatiemateriaal (Resol) en dampdichte laag aan de warme kant. Afwerken met gipsplaat. Document: Binnenzijdige en buitenzijdige muurisolatie.

Figuur 12. Door het dikker maken dan het kozijn (extra isoleren van het plafondje aan de onderzijde), zal het uitzicht en het toetreden van het zonlicht van de voorzijde verminderen. Geluiddempende ventilatieroosters kunnen dan beter op de zijruiten geplaatst worden.

Na het verwijderen van de oude isolatieruiten kan de bovenspanning van de kozijnen vlak worden gezaagd en het ventilatierooster met triple glas geplaatst worden. Van buiten blijft het ventilatierooster dan zichtbaar, tenzij het boeiboord van het erker dan naar beneden wordt verlengd. De inlaat van het ventilatierooster komt dan achter het boeiboord te zitten.



Bij het toepassen van een betere isolatie voor het plafond zijn er verschillende opties:

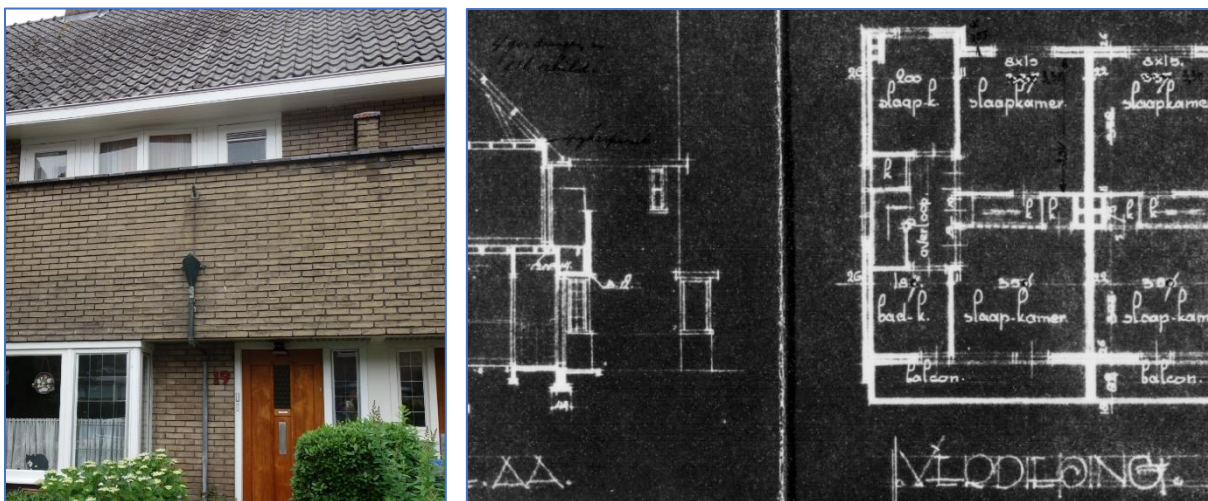
- (1) Voordat het zinken dakje wordt teruggeplaatst kan men op het houten dakbeschot vier lagen van 1 cm Bluedec® toepassen met een extra isolatie van $2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Op deze manier hoeft er in combinatie met het EPS-korrels of PUR-schuim tussen de balken misschien geen plafond verlaging toegepast worden. **Aanbevolen.**
- (2) Onder het plafond kan ook een dunne laag Bluedec® worden toegepast die met de afwerking niet lager komt dan de bovenkant van de glasruit. Dit is het geval wanneer de balkjes < 10 cm zijn, waardoor er niet voldoende EPS-korrels of PUR-schuim tussen kan.
- (3) Het raam ventilatierooster direct op het glas en onder de bestaande bovendorpel (het minste lichtverlies). Dit is de meest eenvoudige (en goedkoopste) optie.
- (4) Twee raam-ventilatieroosters alleen op de schuine zijramen (symmetrisch), waardoor het voorraam zonder rooster blijft en maximaal lichtinval behoudt. **Aanbevolen.**
- (5) Een breed geluiddempend ventilatierooster is aanbevolen wanneer de erker aan een verkeersweg ligt. De verbreding kan aan de buitenzijde onder het dak overstek gemaakt worden.
- (6) Aparte in de muur geplaatste ventilatieroosters (ook geluid gedempt) kunnen automatisch CO₂ gestuurd zijn, of met hoge winddruk vanzelf sluiten.
- (7) In de muur geplaatste ventilatie met warmtewisselaar (Climarad) maakt het plaatsen van ventilatierooster op de ruiten of het kozijn overbodig.

