

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

GEBOUWSCHIL: ISOLATIE VAN DE VOORGEVEL

LENTE 2023

Isolatie van de gevel

Basisbegrippen en milieu-uitdagingen



Julie RENAUX
écorce
INGÉNIERIE CONSULTANCE



- ▶ Herinneren aan de energie-uitdagingen in het kader van renovatiewerken
- ▶ Kennisopfrissing
- ▶ De aandachtspunten bekijken m.b.t. enkele courante en gevoelige combinaties van verbonden werken bij renovatie van de gevel, zoals de ventilatie en verbetering van de energieprestaties van de ramen.



WAAROM?

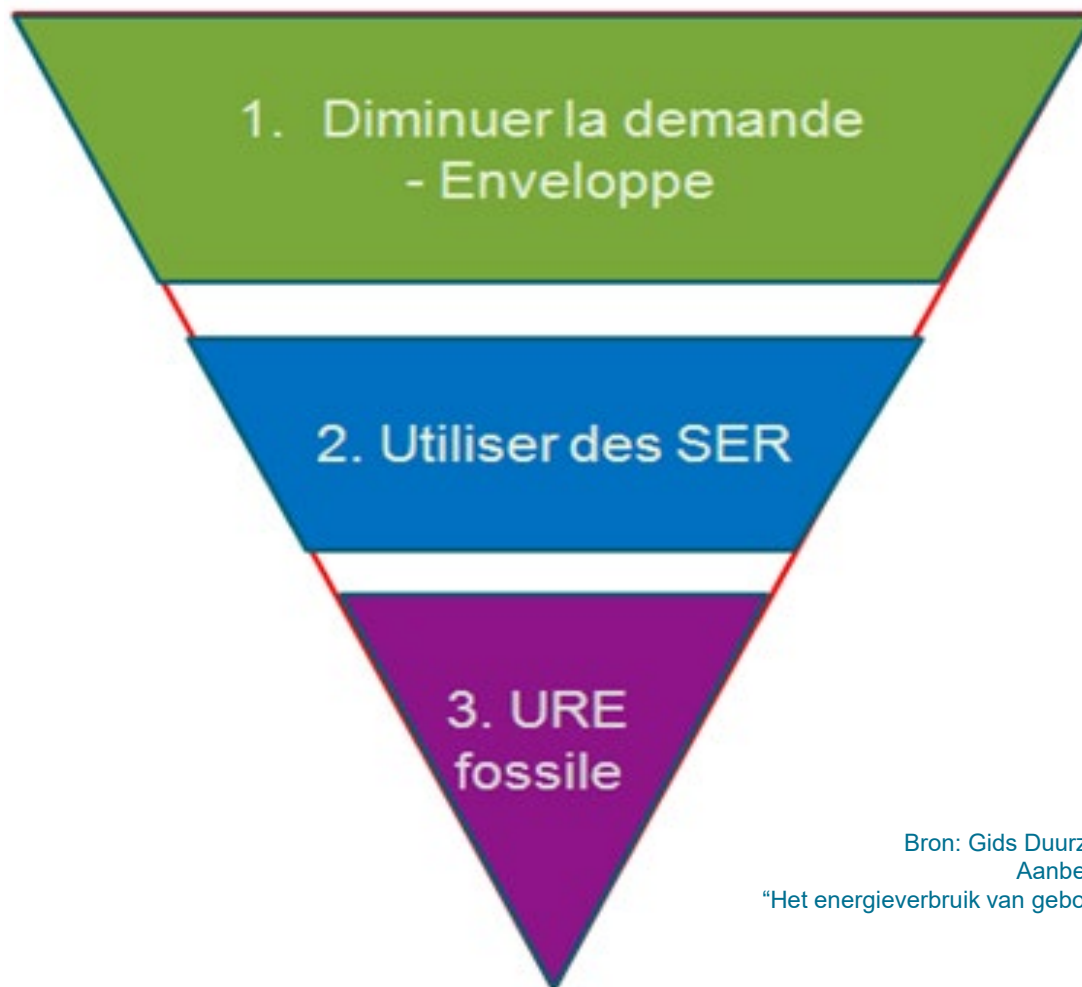
- ▶ **Energie-uitdagingen**
- ▶ **Andere redenen**
- ▶ **Context**

HOE?

- ▶ Wanden
- ▶ Schrijnwerk
- ▶ Aansluitingen (bouwknopen)
- ▶ Andere aandachtspunten



Trias Energetica

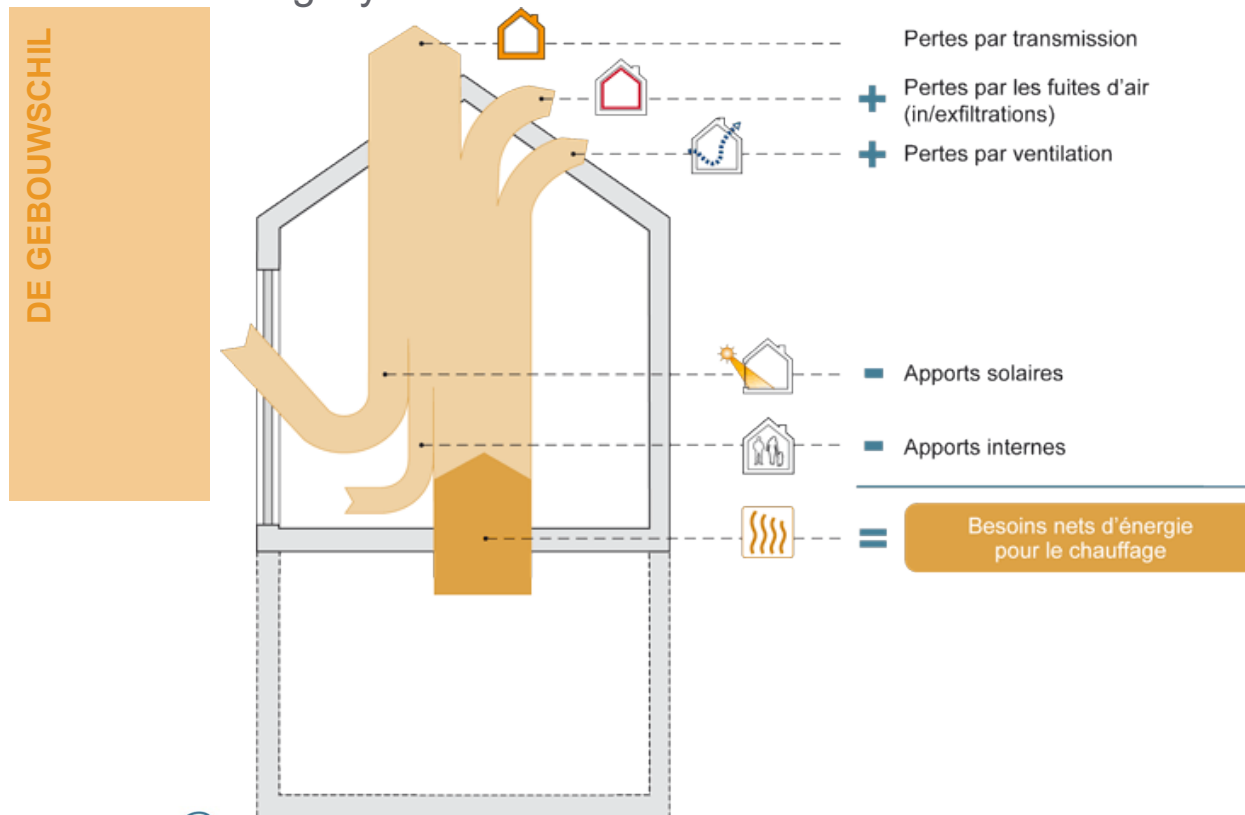


Bron: Gids Duurzame Gebouwen
Aanbeveling G-ENE00
“Het energieverbruik van gebouwen beperken”



Energiebalans

- Verkleinen van de netto-energiebehoefte voor de verwarming: *de hoeveelheid energie die na aftrek van de zonnewinsten en interne warmtewinsten vereist is om de verliezen in het beschermde volume te compenseren.* Aan deze behoefte wordt voldaan door het verwarmingssysteem.



Het begrip thermisch comfort

- ▶ Performante gebouwschil
 - Beperking van de koudestraling van de wanden
 - Beperking van de ongecontroleerde luchtlekken



Bron: écorce



Het begrip thermisch comfort

- ▶ 6 parameters volgens P.O. Fanger

Ontwerp-
parameters
/regelings-
parameters

Gebruiks-
parameters

Critères

Température des parois

Température de l'air

Vitesse de l'air

Humidité

Métabolisme

Habillement



Bron: Leefmilieu Brussel



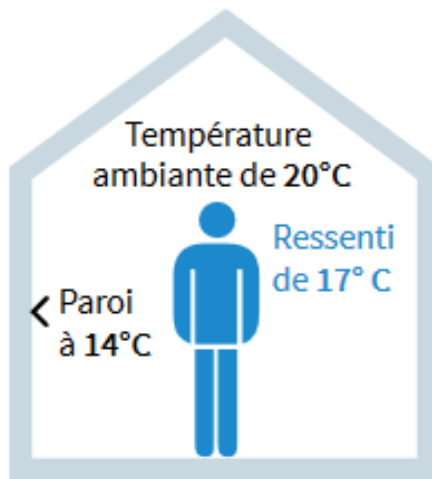
Het begrip thermisch comfort

Temperatuur van de lucht en van de wanden

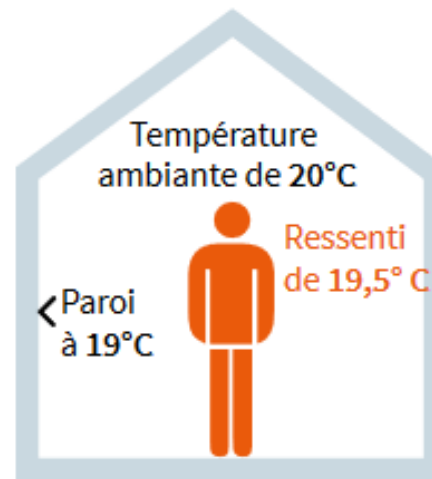
Welke impact op de ervaren comforttemperatuur? (= operatieve temperatuur of resulterende droge temperatuur)

Operatieve temperatuur = $(T^{\circ}\text{lucht} + T^{\circ}\text{wanden}) / 2$ [L] [SEP] Voor zover de luchtsnelheid niet meer dan 0,2 m/s bedraagt.

