

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

GEBOUWSCHIL : ISOLATIE VAN DE VOORGEVEL

LENTE 2025

Isolatie van de gevel

Basisbegrippen en inpassing in een ruimere context
(energieprestaties, ventilatie en reglementeringen)

Muriel BRANDT
écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- ▶ Voorstellen van de stedenbouwkundige en regelgevende context in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, evenals van de financiële stimuli
- ▶ Herinneren aan de energie-uitdagingen in het kader van een gevelrenovatie
- ▶ Voorstellen van de verschillende mogelijke oplossingen en benaderingen voor de verbetering van de thermische prestaties van de onderdelen van een gevel



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT

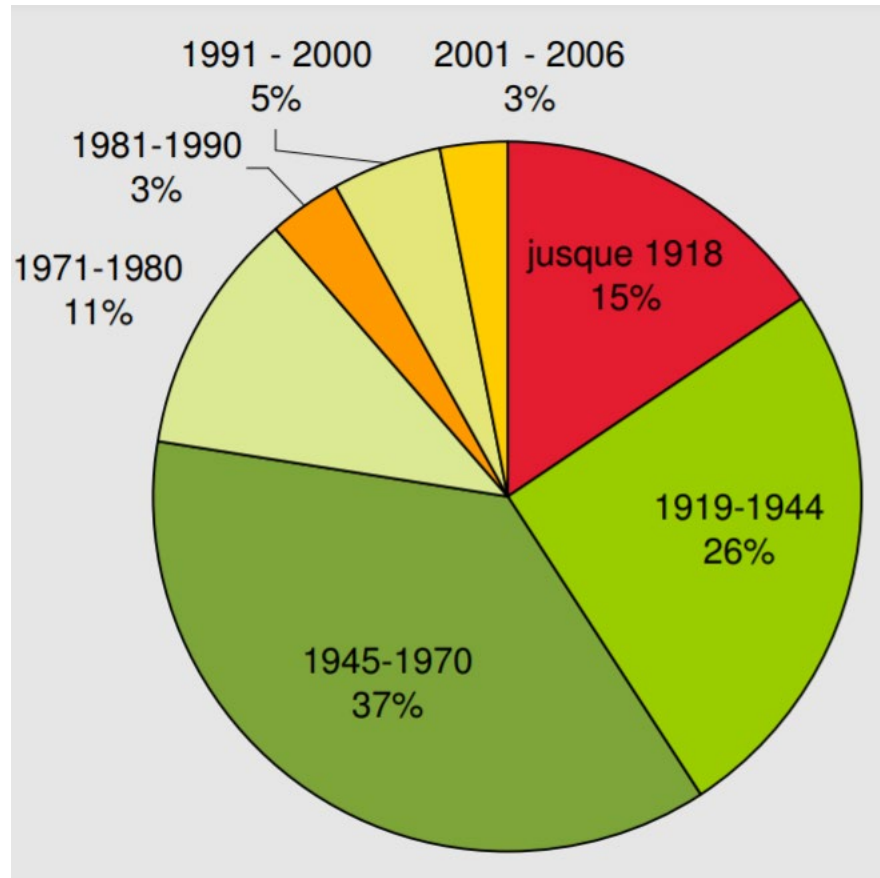
- ▶ **Gebouwtypologieën**
- ▶ GSV
- ▶ EPB-regelgeving
- ▶ Steunmaatregelen en premies

WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?



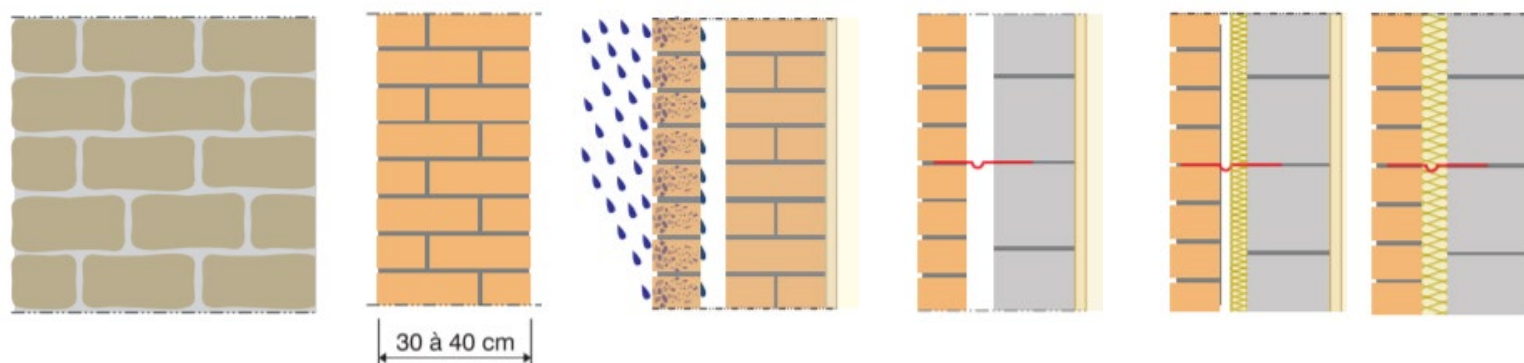
Verdeling van de Brusselse gebouwen



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



Evolutie van wandsamenstellingen in de loop der tijd



Stedenbouwkundige en/of erfgoedcontext



Voorbeelden van Brusselse gevels



Stedenbouwkundige en/of erfgoedcontext



Voorbeelden van de binneninrichting van Brusselse huizen



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT

- Gebouwtypologieën
- **GSV**
- EPB-regelgeving
- Steunmaatregelen en premies

WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?





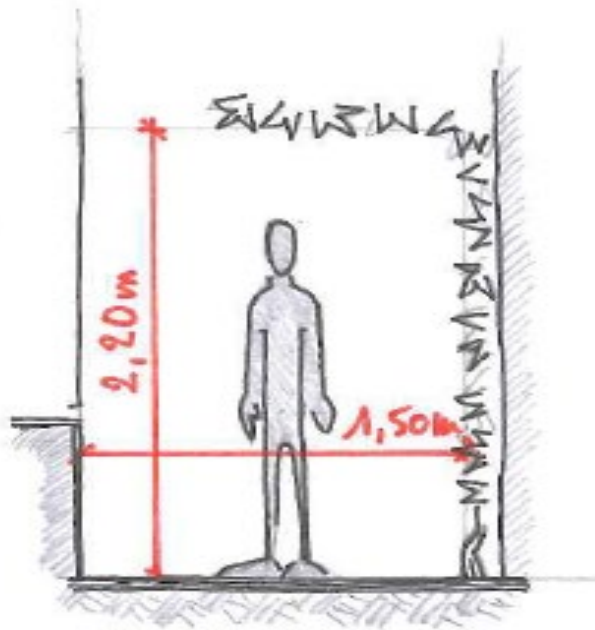
Er is geen specifieke stedenbouwkundige regelgeving voor isolatiewerken verschenen sinds de EPB-regelgeving van kracht is.

⇒ **Bij isolatiewerken aan de buitenzijde kan men zich baseren op de regels betreffende voetgangerswegen en uitsprongen aan de straatgevel.**



Titel VII, sectie 2, artikel 4, Voetgangerswegen

- § 1. Een voetgangersweg omvat een doorgang, vrij van elke hindernis, met een doorlopende breedte van minstens 1,50 m en een vrije hoogte van minstens 2,20 m.

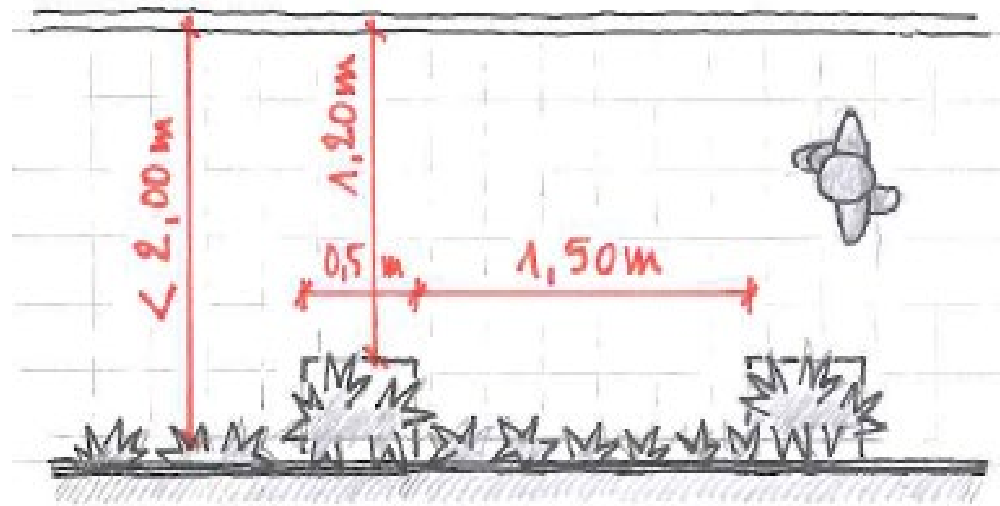


Bron: CERAA



Titel VII, sectie 2, artikel 4, Voetgangerswegen

- § 3. Wanneer de voetgangersweg minder dan 2 meter breed is, kan de breedte van de vrije doorgang zoals voorzien in § 1 plaatselijk worden teruggebracht tot 1,20 m ter hoogte van een al dan niet verwijderbare hindernis die maximaal 0,50 m lang is. De minimale afstand tussen twee opeenvolgende hindernissen is 1,50 m.