Door enkele of dubbele, vlak langs het raam vallende, en aan de zijkanten nauwsluitende plissé gordijnen toe te passen die ook vlak op de vensterbank sluiten, wordt de isolatiewaarde verder verhoogd. **Aanbevolen.**

Triple glas met een maximum isolatiewaarde van $R_c = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (Ug-waarde $0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) is aanbevolen en kan vaak direct in het bestaande kozijn worden gesteld. Triple glas isoleert meer dan 2X zo goed als de minimum nieuwbouw norm HR⁺⁺ van $R_c = 0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (Ug-waarde $= 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)⁸.

4. Jaren 1935 half inpandig balkon, alleen boven de woonkamer

Bij de volgende woning is de situatie iets anders, omdat het balkon nog smaller is dan bij de vorige situatie en gedeeltelijk boven het plafond van de woonkamer zit. De terrasdeuren van de slaapkamer zitten vlak boven de balkonvloer en het is daardoor bijna niet mogelijk om die balkonvloer aan de bovenkant te isoleren zonder de onderdorpel van die terrasdeuren (stolpdeuren) te verhogen en de deuren korter te maken. Deze badkamerdeur was al permanent dichtgezet.



Figuren 13. Gevelaanzicht met over meerdere woningen een doorlopend smal balkon.

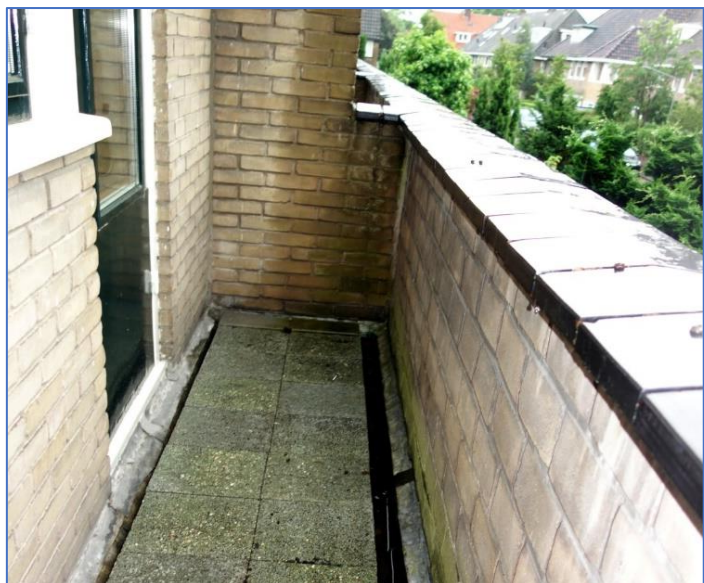
De twee regenwaterafvoeren zitten op de hoogte van de balkonvloer tussen de erker en de voordeur.

Tekening, doorsnede en plattegrond etage.

Rechts. Foto badkamerdeur. In deze situatie kon de badkamerdeur dicht gemetseld worden, met een nieuw goed isolerend raam dat even hoog zit als het raam naast de terrasdeuren.

Onder het raam in deze badkamer zit een badkuip.

Omdat de deuraanpassing achter de balkonmuur zit is geen vergunning nodig bij een beschermd dorpsgezicht.



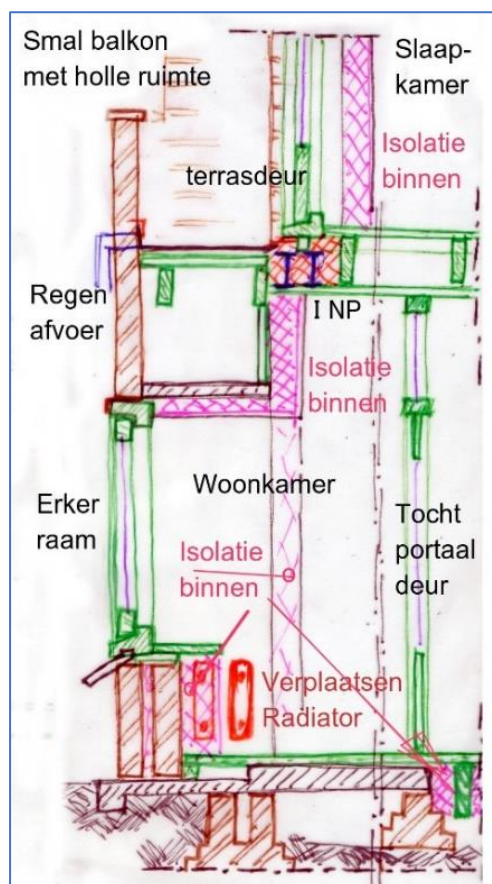
⁸ Voor meer informatie over glas opties zie document '101-Soorten-Glas' op www.nienhuys.info