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

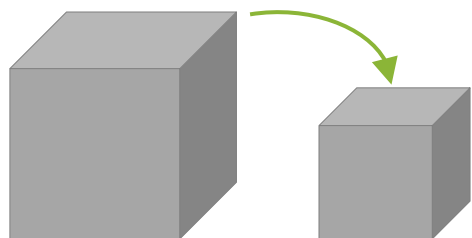


Bron: <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>



Verband met de systemen

- ▶ Performante gebouwschil
 - Minder krachtig verwarmingssysteem



→ Soms kleiner



→ Vaak minder duur
(bij gelijkwaardige technologie)

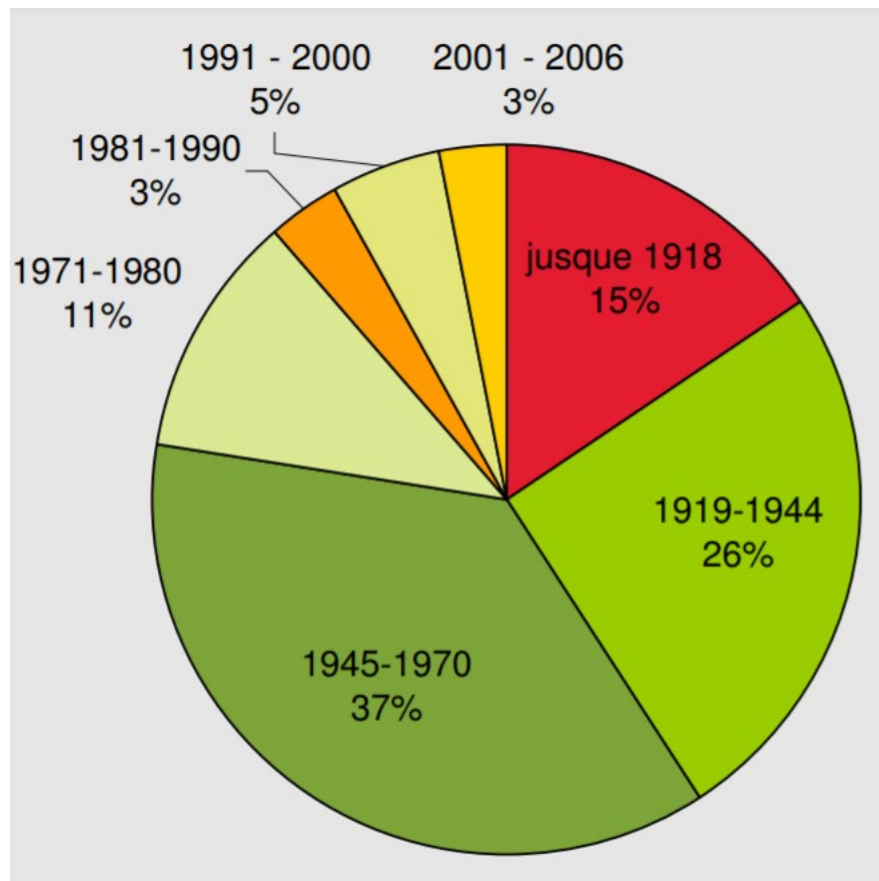


→ nieuwe systemen mogelijk?



Typologieën van de gebouwen

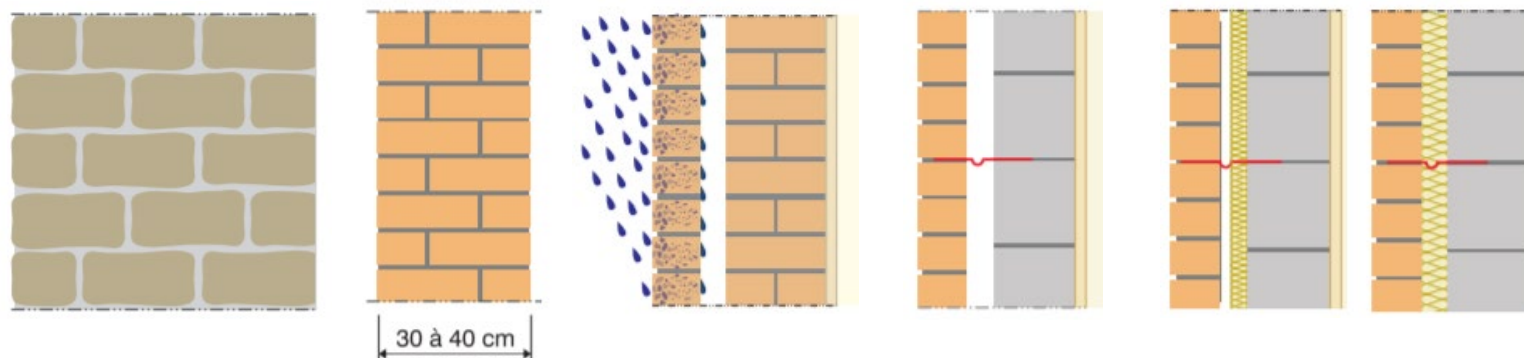
- Verdeling van de Brusselse gebouwen



Bron: CERAA - L'application des principes de la maison passive en Région de Bruxelles-Capitale (toepassing van passiefhuisprincipes in het BHG) - eindverslag - januari 2008



Typologieën van de gebouwen



Typologieën van de gebouwen



⇒ **Voorgevel = de meest complexe wand inzake isolatie**



WAAROM?

HOE?

- ▶ **Wanden**
- ▶ Schrijnwerk
- ▶ Aansluitingen (bouwknopen)
- ▶ Andere aandachtspunten



Hoe een wand isoleren?

- ▶ Waaraan denkt u als men het over de isolatie van de voorgevel heeft?
 - Motivatie
 - Obstakels
 - Praktische, financiële, esthetische overwegingen ...



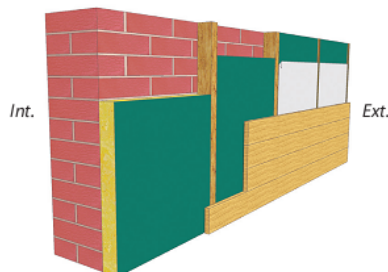
wooclap



Hoe een wand isoleren?

- Isolatie langs de buitenzijde, langs de binnenzijde en/of in de spouw

Isolation par l'extérieur



Le matériau isolant est appliqué sur la face extérieure du mur. Il est protégé des intempéries par une finition extérieure imperméable à la pluie mais perméable à la vapeur.

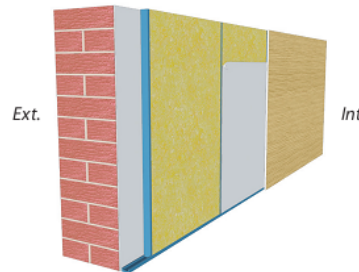


- Méthode résolvant la plupart des ponts thermiques.
- Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.
- Amélioration de l'étanchéité à la pluie de la façade.
- Préservation de la masse thermique du mur.



- Dans le cas d'une modification de la façade extérieure du bâtiment, demande d'un permis d'urbanisme souvent indispensable.
- Étudier les raccords au niveau des châssis (appui de fenêtre...), de la toiture (corniche, gouttière...), des tuyaux de descente...

Isolation par l'intérieur



Le matériau isolant est appliqué sur la face intérieure. Il est recouvert d'une finition avec pare-vapeur.

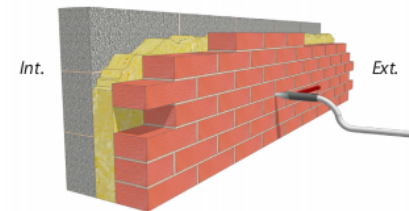


- Travaux effectués à l'abri des intempéries et pouvant être réalisés pièce par pièce.
- Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.



- Ponts thermiques difficiles voire impossibles à résoudre.
- Diminution de la place utile à l'intérieur du bâtiment.
- Partie extérieure du mur soumise à des contraintes thermiques plus importantes (risque de fissures et de gel des matériaux...).
- Finitions intérieures à refaire.
- Risque réel de condensation interne entre le mur et l'isolant.
- Diminution de la masse thermique du bâtiment.

Isolation par la coulisse



Un matériau isolant est insufflé dans la coulisse d'un mur de façade au travers d'orifices pratiqués dans les joints du mur. Les orifices sont ensuite refermés proprement. Cette méthode est fortement déconseillée lorsque le parement extérieur est peint ou lorsque les briques sont émaillées.



- Pas de modification d'aspect de la façade.
- Finitions intérieures et extérieures intactes.



- Contrôle correct du remplissage difficile, sauf éventuellement par thermographie.
- Épaisseur d'isolant limitée par l'espace disponible (techniquement un minimum de 4 cm est requis).
- Risque d'accentuation de certains ponts thermiques.
- Pour les isolants en vrac, risque de tassement dans le temps.