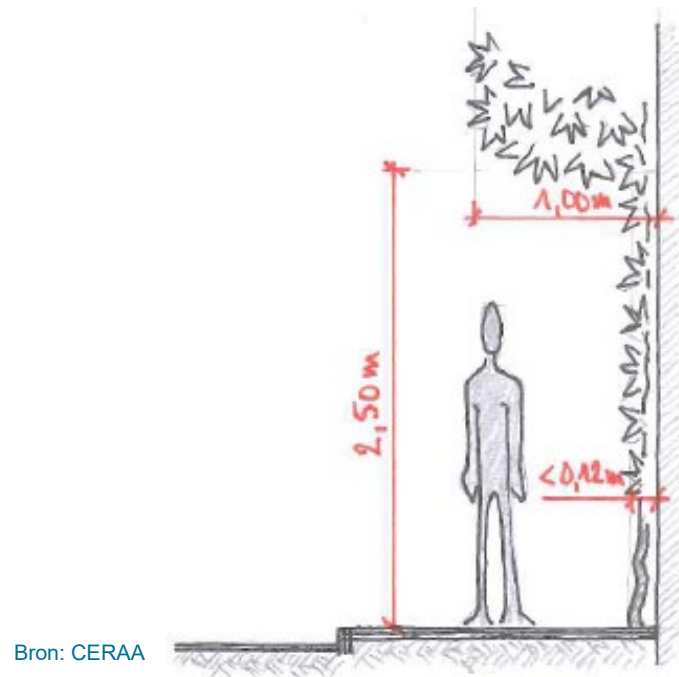


Bron: CERAA



Titel I, hoofdstuk 3, artikel 10, Uitsprongen aan de straatgevel

- § 1. Uitsprongen aan de straatgevel op de rooilijn mogen geen gevaar opleveren voor voorbijgangers noch hinder veroorzaken voor de burens. Ten opzichte van de bouwlijn steken de uitsprongen aan de gevel niet meer dan 0,12 m uit over de eerste 2,50 meter gevelhoogte, en één meter daarboven.



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT

- Gebouwtypologieën
- GSV
- **EPB-regelgeving**
- Steunmaatregelen en premies

WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?





EPB-eisen

- De eis inzake de toelaatbare U/R-waarden geldt voor
 - alle bestemmingen
 - alle soorten werkzaamheden

BOUWELEMENT	$U_{\max}$ (W/m ² K)
1. SCHEIDINGSCONSTRUCTIES DIE HET BESCHERMD VOLUME OMHULLEN, met uitzondering van de scheidingsconstructies die de scheiding vormen met een aanpalend beschermd volume	
1.1. TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES, met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3.), gordijngewels (zie 1.4.) en glasbouwstenen (zie 1.5.)	$U_{w,\max} = 1.5^{(1)}$ vanaf 2021 $U_{g,\max} = 1.1^{(2)}$
1.2. OPAKE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES, met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3.) en gordijngewels (zie 1.4.)	
1.2.1. Daken en plafonds	$U_{\max} = 0.24$
1.2.2. Muren niet in contact met de grond, met uitzondering van de muren bedoeld in 1.2.4.	$U_{\max} = 0.24$
1.2.3. Muren in contact met de grond	$U_{\max} = 0.24^{(3)}$ vanaf 2021
1.2.4. Verticale en hellende scheidingsconstructies in contact met een kruipruimte of EPB-kelder buiten het beschermd volume	$U_{\max} = 0.24$ vanaf 2021
1.2.5. Vloeren in contact met de buitenomgeving of boven een onverwarmde aangrenzende ruimte	$U_{\max} = 0.24$ vanaf 2021
1.2.6. Andere vloeren (vloeren op volle grond, boven een kruipruimte of boven een EPB-kelder buiten het beschermd volume, ingegraven keldervloeren)	$U_{\max} = 0.24^{(3)}$ vanaf 2021



Bron: Leefmilieu Brussel

Vademecum regelgeving EPB-werkzaamheden vanaf juli 2017 (versie maart 2023)





Enkele aandachtspunten ...

- ▶ 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.
- ▶ Indien de procedure echter van toepassing is, gelden de EPB-eisen voor alle gerenoveerde gedeeltes van de gebouwschil, ongeacht of er voor deze gedeeltes een stedenbouwkundige vergunning vereist is.





Enkele aandachtspunten ...

- In het geval van een UAN, URL of URS is het mogelijk om aan te geven dat een bestaande muur "ongewijzigd is of met werkzaamheden die niet in de bouwvergunning zijn opgenomen".

⇒ **In dit geval is er geen eis voor de betreffende wand.**

The screenshot shows a software interface for selecting a wall type. At the top, there is a dropdown menu labeled 'Muur' with a downward arrow. Below it, a list of options is displayed, each preceded by a question mark '?' in a blue box. The options are:

- Gerenoveerde scheidingsconstructie
- Nieuwe of herbouwde scheidingsconstructie
- Onveranderde scheidingsconstructie of met werk niet inbegrepen in de BV





Enkele aandachtspunten ...



- ▶ Als ik mijn raamwerk vervang + SV > EPB-regelgeving

- Bijlage XXVI - §1.1.7 / bijlage XXVII - §7.2

Als in een bestaande ruimte van een zwaar of eenvoudig gerenoveerde EPB-eenheid moet voldaan worden aan de luchttoevoereisen / luchtafvoereisen

- Naleving van de minimale vastgelegde debieten > NBN D 50-001/NBN EN 13 779
- Voor luchttoevoereisen: Het minimaal geëiste ontwerptoevoerdebiet mag echter beperkt worden tot 45 m³/h per lopende meter raamwerk dat in de ruimte vervangen of toegevoegd wordt



Als ik mijn raamwerk vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren ...

→ Waarom?

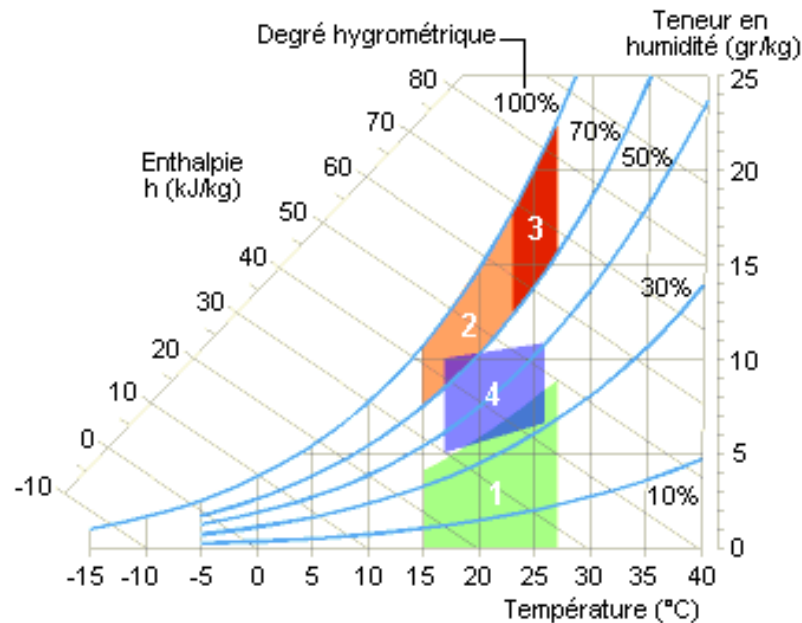
- ▶ In de binnenomgeving bevinden zich diverse soorten vervuiling verbonden aan
 - het gebruik ervan door mensen
 - Geuren
 - Tabaksrook
 - Vocht
 - CO₂
 - het gebouw en zijn uitrustingen
 - de omgeving
- ▶ Deze zijn schadelijk voor
 - de gezondheid
 - het comfort
 - de productiviteit van de gebruikers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



Als ik mijn raamwerk vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren ...