Op de doorsnede (Figuur 13) is te zien dat de balkondeuren op een dubbele INP-balk staan, het balkonvloertje van hout is en op een houten balk is gelegd. Onder het balkonvloertje is ter plaatse van de erker een holle ruimte. Het vloertje van de holle ruimte vormt bij de voordeur een overhang.

Er zijn twee manieren om een betere isolatie te krijgen, **waarbij B is aanbevolen**, want de optie A zal nog steeds grote warmtelekken naast en onder de erker vormen.

- A. De grote holle ruimte kan samen met de spouwmuur na-isolatie geheel vol te blazen met EPS- korrels of chips. Omdat deze constructie zich voordoet bij alle soortgelijke woningen met inpandige balkons in de hele straat, zou dit gezamenlijk uitgevoerd kunnen worden. Een tegenargument is dat dan de holle ruimte boven de voordeur dan ook wordt volgeblazen met EPS-korrels, hetgeen minder energie rendement oplevert.
- B. De woonkamer muur en de voordeur muur binnenzijdig isoleren met een 12 cm Recticel- of Resolplaat) en afgewerkt. De holle ruimte niet vullen. Voor het binnenzijdig isoleren dient de radiator die in de erker zit tijdelijk losgemaakt te worden en de vensterbank na de isolatie verbreedt. Ook in het tochtportaal kan dan het bovenstukje van de buitenmuur met een Recticalplaat worden geïsoleerd. Het voordeel van deze maatregel is dat de lageregelegen muurdelen mee-geïsoleerd worden, hetgeen met alleen de holle ruimte boven de erker volblazen niet het geval is.

Figuur 14. Doorsnede schema van optie B. Hierbij worden de zijkanten naast de ramen van de erker ook geïsoleerd. De dikte van de isolatie tegen het plafondje van de erker mag niet dikker zijn dan de dikte van het kozijn. Als alternatief kan er een gat vanuit de woonkamer gemaakt worden, de holle ruimte isoleren en met de binnenzijdige muurisolatie het gat weer sluiten en afwerken. Een moeilijkheidsgraad is het isoleren van de I NP balken.



5. Verkeerde afwerking

Bij het volgende voorbeeld van een keukenuitbouw/balkon werd er nieuwe dakbedekking gelegd en een nieuwe loodslabbe aangebracht, maar de opening van de regenwater afvoer was hierdoor verkleind en kon dichtslibben met blad. De afbeelding (Figuur 15) laat zien dat de onderdorpel van het deurkozijn aan de onderzijde verrot is vanwege slechte detaillering van de waterafvoer. In dit geval is het verstandig om de onderdorpel te verwijderen en een nieuwe hogergeplaatste onderdorpel toe te passen. Omdat de nieuwe loodafwerking niet onder de (oude) balkondeur was doorgezet, kan bij zware regenval of smeltwater het water zo naar binnen lopen. Een verhoging van de waterdichte opstand is hier nodig.



Figuren 15. Nieuw bitumen dakafwerking, maar niet doorgezet onder oude dorpel. Bij verstopping afvoer ontstaat lekkage.



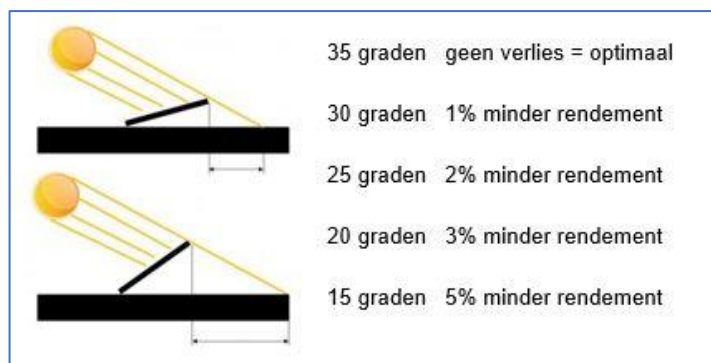
6. Combinatie isolatie met PV op plat dak.