Hoe een wand isoleren?

- Isolatie langs de buitenzijde, langs de binnenzijde en/of in de spouw
- Parameters die de keuze van de isolatiemethode beïnvloeden:

	Choix des matériaux	Performance technico-économique	Impacts sur la santé	Préservation du patrimoine	Impact sur le confort
Murs					
Exterieur	++	++	++	—	++
Interieur	++	+	+	++	+
Coulisse	—	+	++	++	+

++ Elevé	+ Moyen	— Faible
----------	---------	----------

Bron: Gids Duurzame Gebouwen

Nota: In de mate waarin de elementen van de duurzame keuze de overwegingen inzake de duurzaamheid van het project sturen, gaat het om een eenvoudige indicatie, die bovendien in elke specifieke situatie moet worden geïnterpreteerd.



- ▶ Wat is volgens de actuele EPB-regelgeving de $U_{\max}$ -waarde voor een gevelwand (= buitenmuur)?
- ▶ Welke isolatiedikte moet dan worden voorzien ...
 - houtwol ($\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$)?
 - PUR ($\lambda = 0,024 \text{ W/mK}$)?
- ▶ Aan de hand van welke indicator(en) wordt de luchtdichtheid van een gebouw uitgedrukt?

wooclap





Welke isolatiedikte?

- ▶ Minstens naleving van de EPB-eisen > De eis inzake de toelaatbare U/R-waarden geldt voor
 - alle bestemmingen
 - elke aard van werkzaamheden



ELEMENT DE CONSTRUCTION		$U_{\max}$ (W/m ² K)
1.	SCHEIDINGSCONSTRUCTIES DIE HET <u>BESCHERMD VOLUME</u> OMHULLEN, met uitzondering van de scheidingsconstructies die de scheiding vormen met een aanpalend <u>beschermde volume</u>	

	1.2.2	Muren niet in contact met de grond, met uitzondering van de muren bedoeld in 1.2.4.	$U_{\max} = 0.24$
--	-------	--	-------------------

Source / Bron : Bruxelles Environnement
Extrait des exigences $U_{\max}/R_{\min}$ - $U_{\max}$ à partir de 2021





Welke isolatiedikte?

- ▶ Een ambitieus doel stellen > U tussen **0,1 en 0,2 W/m²K**
- ▶ Voor een wand...
 - 12 cm MW met $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$, mechanisch bevestigd
→ $U \approx 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - 20 cm PU met $\lambda = 0,023 \text{ W/mK}$, mechanisch bevestigd
→ $U \approx 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - 25 cm EPS met $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$, gelijmd (met pleisterafwerking)
→ $U \approx 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - 40 cm cellulose met $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$, in houten structuur (13 %)
→ $U \approx 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

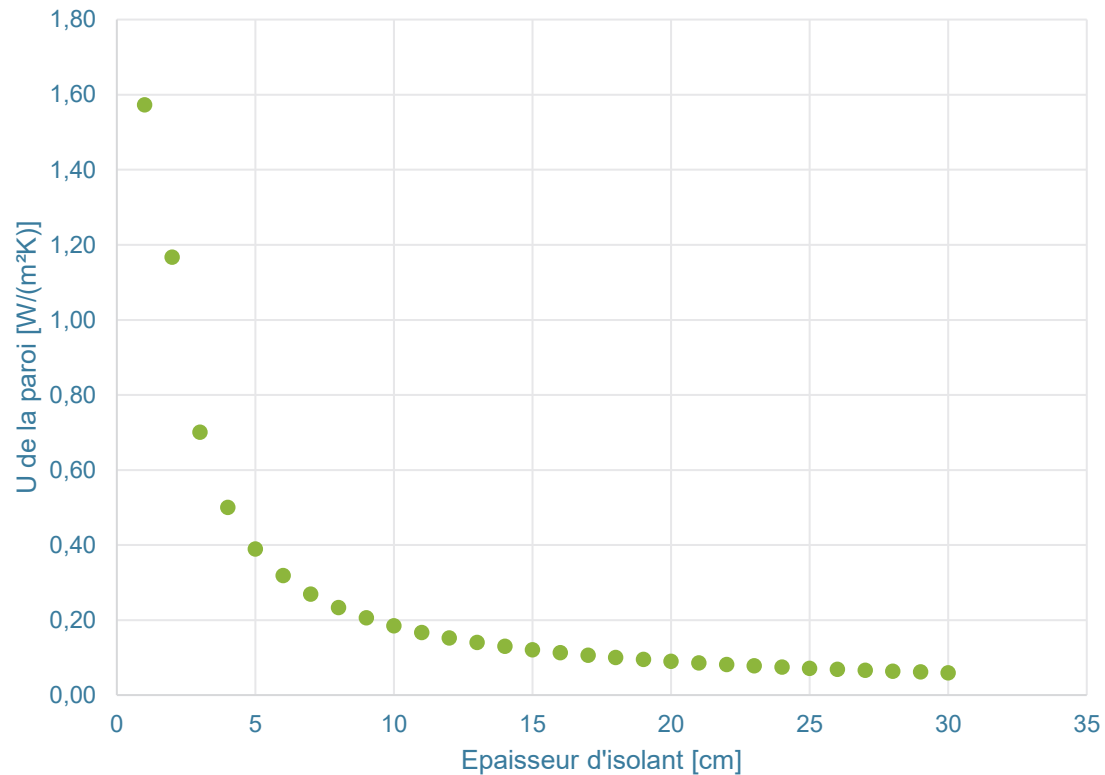




Welke isolatiedikte?

- Streven naar het optimum

Variation de U en fonction de l'épaisseur d'isolant

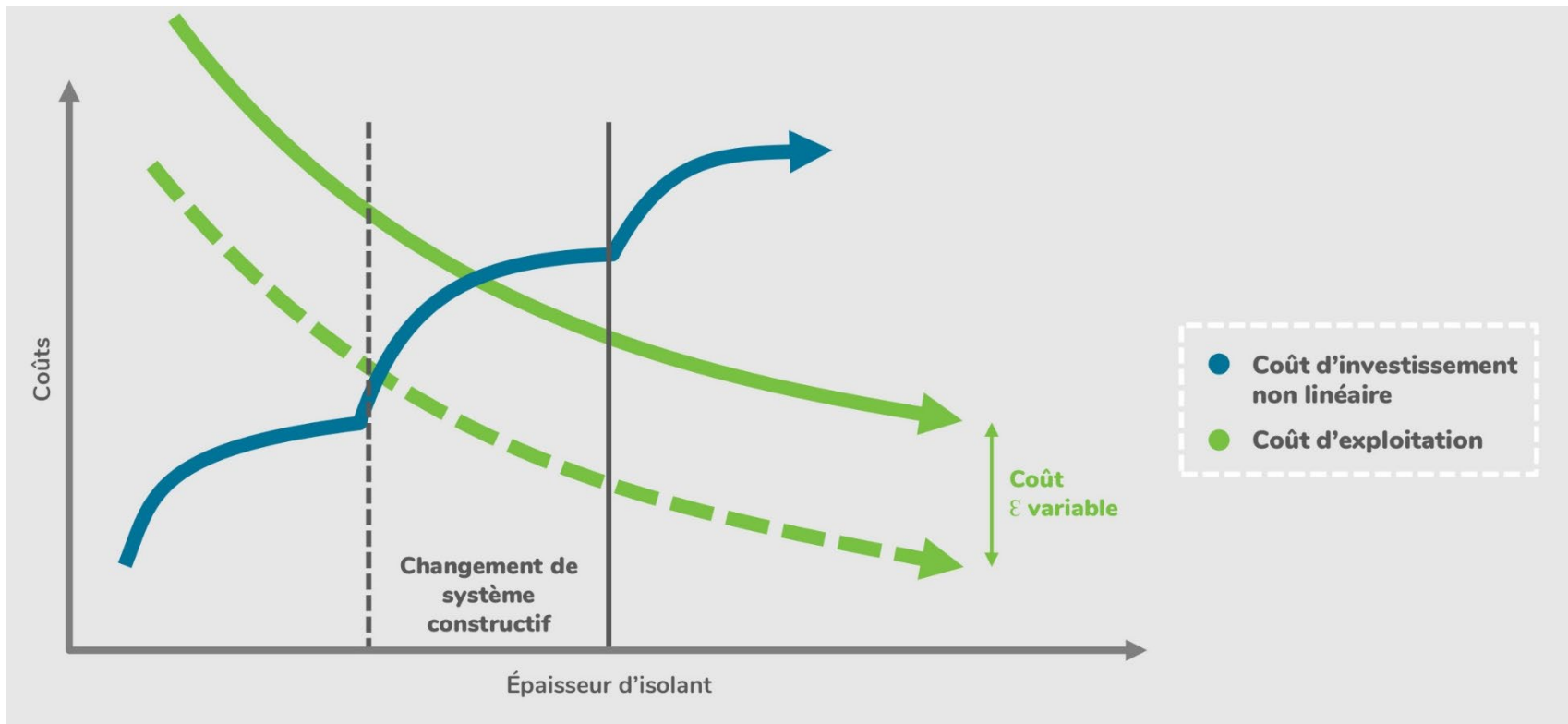




Welke isolatiedikte?

- ▶ Streven naar het optimum
 - Economisch optimum

⇒ **Variabel volgens de energiekosten en het voorziene bouwsysteem**



Bron: Gids Duurzame Gebouwen



WAAROM?