→ Waarom?

- Ventilatie zorgt voor de regeling van de vochtigheidsgraad



Zone 1: droogteproblemen

Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen

Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen

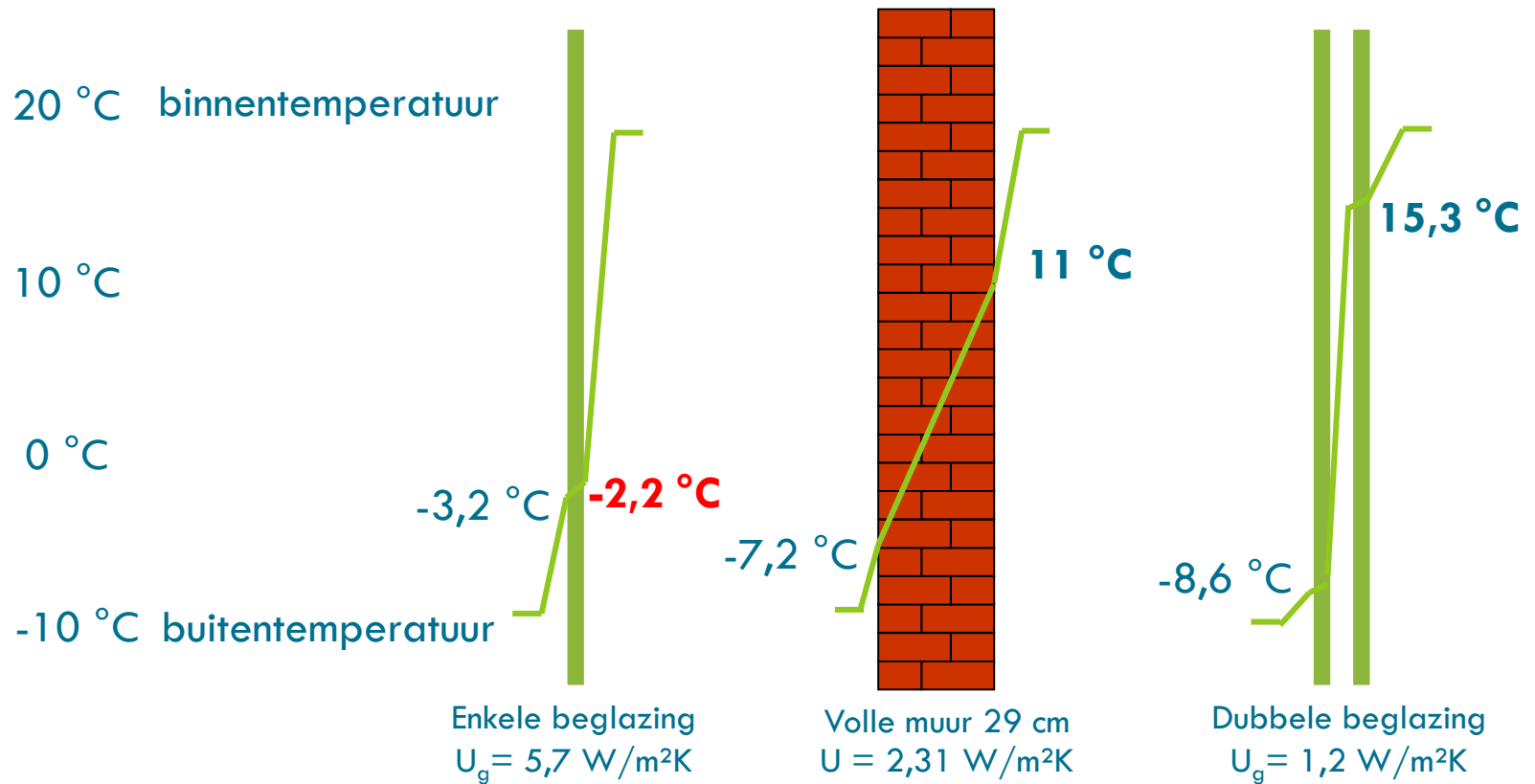
Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort



Als ik mijn raamwerk vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren ...

→ Waarom?

- ▶ Door het raamwerk te vervangen, evolueert het fenomeen van condensatie op koude wanden ...



Als ik mijn raamwerk vervang, moet ik een ventilatiesysteem installeren ...

- ▶ Idealiter: volledig ventilatiesysteem voor het hele gebouw
- ▶ Minstens in de lokalen waar het raamwerk werd 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, ingenomen ruimte, debieten, ...)**



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT

- Gebouwtypologieën
- GSV
- EPB-regelgeving
- **Steunmaatregelen en premies**

WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?



Hervorming van de premies

- Gewestelijke beleidsverklaring voor de regeerperiode 2019 - 2024

“Op het vlak van de gewestelijke premies zal er een vereenvoudiging plaatsvinden van het door de renovatiekandidaten af te leggen traject om te evolueren naar een geïntegreerde bonusregeling voor renovatie, waarbij energie- en renovatiepremie voor de gemeenschappelijke doelgroep van huiseigenaars-bewoners volledig op elkaar worden afgestemd.”



Premie F: Gevels

F1 - Gevels: Thermische gevelisolatie

F2 - Gevels: Bekleding

F3 - Gevels: Bepleistering

F4 - Gevels: Verfraaiing voorgevel

F5 - Gevels: Verfraaiing achter- en zijgevel

F6 - Gevels: Akoestische muurisolatie

Om een premie aan te vragen voor renovatiewerken met een eindfactuur in 2025, moet de nieuwe regering een beslissing nemen over het premiesysteem 2025. Zodra dit is goedgekeurd, zal alle informatie beschikbaar zijn op [Renolution.brussels](https://renolution.brussels). In afwachting kunnen er geen premieaanvragen worden ingediend voor werken waarvoor de eindfactuur in 2025 wordt opgemaakt.

* + Bonus duurzaam materiaal / ** + bonus verschillende werken

Bron : https://renolution.brussels/nl/premies-stimuli?f%5B0%5D=types_of_work%3A95&f%5B1%5D=types_of_work%3A98



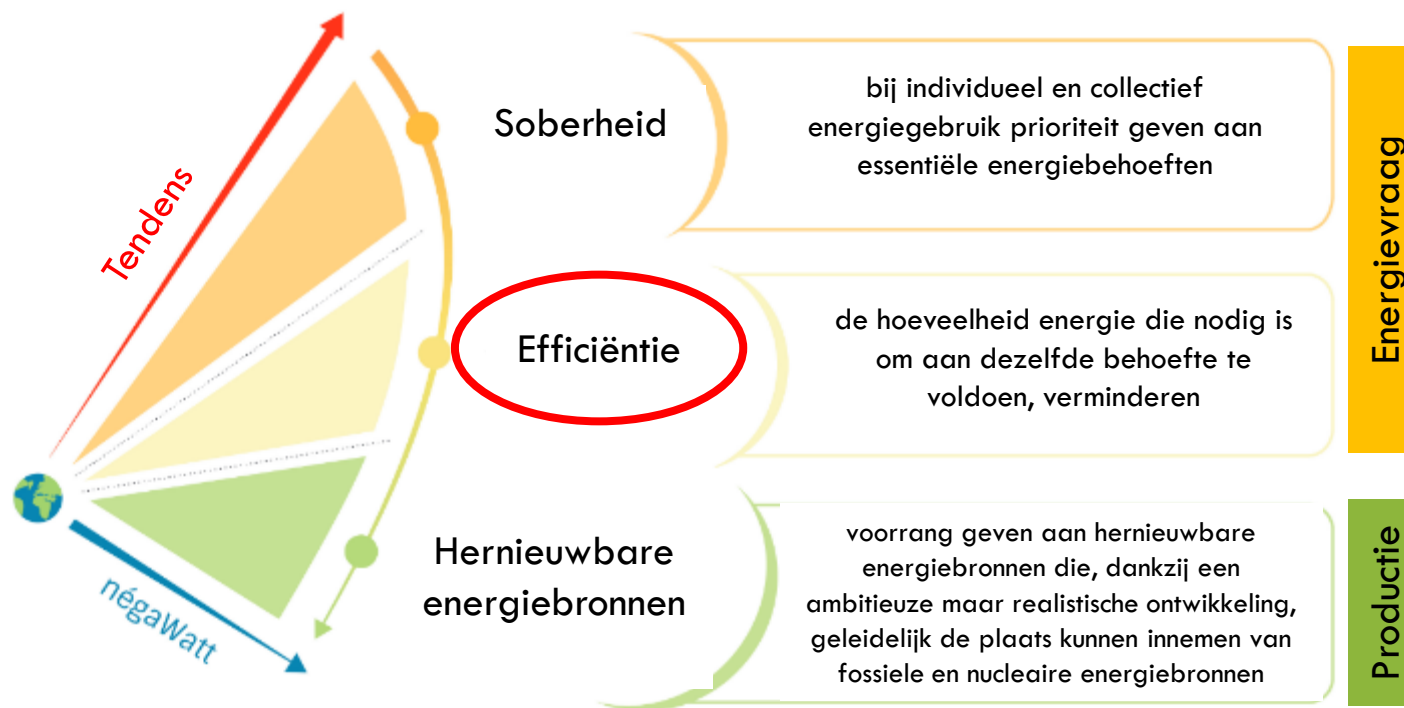
STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT

WAAROM ISOLEREN?

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

HOE ISOLEREN?





Bron: © Association négaWatt



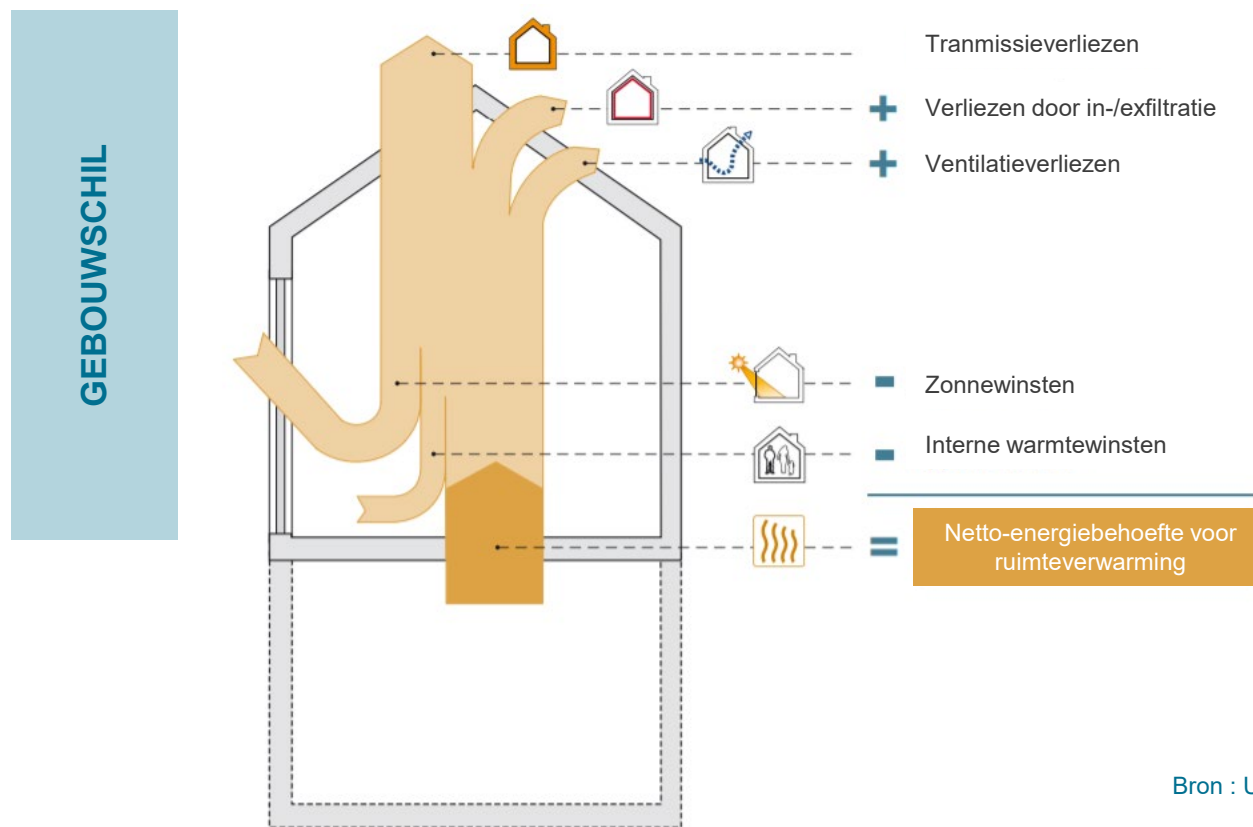
Efficiëntie

- ▶ Beperken van de warmteverliezen tijdens de **stookperiode**
- ▶ Ontwerpen van gebouwen die passieve koelingsoplossingen bevorderen om comfort in de **zomerse periode** te verzekeren
- ▶ Ontwerpen van gebouwen die **natuurlijke verlichting** bevorderen
- ▶ Kiezen voor **efficiënte technologieën, aangepast aan de behoeften**



Beperken van de warmteverliezen tijdens de stookperiode

- ▶ 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*



Bron : ULg CIFIUL



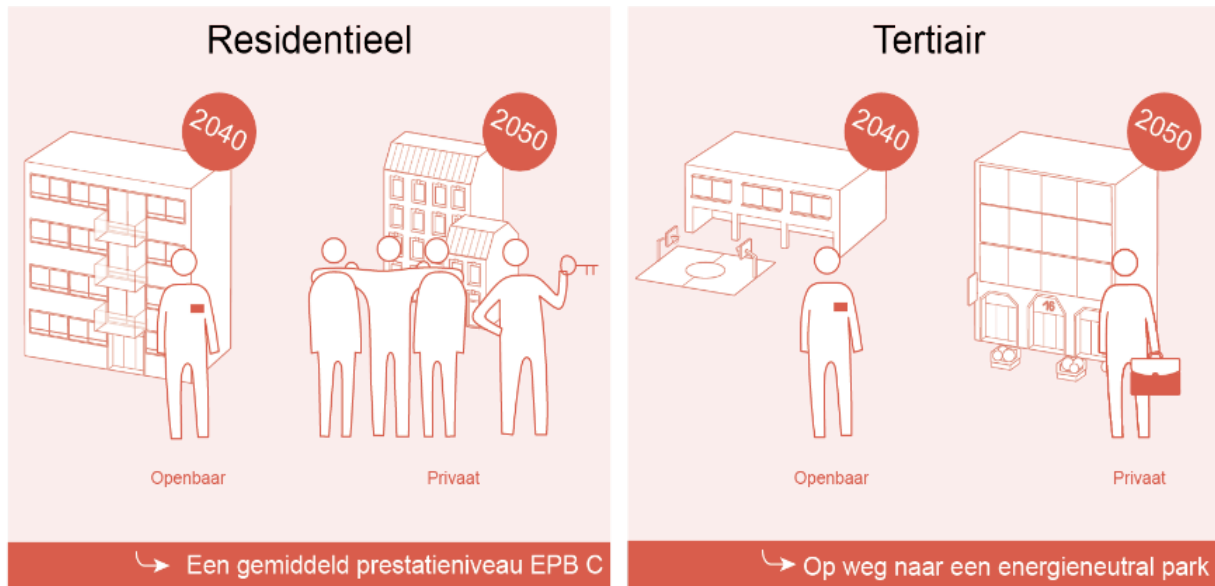
EPB-eisen ZGE (zwaar gerenoveerde eenheid)



- ▶ NIEUW IN 2023! Te berekenen PEV
- ▶ $PEV < 150 \text{ kWh/m}^2\text{.jaar}$



RENOLUTION-renovatiestrategie



⇒ **Strengere eisen dan de regelgeving!**



⇒ **Te realiseren algemene doelstelling**



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT

WAAROM ISOLEREN?

- Energie-uitdagingen
- **Andere redenen**

HOE ISOLEREN?