Sommige dakterrassen zijn gedeeltelijk of helemaal geschikt om zonnepanelen op te leggen. Het plaatsen van PV-panelen kan ik twee richtingen. De keuze hangt af van de korte en lange termijn opbrengst van de panelen.

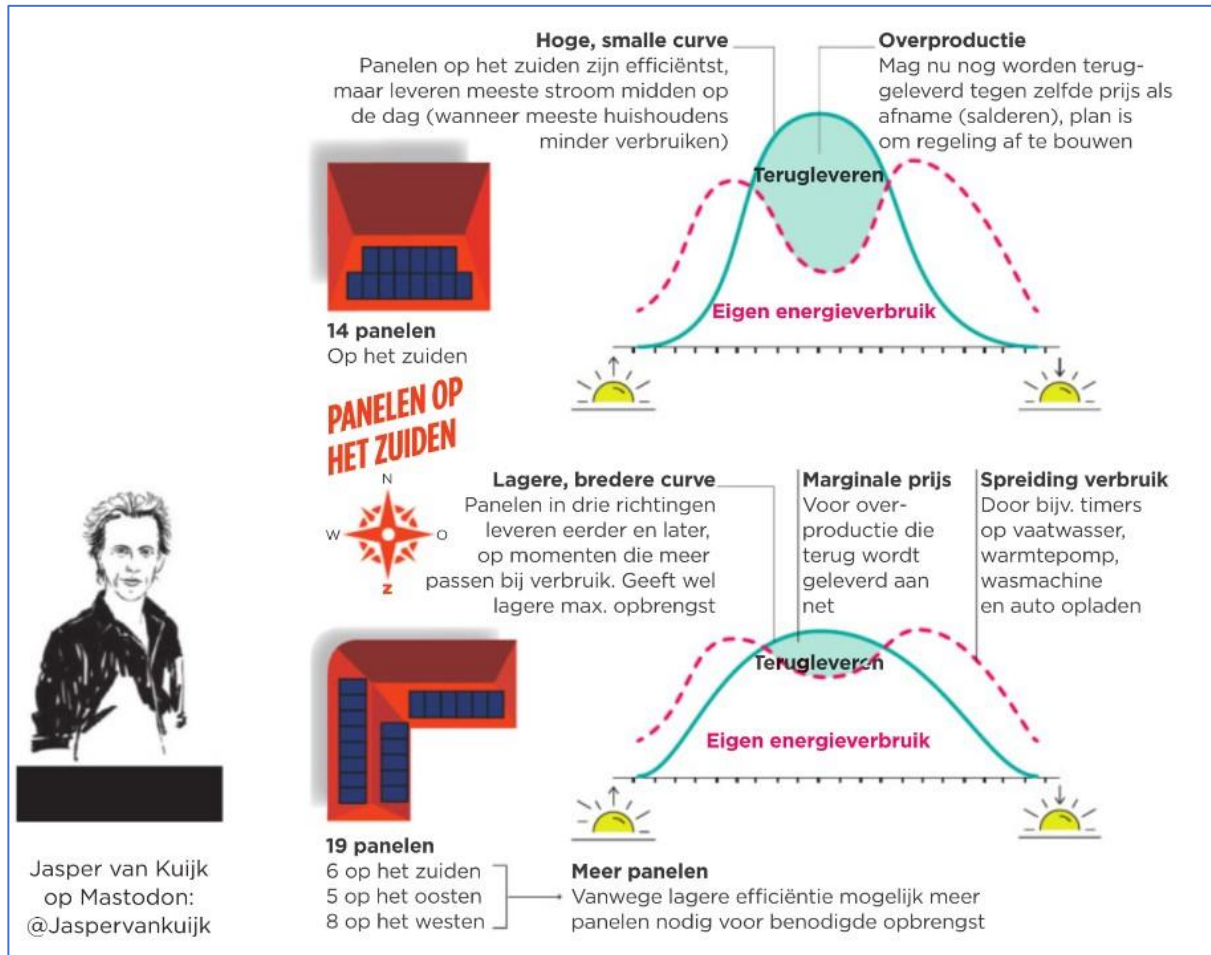
Bij platte daken is de ideale hellingshoek van de PV-panelen ≈ 35 graden en volledig **zuid**. Bij een lagere hellingshoek kunnen er vaak meer panelen geplaatst worden (minder schaduwprojectie er achter) en zijn ze minder kwetsbaar voor wind, waardoor er minder doos-ombouwning of ballast nodig kan zijn.