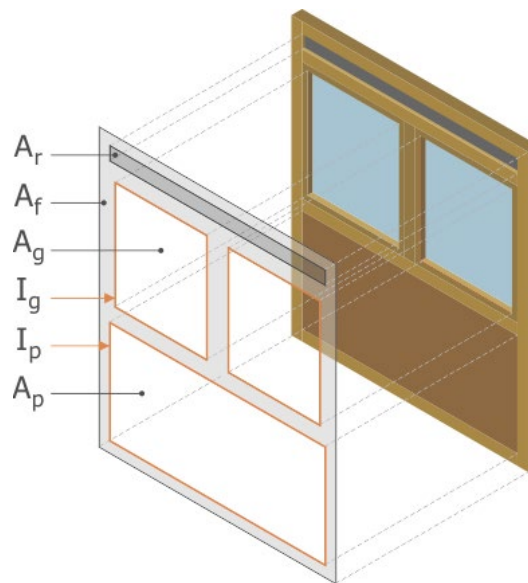
HOE?

- Wanden
- **Schrijnwerk**
- Aansluitingen (bouwknopen)
- Andere aandachtspunten



- Wat is volgens de actuele EPB-regelgeving de $U_{\max}$ -waarde voor een buitenvenster?

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + A_p U_p + A_r U_r + l_g \psi_g + l_p \psi_p}{A_g + A_f + A_p + A_r}$$



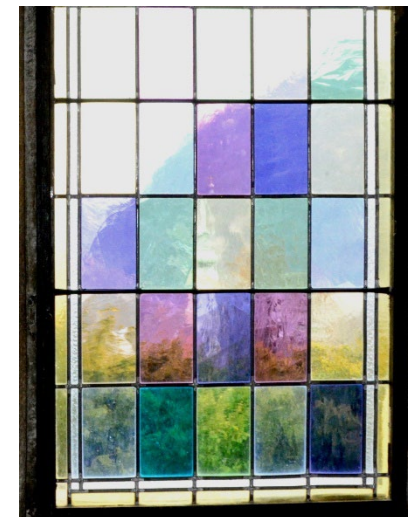
Source/ Bron : énergie +

wooclap



Analyse van het bestaande raamwerk

- ▶ Bij renovatie... bewaren / herstellen / verbeteren / vervangen?
- ▶ Situatie...
 - Ouderdom (oorspronkelijk, reeds vervangen, ...)
 - Aspect (beschermd gebouw, stedenbouwkundige eisen, enz.)
 - Materiaal (hout, staal, aluminium, beton, ...)
 - Type beglazing (enkele beglazing, dubbele beglazing, glas-in-loodraam,...)
 - Toestand (opening, buitenaanzicht, ...)
 - Aanpasbare typologie (van EB naar DuB)



Bron: Stadswinkel

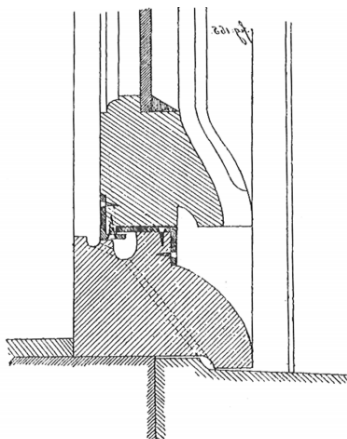


Analyse van het bestaande raamwerk

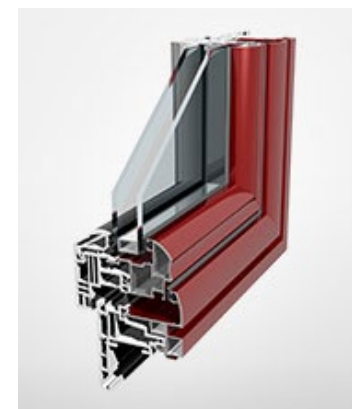
- ▶ Het 'oude' raamwerk
 - Profiel met kleine sectie
 - Vaak enkele beglazing
 - Minder goede (water- en lucht)dichtheid
 - 🖱 'ventilatie' vs thermisch comfort
 - Goede lichttransmissie
 - Hoge zonnewinsten
 - Grote esthetische verscheidenheid

vs

- Het 'moderne' raamwerk
 - Grote sectie
 - Dubbele of zelfs drieboudige beglazing
 - Goede dichtheid, hermetisch
 - Beperkte LT
 - Kleinere zonnewinsten (maar controle)
 - (diverse types)



Bron: Buildwise

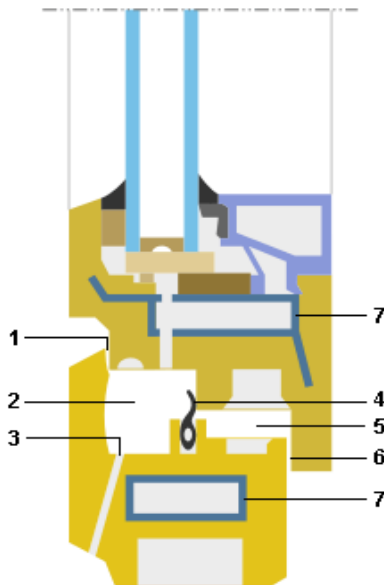


Bron: Symbio

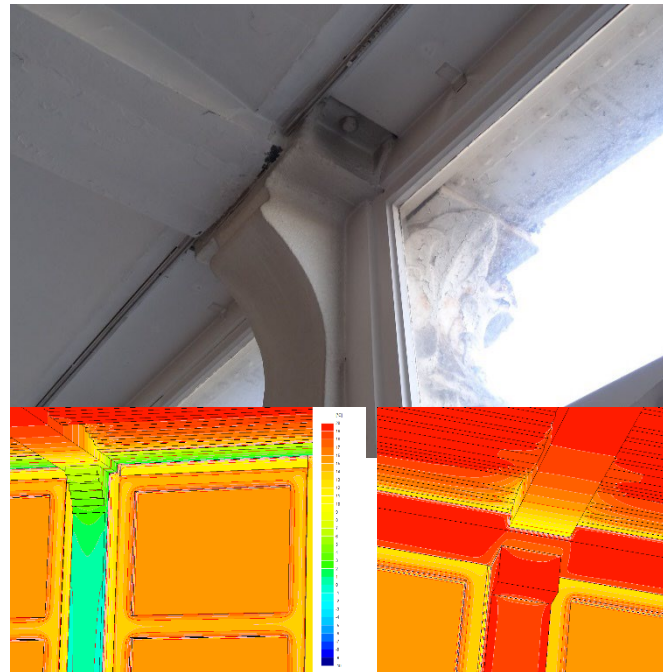


Analyse van het bestaande raamwerk

- ▶ Interventie vanuit diverse oogpunten bekeken
 - Vanuit technisch oogpunt (uitvoerbaarheid, noodzaak,... ?)
 - Vanuit energieoogpunt (onbetwistbaar voordeel)
 - Vanuit financieel oogpunt (niet noodzakelijk rendabel)
 - Vanuit comfortoogpunt (onbetwistbaar voordeel) – opgelet: akoestiek
- Ventilatie (te integreren)

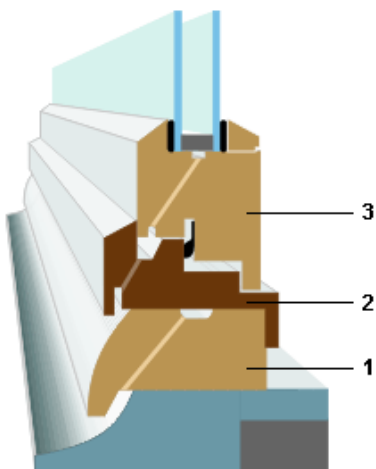


Bron: www.energieplus-lesite.be



Bron: écorce

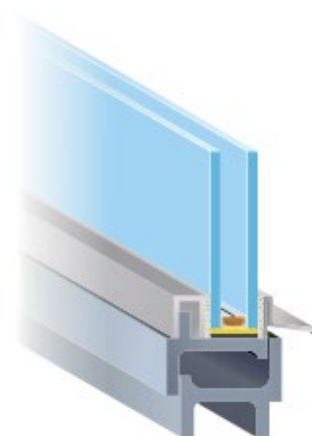
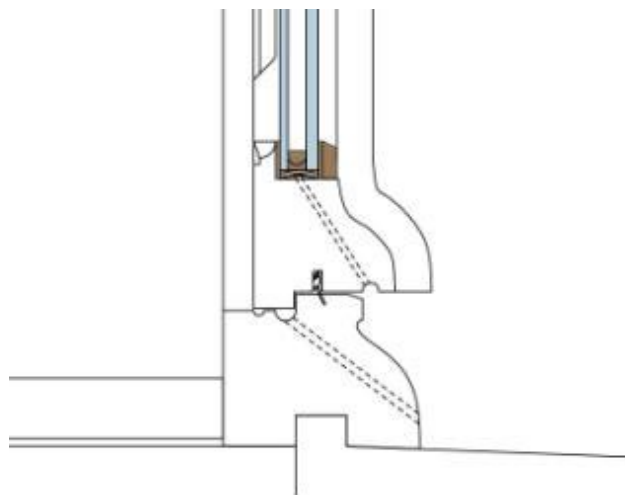
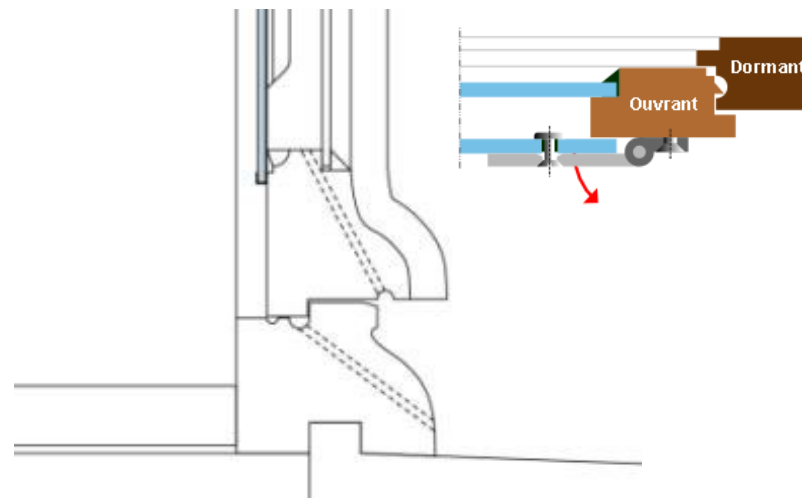
Welke verbeteringspistes?