Het begrip thermisch comfort

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

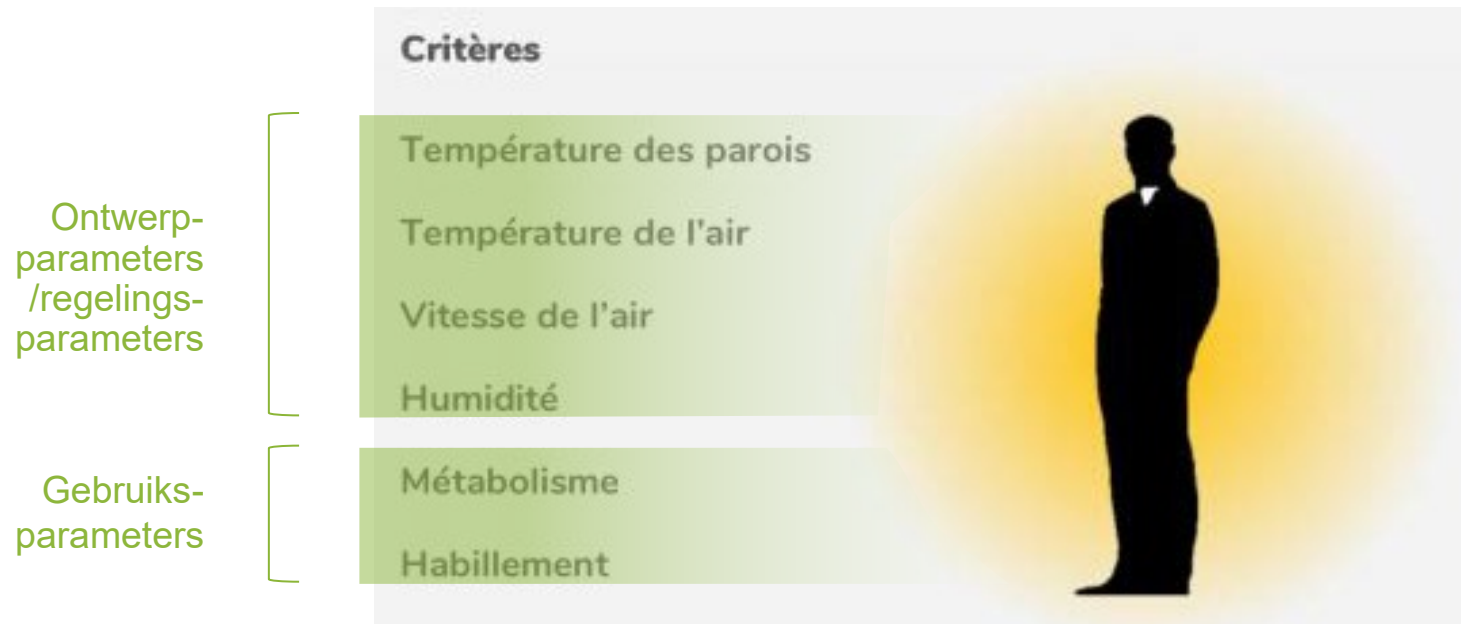


Bron: écorce



Het begrip thermisch comfort

- ▶ 6 parameters volgens P.O. Fanger



Bron: Leefmilieu Brussel



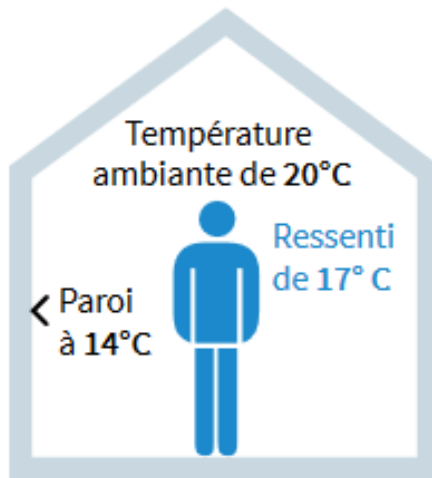
Het begrip thermisch comfort

Temperatuur van de lucht en van de wanden

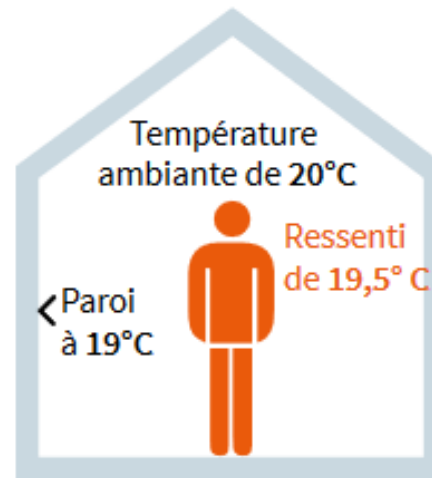
Welke impact op de ervaren comforttemperatuur? (= operatieve temperatuur of resulterende droge temperatuur)

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

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

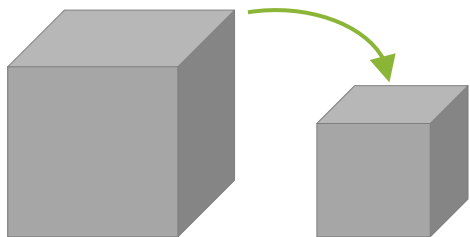


Bron: <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>



Verband met de systemen

- ▶ Performante gebouwschil
 - Minder krachtig verwarmingssysteem



→ Soms kleiner



→ Vaak minder duur
(bij gelijkwaardige technologie)



→ Te overwegen nieuwe systemen?



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?

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



Hoe een wand isoleren?

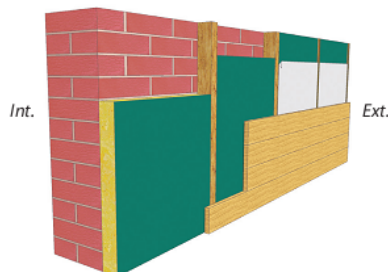
- ▶ Isolatie langs de buitenzijde, langs de binnenzijde en/of in de spouw > Parameters die de keuze van de isolatiemethode beïnvloeden:
 - Erfgoedwaarde/architecturale waarde/stedenbouwkundige waarde van de gevel (binnen/buiten)
 - Thermische-prestatiedoelstellingen
 - Ingenomen ruimte
 - Toegankelijkheid van de werken
 - Budget en timing
 - Inertie en oververhittingsbeheer
 - Compatibiliteit van de bestaande wanden met het voorziene systeem
 - Resulterende implicaties (afwerkingen, technieken, ...)
 - Planning en fasering, totaalvisie, aansluitingen met reeds uitg nog uit te voeren werken
 - Akoestiek
 - Bouwplaatsorganisatie, bewoonbaarheid tijdens de werken
 - ...



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.

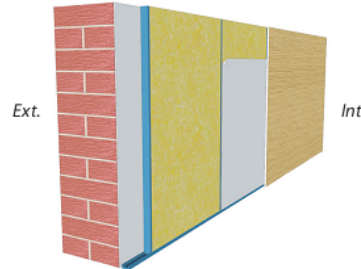


- Méthode résolvant la plupart des ponts thermiques.
- Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.
- Amélioration de l'étanchéité à la pluie de la façade.
- Préservation de la masse thermique du mur.



- 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.

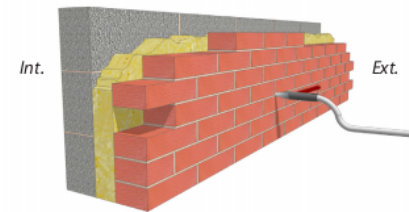


- Travaux effectués à l'abri des intempéries et pouvant être réalisés pièce par pièce.
- Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.



- 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 coulisserie



Un matériau isolant est insufflé dans la coulisserie 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.

Bron: brochure PAE2-energieaudit Waals Gewest, 2013



Hoe een wand isoleren?

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

	Keuze van de materialen	Technisch-economische prestaties	Impact op de gezondheid	Behoud van het erfgoed	Impact op het comfort
Muren					
<u>Buitenkant</u>	++	++	++	–	++
<u>Binnenkant</u>	++	+	+	++	+
<u>Spouw</u>	–	+	++	++	+

++ Hoog	+ Middelen	– Laag
---------	------------	--------

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.



Vermindering van de inertie → Opgelet voor oververhitting!

- Isolatie langs de binnenzijde > Minder toegankelijke massa van de gevelmuren



⇒ Dient in de juiste context bekeken te worden → Hoe groot is de betreffende oppervlakte?



Vermindering van de thermische inertie → opgelet voor oververhitting

- Mogelijkheid de inertie van het systeem te verbeteren volgens de massa van de bepleistering/het paneel/het afwerkingsblok

Gipsplaat < **Gipsvezelplaat** < **leemplaat** < **massief blok**

- Mogelijkheid de technische spouw met massieve elementen op te vullen

Leemschijven, kleikorrels...