Figuren 16. PV-panelen kunnen ook met hun lengte-nok in de **noord-zuid richting** gelegd worden zodat ze of vanuit het westen of het oosten optimale zon krijgen. Met deze opstelling zijn ze weinig windgevoelig.

Lage hellingshoek < 30 graden = paneel-rendement 95%. Schuin dak OZO en WZW met paneel-rendement van 90%. Schuin dak West of Oost heeft een paneel-rendement van 80%. Schaduw van schoorstenen en bomen verlagen verder het paneel-rendement. Bij verschillende bezonning is parallelle schakeling nodig.



Wanneer de salderingsregeling vervalt en het capaciteitstarief wordt ingevoerd dan betaalt u voor de alle afgenomen stroom (het hoogste tarief in de piekuren) en krijgt u terug wanneer u terug-levert (bijna niets als er veel zon en wind is). Het is dan voordelig wanneer u de PV-stroom zelf gebruikt wanneer de zon schijnt. Bij PV-panelen op het oosten is dat 's ochtends en PV-panelen op het westen in de middag.



Figuur 17. Kopie Volkskrant. Voorstelling van het verschil tussen de opstellingen. De bovenste grafiek geeft de Zuid opstelling weer bij een laag eigen energieverbruik overdag. De onderste bij een Oost-West opstelling.

Wanneer men tijdens de piekuren de geproduceerde stroom niet zelf opslaat of gebruikt (opladen elektrisch voertuig) dan kan bij een laag of zelfs negatief tarief de Oost-West optie voordeliger zijn. Sinds 2023 is er sprake van dat PV-eigenaren met te veel overschot een tarief moeten gaan betalen wanneer zij tijdens de piekuren de overtollige stroom aan het net leveren.

De PV-opstelling op het dak hangt dus af van de volgende factoren:

- Is het dak al voldoende geïsoleerd tot aan de nieuwbouwnorm $R_c = 6,3?$
- Plaatsing van warmtepomp of zonneboiler(s).
- Schaduw van schoorstenen, ventilatie pijpen, gevels en bomen.
- De sterkte van het dak vanwege de extra belasting van verzwaarde PV-panelen.
- De Zuid of Oost-West oriëntatie gerelateerd aan eigen energieverbruik (opslag) tijdens de zonne-piekuren.
- De financiële regeling voor piekbelasting die het betrokken energiebedrijf heeft (krijgt).
- De overige ruimte die op het dak beschikbaar moet blijven.



Figuren 18. Links: Eerste generatie verzaard met trottoirtegels. Rechtsboven: Een gesloten doos voorkomt dat er veel wind onder het paneel kan komen. Hierdoor kan de ballast kleiner zijn.

Rechts: Het plastic van het bitumen dak wordt in de plastic grindbak gestort als verzwaring.



Bij sommige daken wil de woningeigenaar het dak benutten voor het plaatsen van een droogmolen voor het drogen van de was. De wasdroger is een van de huishoudelijke apparaten die het meeste energie verbruiken. Me deze opstelling zijn er dan minder PV-panelen nodig.

Wanneer het dak nog niet voldoende is geïsoleerd (tot bijvoorbeeld de nieuwbouwnorm van $R_c = 6,3$, dan is het beter isoleren noodzakelijk voordat er PV op wordt geplaatst. Dit extra isoleren kan aan de binnenkant (met dampdichte folie aan de warme kant) en aan de buitenkant (warm dak).

Figuur 19. Boven. Optie voor buiten op na-isoleren met XPS-platen. Tussen de panelen is nog wat ruimte voor Sedum dakbedekking. Langs de rand kunnen i.p.v. grind ook rubberen speeltuintegels gelegd worden.

Onder: Bij een gesloten doos is het risico van windschade minimaal en kan er onder de PV-panelen geen Sedum geplaatst worden.

De hoeveelheid isolatie is afhankelijk van de al bestaande isolatie. Bij PIR of Recticel isolatie platen moet de isolatie waterdicht worden ingepakt Met EPDM of bitumen.