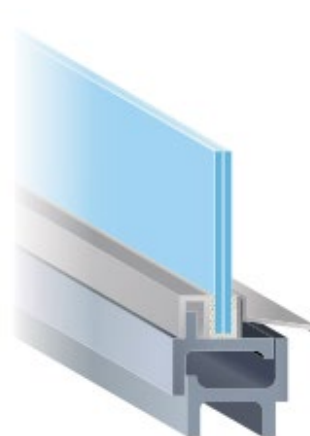
Source/Bron: energieplus-lesite.be



Source/Bron: Buildwise

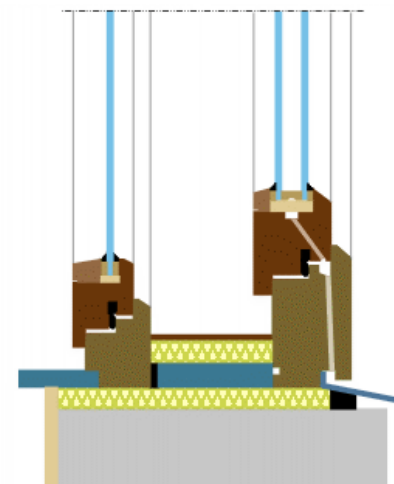


Double vitrage



Simple vitrage peu émissif

Source/bron: Homegrade



Source/Bron: energieplus-lesite.be



Welke verbeteringspistes?

- ▶ Verbetering van het bestaande systeem (dichtingen, regelingen, enz.)
- ▶ Vervanging van de beglazing (als het profiel van het raamwerk dit toelaat)
- ▶ Dubbele of drievoudige beglazing
- ▶ Vervanging van openende delen
- ▶ Verdubbeling van het raamwerk
- ▶ Vervanging van het raamwerk

⇒ **Verder ontwikkeld in presentatie 3:**
“Buitenschrijnwerk ... een leidraad voor redelijkheid”



Te stellen vragen

- ▶ Heeft de deur historische, esthetische of erfgoedwaarde?
- ▶ Is ze nog in goede staat?
- ▶ Hoe goed geïsoleerd is ze? Is ze luchtdicht?
- ▶ Kan ze technisch worden verbeterd? Zouden de aan het verbeteren verbonden methodes en kosten redelijk zijn?
- ▶ Moet de deur het beschermde volume begrenzen?
- ▶ ...



Bron: Homegrade

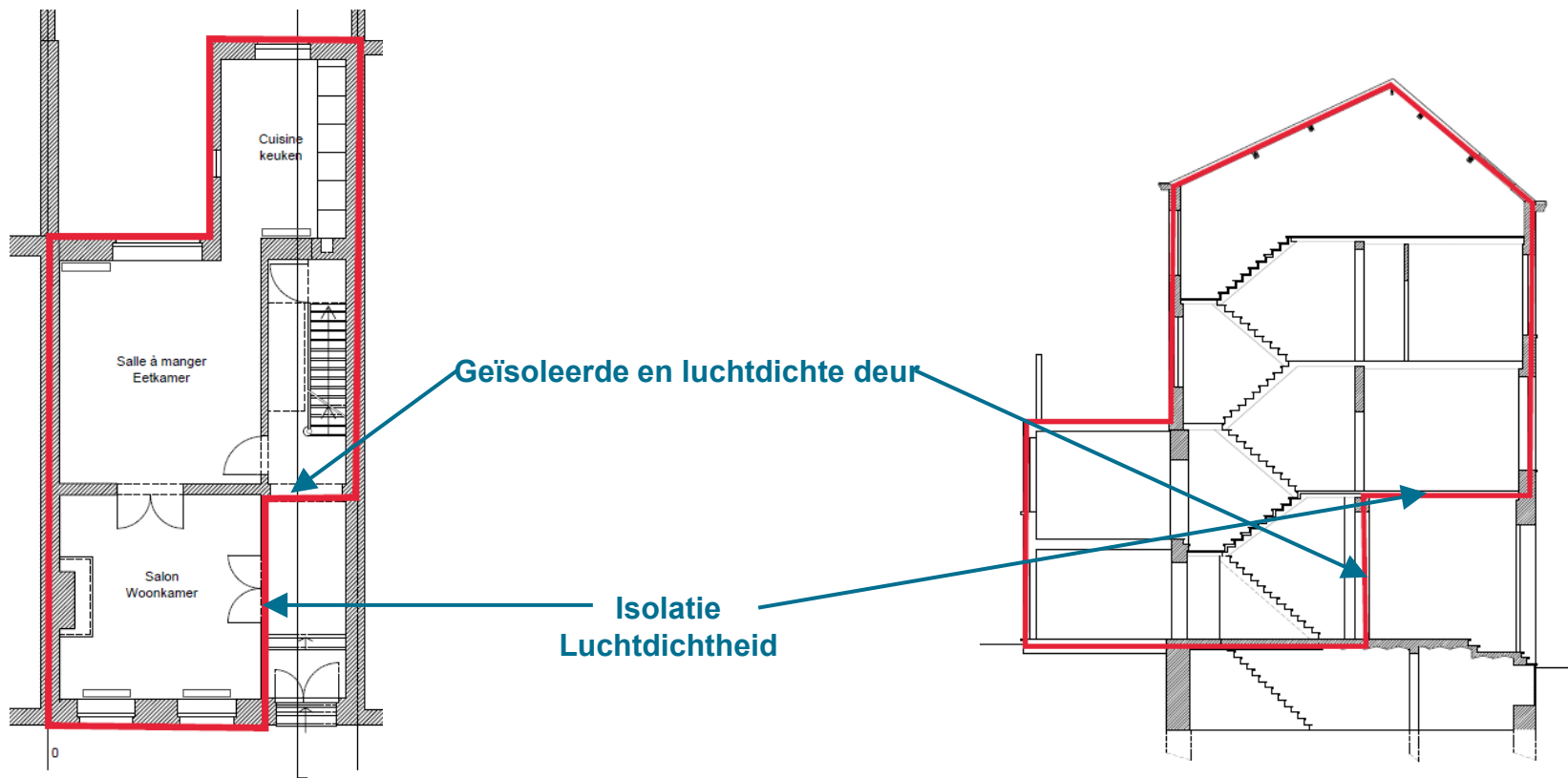


Bron: EMBuild



Welke verbeteringspistes?

- ▶ De ingangsdeur uit het beschermde volume nemen
 - Creatie van een tochtsas → thermische en luchtdichtheidseisen gelden dan voor de deur van het sas.

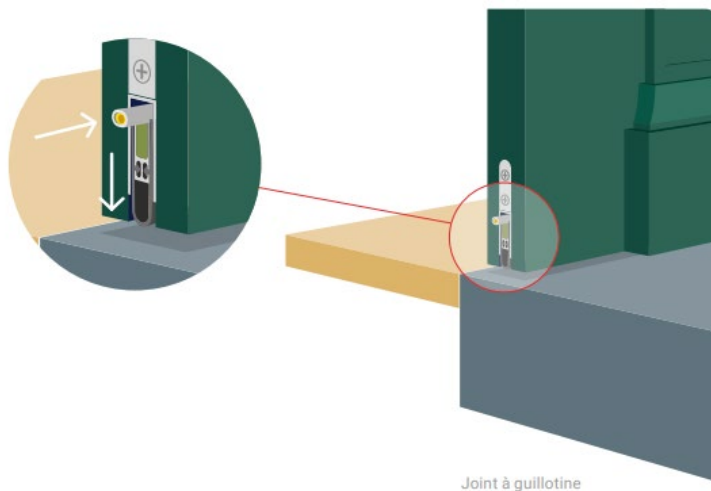


Welke verbeteringspistes?

- ▶ Verbetering van de luchtdichtheid
 - Omtrek van de deur: plaatsing/vervanging van de afdichtingen, installatie van een valdorpel/Zwitserse dorpel, ...