Bron: Mobic

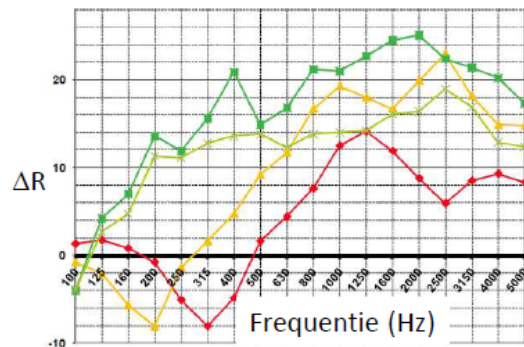


Geluidsisolatie tegen luchtgeluiden

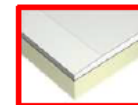


- Positieve of negatieve impact volgens het gekozen isolatietype, volgens de dikte van de isolatie en volgens de oppervlaktemassa van de afwerkingsplaat/-bepleistering

Voorbeeld van cijfers (Isolatie langs de binnenzijde)



PUR
afwerking 13 mm



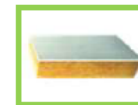
-3 dB

EPS
afwerking 10 mm



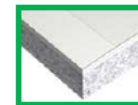
-2 dB

MW
afwerking 10 mm



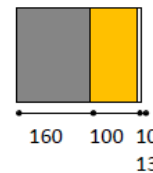
8 dB

E-EPS
afwerking 13 mm



10 dB

Eengetalsaanduiding $\Delta(R+C)_{\text{zwaar}}$



verbetering

Bron: Buildwise, A. Dijkmans, Bouwakoestiek in de praktijk



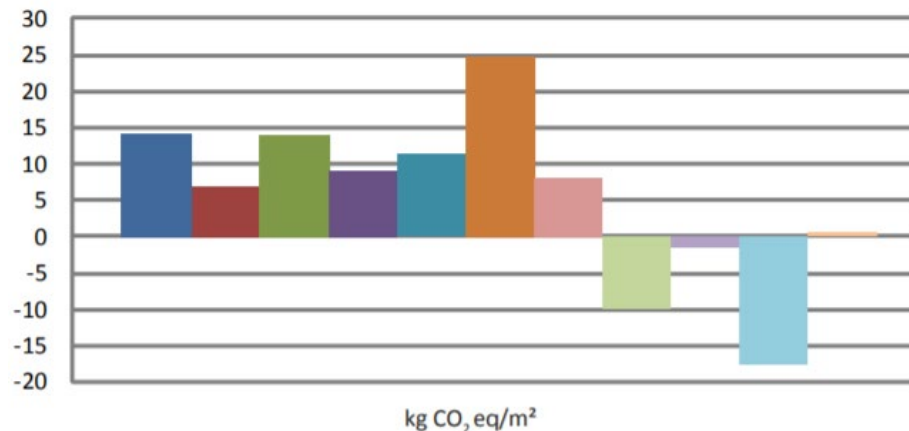
Beslissingshulp

- Keuze van de isolatie
 - Voorkeur geven aan isolatie met een geringe milieu-impact (m.b.t. fabricage, mogelijkheid tot recyclage, hergebruik...)
 - de impact op de gezondheid beperken - m.b.t. schadelijke emissies (VOS...)

Isolants

- Panneau de laine de roche
- Panneau de laine de verre
- Panneau de verre cellulaire
- Panneau de polystyrène expansé (EPS)
- Panneau de polystyrène extrudé (XPS)
- Panneau de polyuréthane
- Matelas souple de cellulose
- Matelas souple de fibres de bois
- Panneau rigide de fibres de bois
- Panneau de liège
- Panneau semi-rigide de fibres de chanvre

Effet de serre /m² d'isolant



Bron: Architecture et Climat



Beslissingshulp

- ▶ Keuze van de structuur en de bevestigingen
 - Anticiperen op het demonteren en het hergebruiken van de materialen, alsook op de verwerking/behandeling, de reconversie of de valorisatie van hun componenten
 - ⇒ **Voorkeur geven aan mechanische bevestigingen**
 - Grondig nadenken over de aanpasbaarheid van het gebouw, over de omkeerbaarheid en over de flexibiliteit.





Welke isolatiedikte?

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



BOUWELEMENT	$U_{\max}$ (W/m ² K)
1. SCHEIDINGSCONSTRUCTIES DIE HET BESCHERMD VOLUME OMHULLEN, met uitzondering van de scheidingsconstructies die de scheiding vormen met een aanpalend beschermd volume	
1.2.2. Muren niet in contact met de grond, met uitzondering van de muren bedoeld in 1.2.4.	$U_{\max} = 0.24$

Bron: Leefmilieu Brussel
Vademecum regelgeving EPB-werkzaamheden vanaf juli 2017 (versie maart 2023)





Welke isolatiedikte?

- ▶ Een ambitieus doel stellen > U tussen **0,1 en 0,2 W/m²K**



- 12 cm MW met $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$, mechanisch bevestigd
→ $U \approx 0,29 \text{ W/m}^2\text{K} > \text{ontoereikend!}$
- 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 $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$, in houten structuur (13 %)
→ $U \approx 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

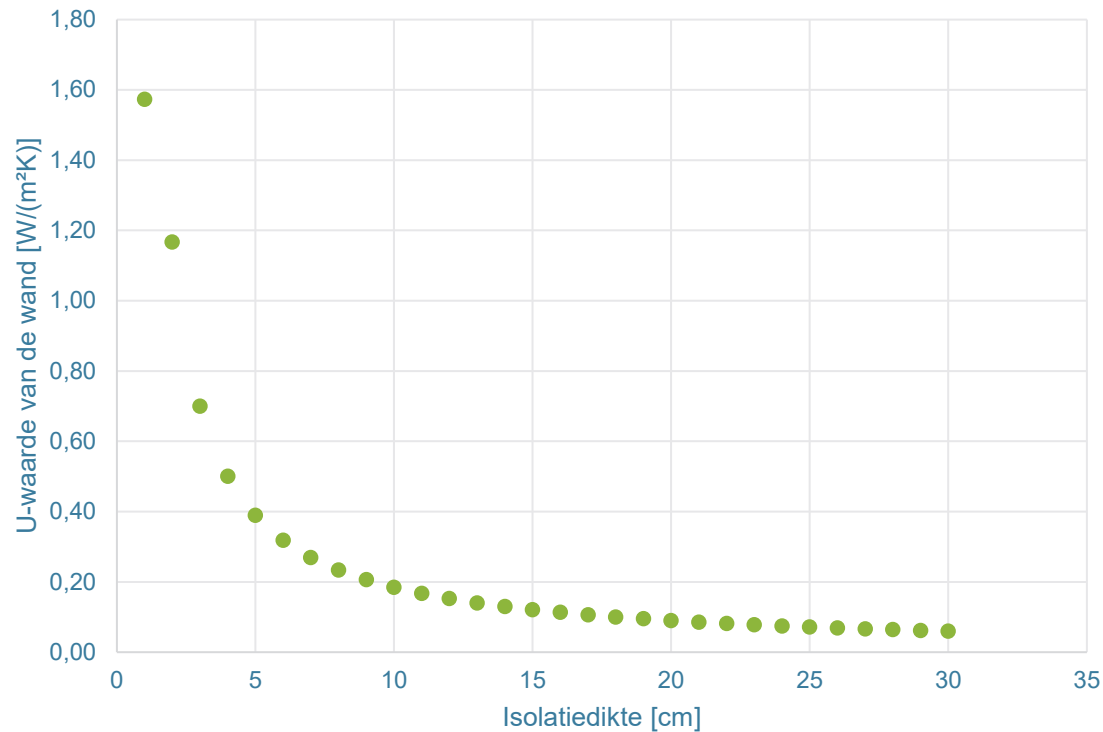




Welke isolatiedikte?

- Streven naar een optimum

Variatie van de U-waarde overeenkomstig de isolatiedikte

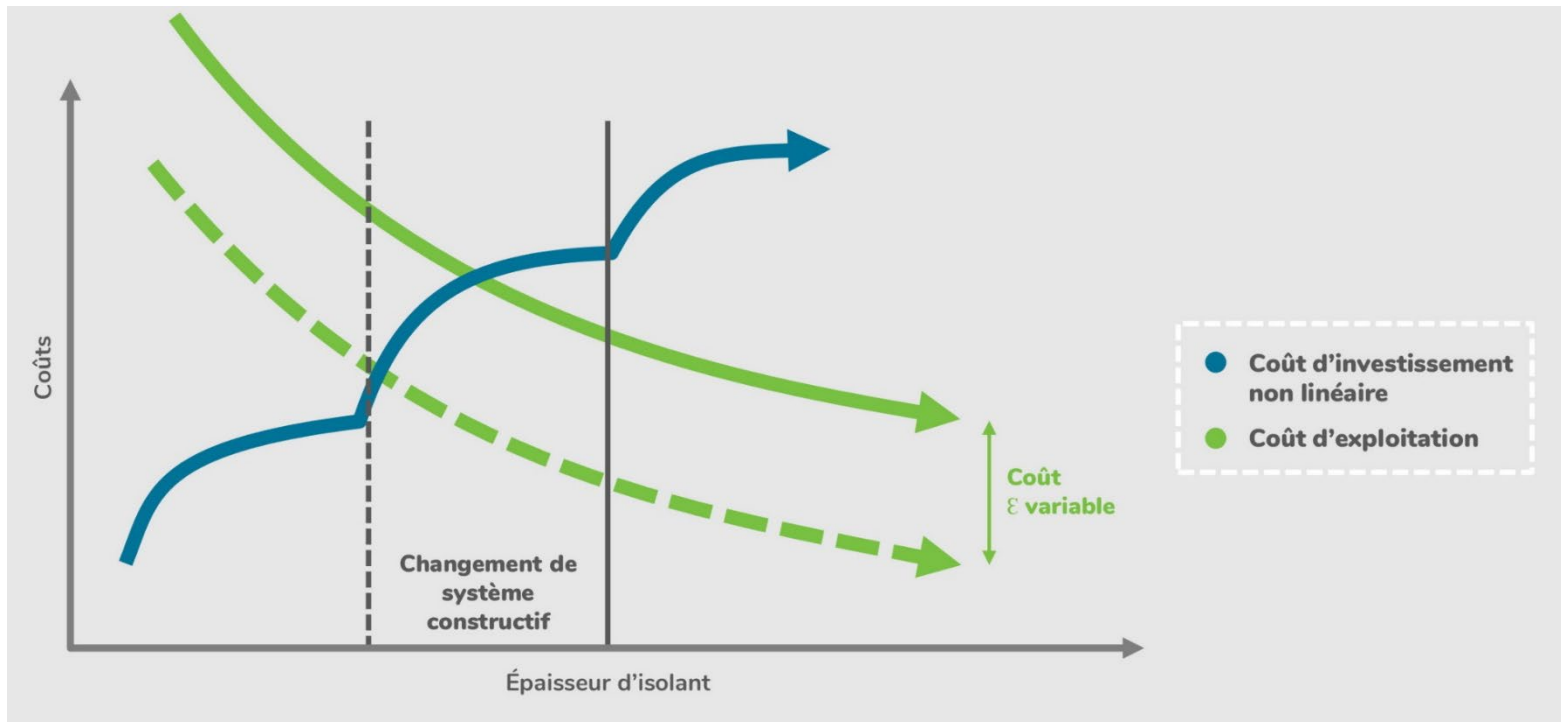




Welke isolatiedikte?

- Streven naar een economisch optimum

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



Bron: Gids Duurzame Gebouwen



Welke isolatiedikte?

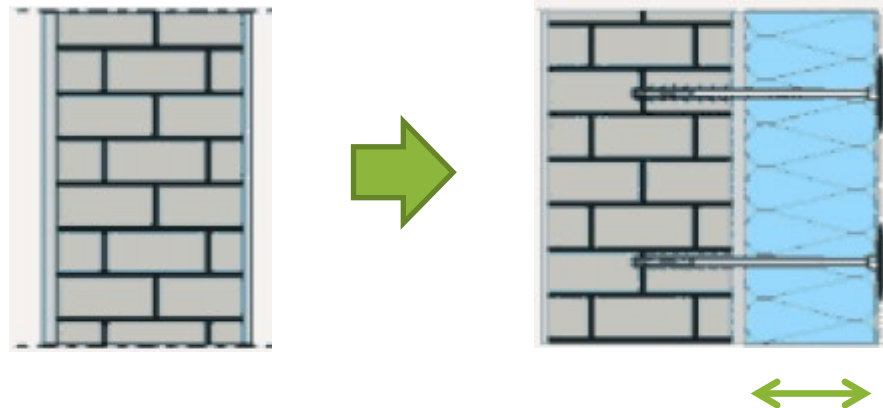
**Bij renovatie: de kans op energiebesparingen niet verloren laten gaan
en versnippering vermijden**

⇒ **Illustratie aan de hand van een voorbeeld ...**



Voorbeeld: renovatie van een bestaande bepleisterde gevel

- ▶ Uitgangspunt: er zijn werken nodig (schilderwerk is beschadigd, bepleistering vertoont scheuren, ...)
- ▶ Welke mogelijkheden zijn er?
 - Eenvoudige renovatie zonder isolatie (bepleistering en/of schilderwerk)
 - Bepleistering op isolatie met $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$, in de massa gekleurd



⇒ **Welke dikte?**

⇒ **Welke isolatiedikte is vereist om aan de reglementering te voldoen?**



Voorbeeld: renovatie van een bestaande bepleisterde gevel



016

- Becijferde toepassing op het voorbeeldgebouwproject LOOSSENS
 - Duplex nr. 2 (energetische referentieoppervlakte: 105 m²)
 - 123 m² te isoleren gevel (noord – oost – zuid)
 - Verwarming op aardgas (globaal seizoensrendement van 85 %)
 - Energieprijs: c€ 13,2/kWh – bron: energiecommune.be, februari 2023)
 - $U_{\text{dak}} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - $n_{50} = 0,6 \text{ vol/h}$



Voorbeeld: renovatie van een bestaande bepleisterde gevel



016

- Becijferde toepassing op het voorbeeldgebouwproject LOOSSENS

	U wand	Verwar- mings- behoefte	Jaarl. verwar- mings- behoefte	Verwar- mings- kosten	Besparing	Kosten maatregel (met steiger)	Kosten maatregel (met installatie)	Eenvou- dige terugver- dientijd
Geval	W/(m ² K)	kWh/m ² .jaar	kWh/jaar	€/jaar	€/jaar	€/m ² (excl. btw)	€ (incl. btw)	jaar
Beplevstering	2,93	286	30.039	4.668	0	90	14.527	-
12 cm	0,24	21	2.206	343	4.325	150	23.327	5,4
20 cm	0,16	15	1.575	245	4.424	155	24.147	5,5
25 cm	0,12	13	1.365	212	4.456	165	25.639	5,8

Bron: écorce

*Theoretische kosten gedeeld door twee

- ⇒ Een dikkere isolatie is nauwelijks duurder omdat een aanzienlijk deel van de investeringskosten bestaat uit vaste kosten: de bouwplaatsinrichting (€ 850), de steiger (€ 15/m²), een nieuwe bepleistering, de aanpassing van de details, eventueel schilderwerk...



Voorbeeld: renovatie van een bestaande bepleisterde gevel



016



► Becijferde toepassing op het voorbeeldgebouwproject LOOSSENS

- Als men de isolatie 'later' wil verbeteren (door van 12 naar 20 cm isolatie te gaan), wat zou de terugverdientijd dan zijn?

Verwarmingsbesparing: $343 - 245 = € 98/\text{jaar}$

Kosten: € 24.147 incl. btw

ETV: $€ 24.147 / 98 = 246 \text{ jaar!}$

⇒ **Als men de isolatie 'later' wil verbeteren, moeten de vaste kosten nogmaals worden betaald. Dit is dus nooit rendabeler!**

⇒ **Door de berekening van de verwarmingsbehoefte krijgt u een totaalbeeld en kunt u doordachte keuzes maken**





Welke isolatiedikte?

Om het aandeel van de verliezen door de gevels (wanden en openingen) te kennen en om ervoor te zorgen dat de doelstellingen van de RENOLUTIE-strategie op termijn worden gerealiseerd, is een globale langetermijnbenadering noodzakelijk!