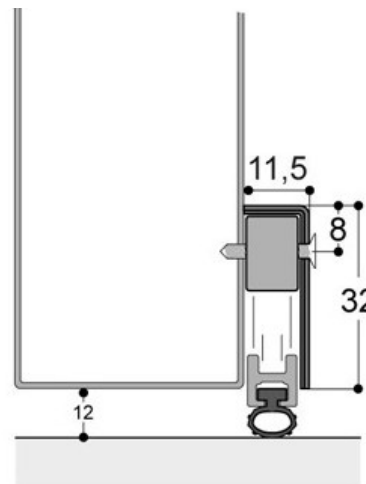
Valdorpel / guillotineplint

Ingewerkt



Bron: Homegrade

Opbouwplint



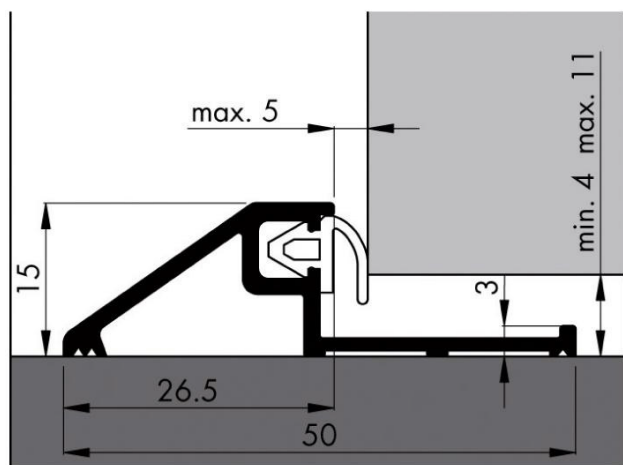
Bron: Joint Dual



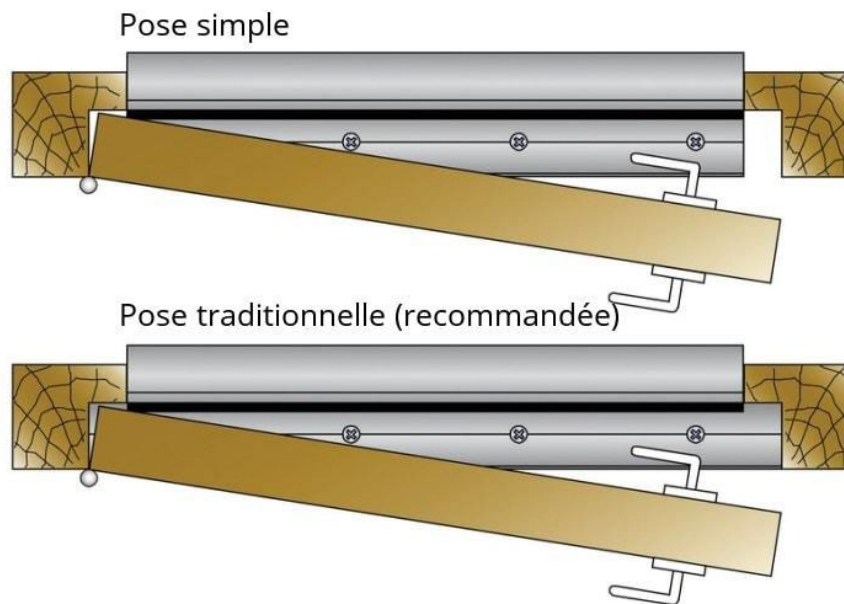
Welke verbeteringspistes?

- Verbetering van de luchtdichtheid
 - Omtrek van de deur: plaatsing/vervanging van de afdichtingen, installatie van een valdorpel/Zwitserse dorpel, ...

Zwitserse dorpel bij renovatie



Bron: Fernand Georges



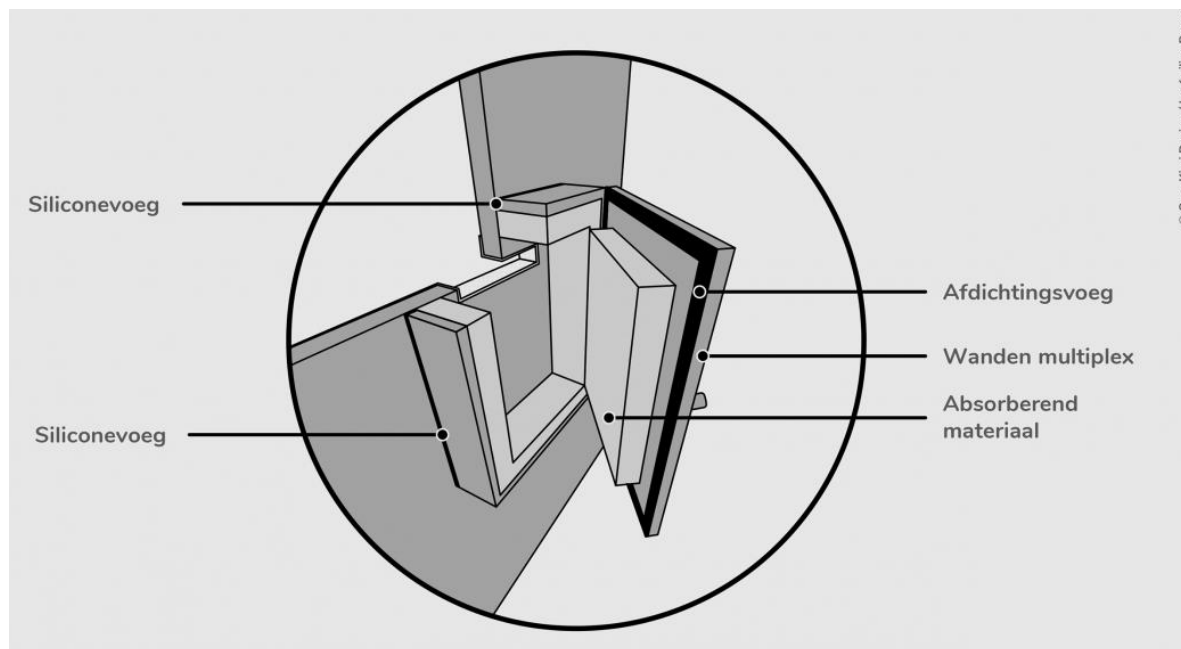
Bron: Cogeferm



Welke verbeteringspistes?

- Verbetering van de luchtdichtheid
 - Brievenbus

⇒ **Thermische en akoestische verbetering**



Bron: Gids Duurzame Gebouwen



WAAROM?

HOE?

- ▶ Wanden
- ▶ Schrijnwerk
- ▶ **Aansluitingen (bouwknopen)**
- ▶ Andere aandachtspunten

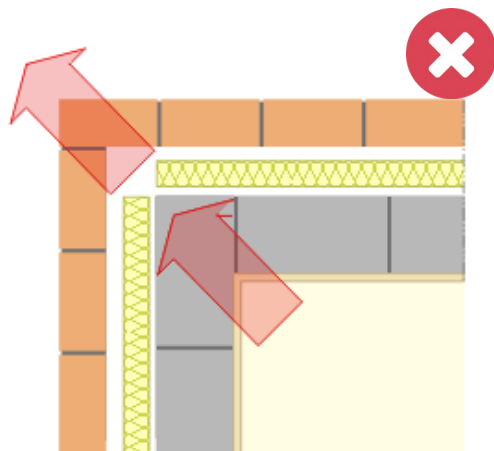


Als ik mijn wanden isoleer, moet ik...

- ▶ de bouwknopen ter hoogte van de aansluitingen aanpakken
- ▶ voor de continuïteit van de luchtdichtheid zorgen

→ Waarom?

- Om de duurzaamheid van het gebouw te garanderen



Bron: energie+

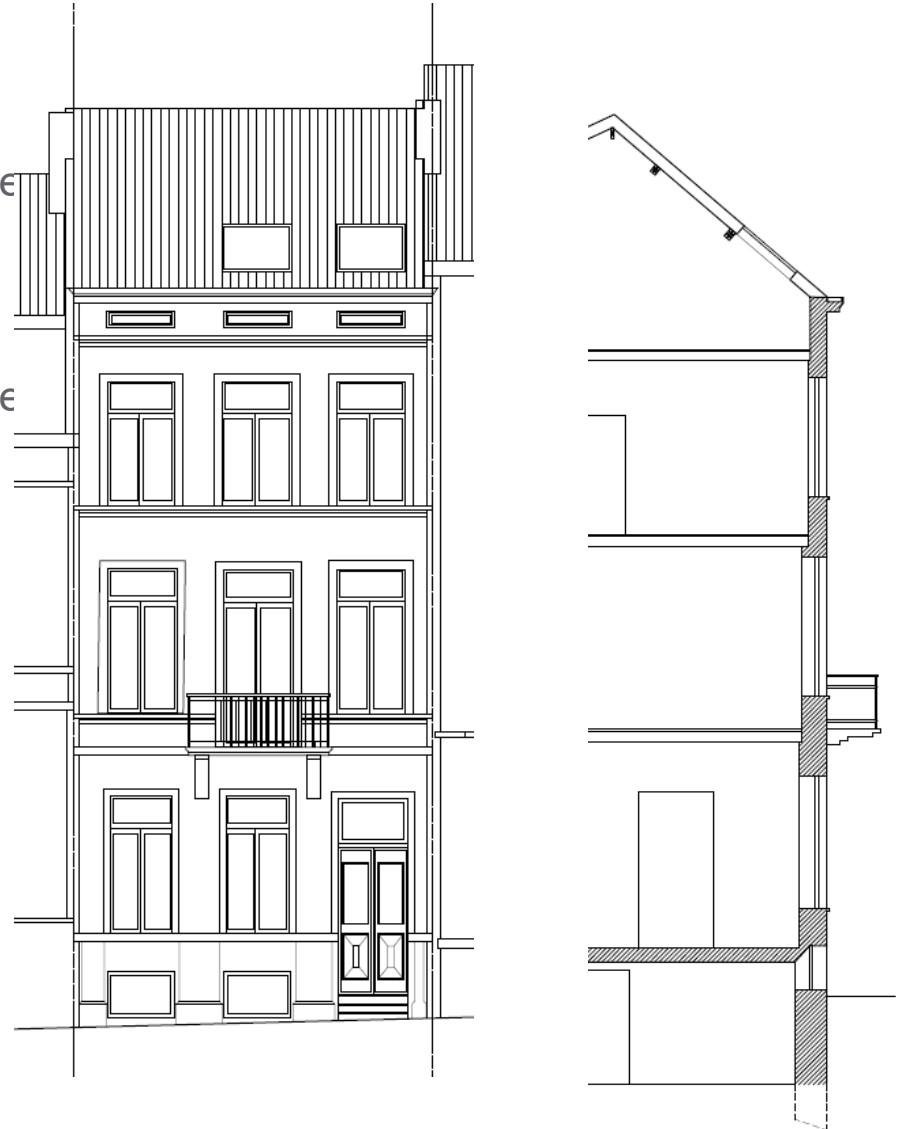
⇒ **Zal in elke presentatie voor een specifieke isolatiewijze verder ontwikkeld worden**



Wooclap

- ▶ Ik wil deze gevel isoleren langs de buitenzijde: waar zal ik bouwknopen tegenkomen die moeten worden aangepakt?
- ▶ Ik wil deze gevel isoleren langs de binnenzijde: waar zal ik bouwknopen tegenkomen die moeten worden aangepakt?

wooclap



WAAROM?

HOE?

- ▶ Wanden
- ▶ Schrijnwerk
- ▶ Aansluitingen (bouwknopen)
- ▶ **Andere aandachtspunten**



53 **ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING**

Wordt er een zonnewering voorzien?

→ Plaats/plaatsruimte/bevestiging + elektrische voeding



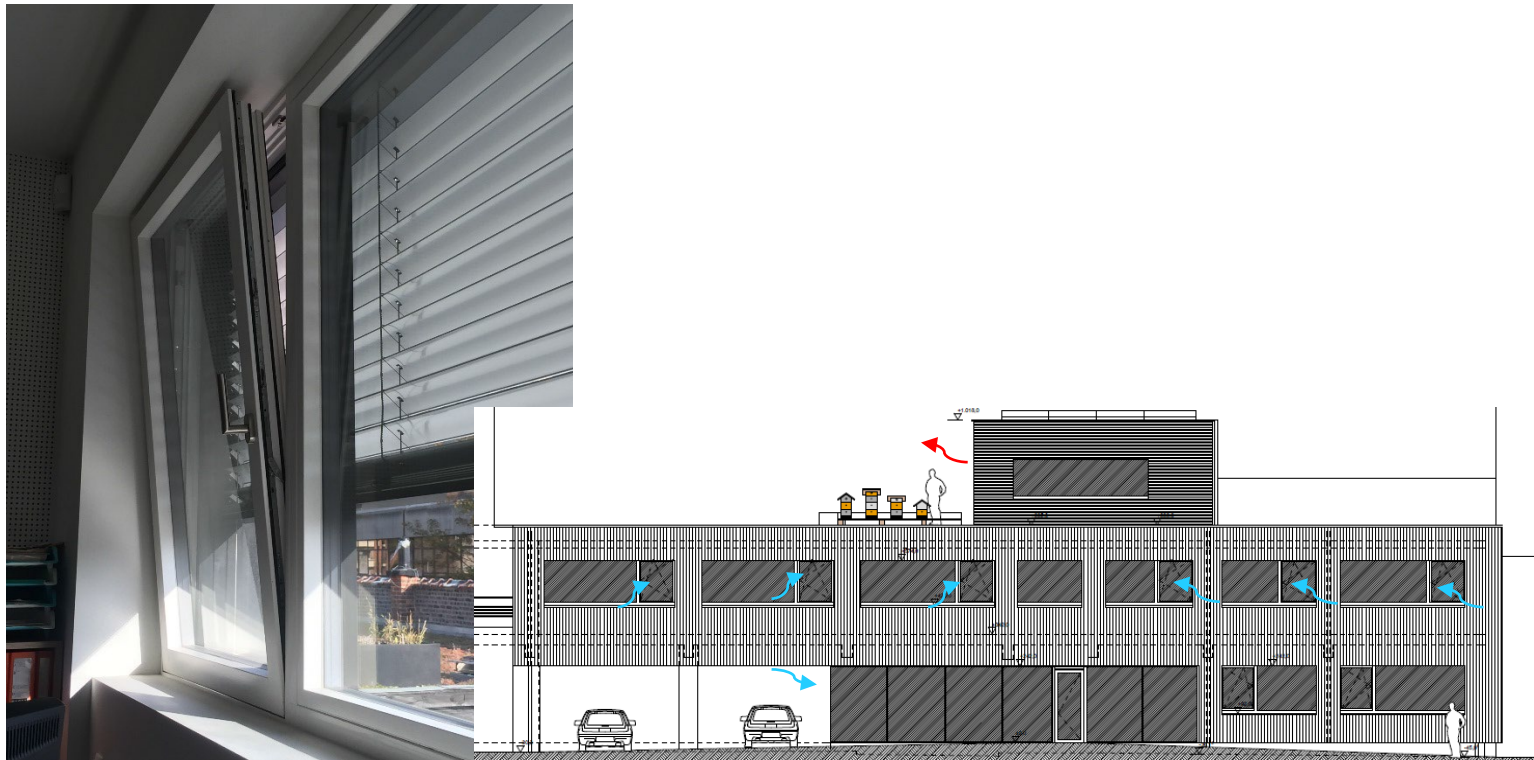
Bron: écorce



54 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING

Zullen de ramen bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?

- Zal het een manuele of een automatische ventilatie zijn?
- Indien manueel: welke opening?



Bron: écorce



55 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING**Zullen de ramen bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?**

- Zal het een manuele of een automatische ventilatie zijn?
- Indien automatisch: raamwerk waarbij een automatische openingsinrichting + elektrische voeding kan worden geplaatst



Bron: G-U



56 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING

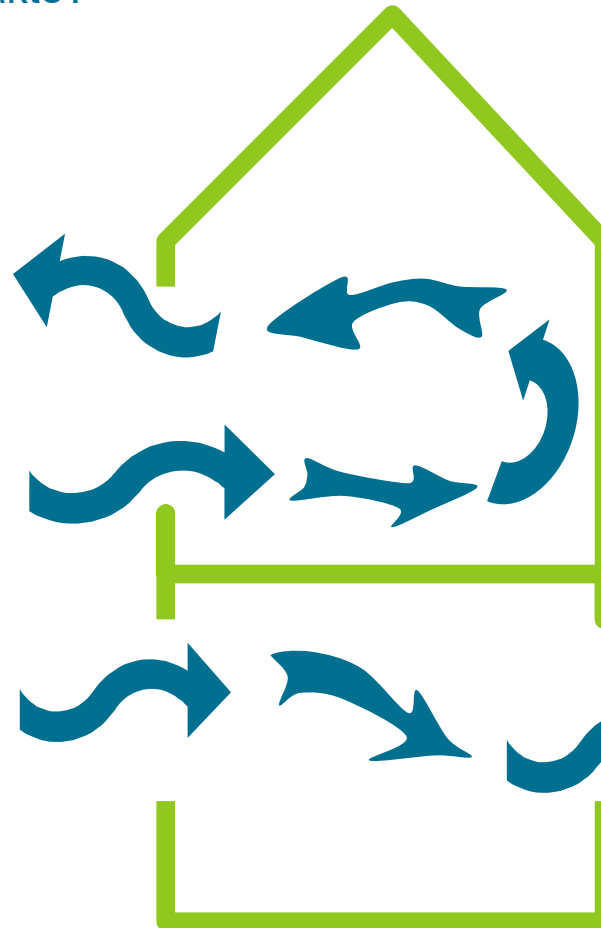
Zullen de ramen bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?

→ Intensieve ventilatie (≠ hygiënische ventilatie):
Welke openingsoppervlakte?

woonkamer
slaapkamer
studeerkamer
speelkamer
keuken



openen ramen
en/of deuren



Eenzijdige ventilatie

Indien de ruimte in één
gevelvlak openende ramen of
deuren heeft

$$A_{\text{opening}} = 0,064 A_{\text{ruimte}}$$

Dwarsventilatie

Indien de ruimte in minstens
twee gevelvlakken openende
ramen of deuren heeft

$$A_{\text{opening}} = 0,032 A_{\text{ruimte}} \\ \text{min. 40 \% per wand}$$

57 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING**Zullen de ramen bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?**

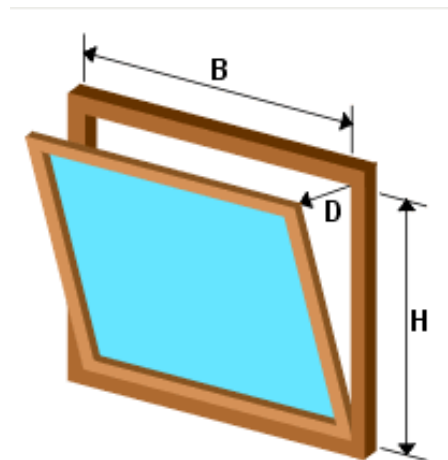
→ Intensieve ventilatie (≠ hygiënische ventilatie):
Welke openingsoppervlakte?

- ▶ Via draai-kiepraam
- equivalente sectie

$$A = (A_1 \cdot A_2) / (A_1 + A_2)$$

$$A_1 = B \cdot H$$

$$A_2 = D \cdot (H + B)$$



Als ik mijn ramen vervang, moet ik dan een ventilatiesysteem installeren?

→ Wat schrijft de EPB-reglementering voor?



- ▶ Als ik mijn ramen + PU vervang > EPB-reglementering
 - Vervanging of toevoeging van ramen (bijlage XV - § 1.g / bijlage XVI - § 7.2), minstens
 - Naleving van de vastgelegde debieten > NBN D 50-001/NBN EN 13779
 - 45 m³/h/m vervangen/toegevoegd venster
- Als er geen enkele vergunning vereist is voor de werken, valt het project niet onder de toepassing van de reglementering EPB-werkzaamheden.



Voorbeeld: werken voor de isolatie van het dak langs de binnenzijde

- Als er bij renovatiewerken een SV van toepassing is, zijn het alleen de werken aan de warmteverliesoppervlakte die invloed hebben op de energieprestaties van het gebouw die de verplichting tot naleving van de reglementering EPB-werkzaamheden met zich meebrengen. **Maar** als de procedure van toepassing is, gelden de EPB-eisen voor alle gerenoveerde delen van de gebouwschil, of er voor deze delen nu een stedenbouwkundige vergunning vereist is of niet.



Als ik mijn ramen vervang, moet ik dan een ventilatiesysteem installeren?

→ Waarom?

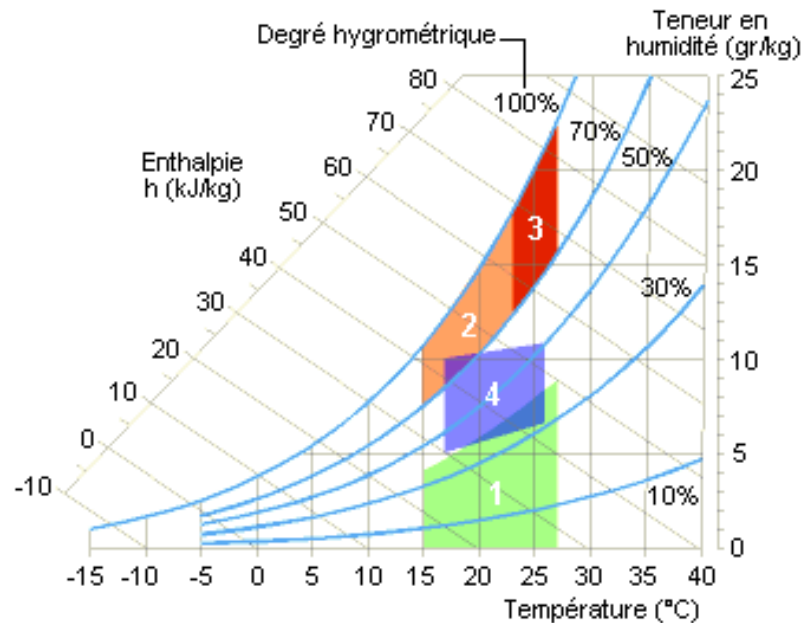
- ▶ In de binnenomgeving bevinden zich diverse soorten vervuiling verbonden aan
 - het gebruik ervan door mensen
 - Geuren
 - Tabaksrook
 - Vocht
 - CO₂
 - het gebouw en zijn uitrustingen
 - de omgeving
- ▶ Deze zijn schadelijk voor
 - de gezondheid
 - het comfort
 - de productiviteit van de gebruikers van de ruimten
 - de gezondheid van het gebouw



Als ik mijn ramen vervang, moet ik dan een ventilatiesysteem installeren?

→ Waarom?

- ▶ Als het gebouw dichter wordt gemaakt, kan de vochtigheid minder makkelijk worden afgevoerd



Zone 1: droogteproblemen

Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen

Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen

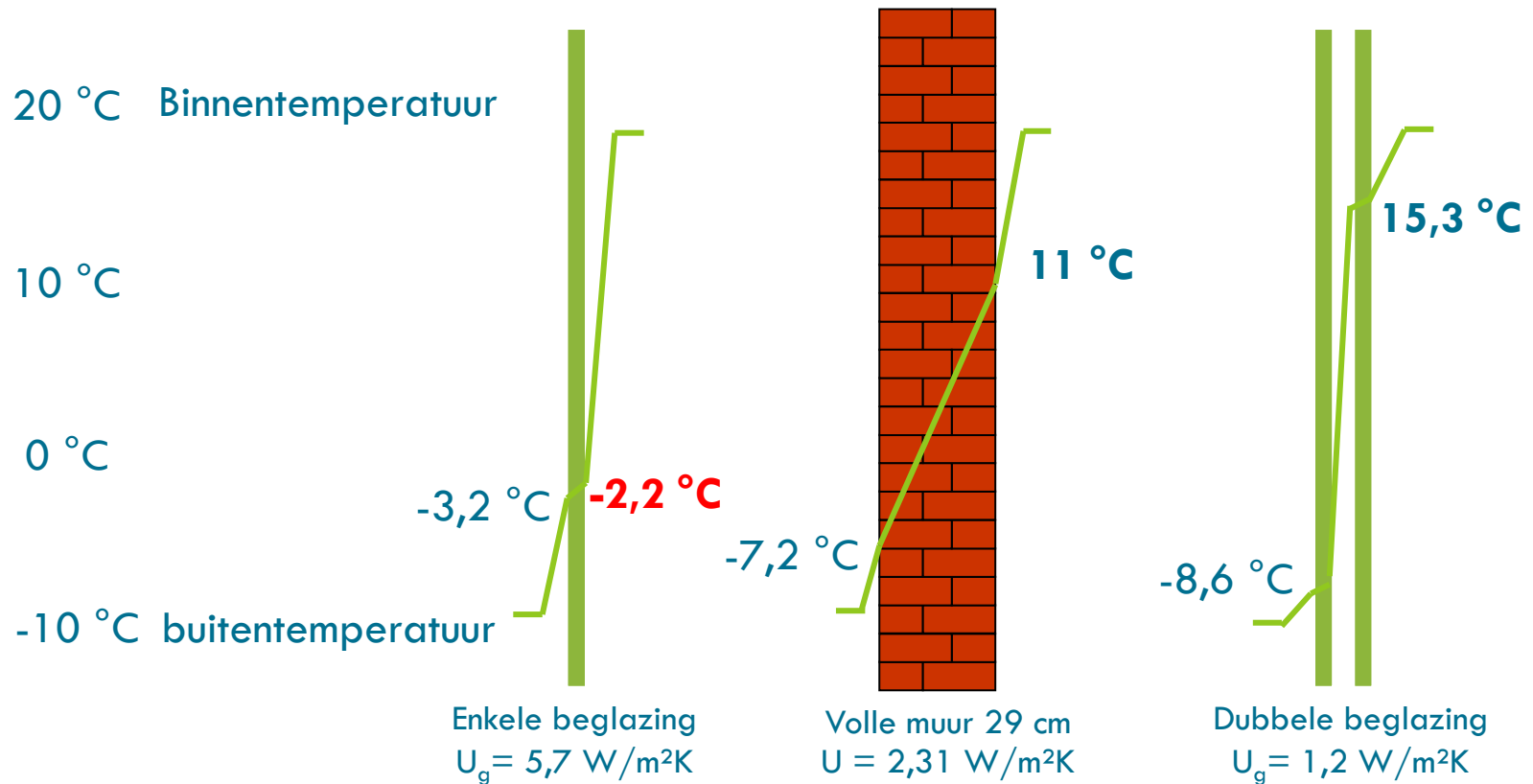
Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort



Als ik mijn ramen vervang, moet ik dan een ventilatiesysteem installeren?

→ Waarom?

- Door de ramen te vervangen, evolueert het fenomeen van condensatie op koude wanden...



Als ik mijn ramen vervang, moet ik dan een ventilatiesysteem installeren?

- ▶ Idealiter: volledig ventilatiesysteem voor het hele gebouw
- ▶ Minstens in de lokalen waar de ramen werden vervangen (= naleving van de reglementaire eisen)
- ▶ Tusseloplossing: ventilatiesysteem op reglementaire basis dat bij latere renovatiefasen kan worden vervolledigd om uiteindelijk over een totaalsysteem te beschikken.

⇒ **Anticiperen (kanaalwerk, plaatsinname, debieten, ...)**





- ▶ De isolatie van de voorgevel maakt deel uit van een algemene strategie voor de energierenovatie van een gebouw.
- ▶ Naast de verbetering van de energieprestaties maakt het isoleren van de gevel een verhoging van het comfort en een verlaging het verwarmingsvermogen mogelijk.
- ▶ Met betrekking tot de thermische isolatie is er geen kant-en-klare oplossing. Voor elk project zijn er eigen eisen en bijzonderheden die aangepaste oplossingen vereisen.
- ▶ Verscheidene verbeteringspistes voor het raamwerk → voorafgaande diagnose is noodzakelijk.
- ▶ De ventilatie speelt een belangrijke rol voor het comfort en voor de gezondheid van de gebruikers van het gebouw en van het gebouw zelf. Er dient dan ook zo vroeg mogelijk in het renovatieproject rekening gehouden te worden met de ventilatie.
- ▶ In de energielogica moet er globaal worden nagedacht over de thermische isolatie, de luchtdichtheid en de ventilatie van het gebouw.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Energie | [Energetische gebouwschil](#)
 - Dossier | [Transmissieverliezen beperken](#)
 - [Dossier | Luchtdichtheid verbeteren](#)
 - [Voorziening | Luchtdichtheid van buitendeuren](#)
 - Dossier | [Het thermisch comfort verzekeren](#)
 - [Solution | Buitenzonneweringen](#)
- ▶ Energie | [Technische installaties](#)
 - [Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)
- ▶ Materialen
 - [Dossier | Duurzame keuze van raamkaders](#)





Websites

- ▶ Homegrade | Historisch houten venster - Historisch stalen raam
- ▶ Energie plus
<https://energieplus-lesite.be/>



Naslagwerken

- ▶ SPW Énergie Wallonie, 2018, Guide pratique pour les architectes, La conception globale de l'enveloppe et l'énergie (Praktische gids voor architecten, globaal ontwerp van gevels en energie).
- ▶ SPW Énergie Wallonie, 2018, Guide pratique pour les architectes, La fenêtre et la gestion de l'énergie (Praktische gids voor architecten, het venster en energiebeheer)

Opleidingen

Opleiding Duurzame Gebouwen | Gedeeltelijke en gefaseerde renovatie

Opleiding Duurzame Gebouwen | Ventilatie: ontwerp en regeling



Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