⇒ **Een energiebalans opstellen!**



Renovatie van de gebouwschil: verschillende mogelijke scenario's

Zie de opleiding "EPB-eisen bij renovatie" om alle hypothesen te kennen

Scheidings- constructies

0,47

0,24

0,12

 $\text{W/m}^2\text{K}$ 

Schrijnwerk

$$U_{\text{frame}} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$
$$U_{\text{glass}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{frame}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$
$$U_{\text{glass}} = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ventilatie

Dubbele stroom met recuperator - $\eta=80\%$

Dichtheid

$N50 = 3 \text{ Vol/h}$



Renovatie van de gebouwschil: verschillende mogelijke scenario's



Gasgestookte
condenserende
verwarmingsketel

166

120

107

Gasgestookte
condenserende
verwarmingsketel

+ fotovoltaïsche
installatie 4 kWp

131

85

72

Aerothermische
warmtepomp

+ fotovoltaïsche
installatie 4 kWp

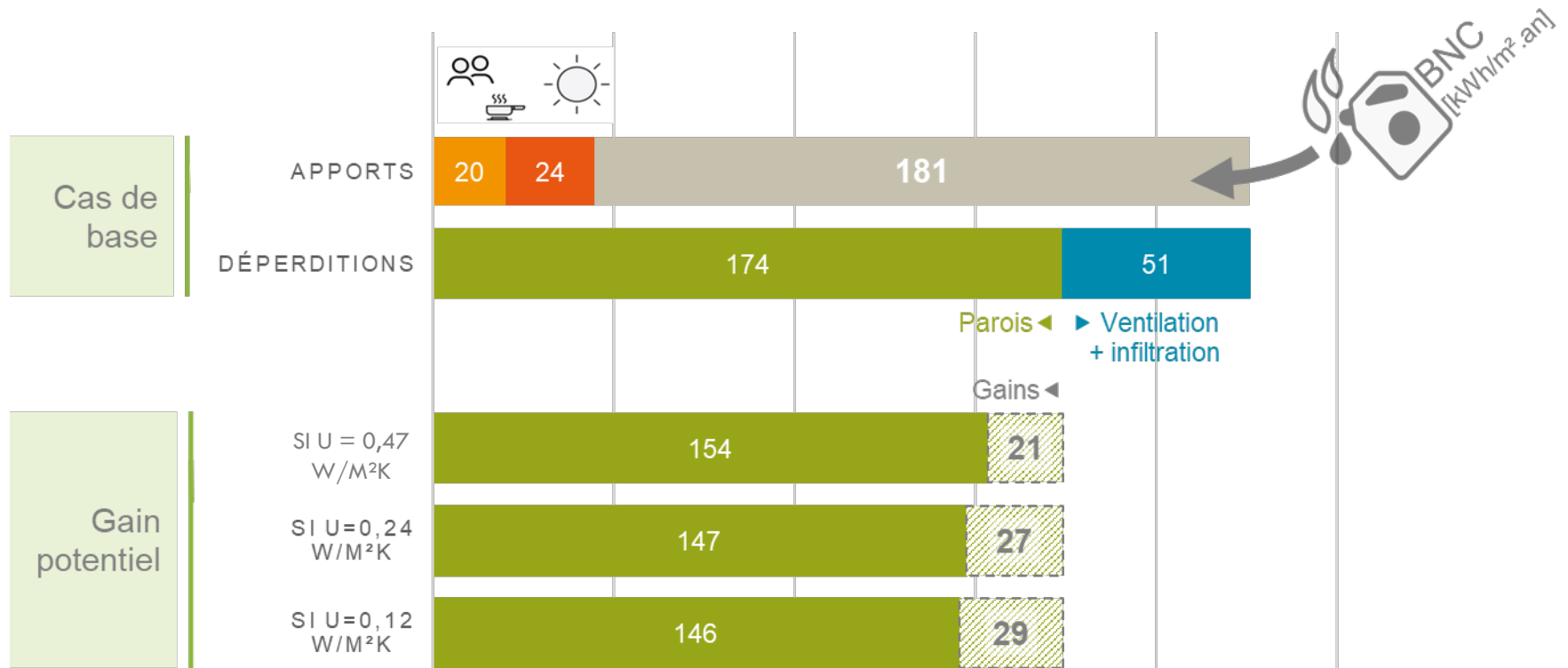
102

50

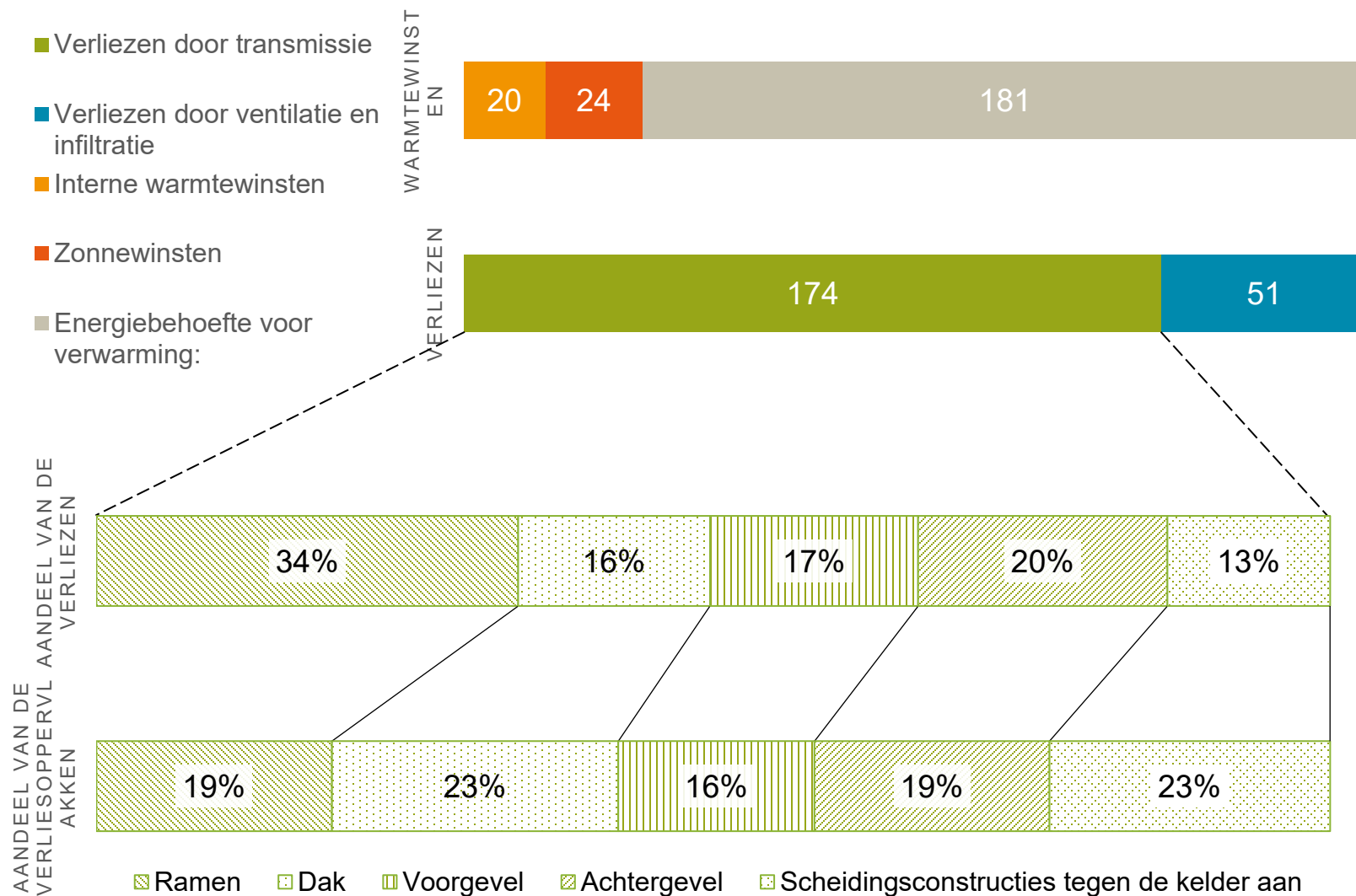
44



Verliezen door transmissie



Verliezen door transmissie



Verliezen door transmissie

Bilan thermique pour une maison mitoyenne de 216m² et 650m³

Paroi	Surface	U (W/m ² .K)	Composition	Part dans le bilan
Façade	78 m ²	2,3	19 cm brique, 2 cm ciment.	21 %
Ouvertures	30 m ²	4,6	Châssis bois et simple vitrage.	27 %
Toiture	100 m ²	2,4	Tuiles, sous-toiture et charpente	37 %
Sol	75 m ²	3,9	20 cm de béton.	15 %

Bilan thermique pour un appartement 2 façades de +/-115m² et 350m³

Paroi	Surface	U (W/m ² .K)	Composition	Part dans le bilan
Façade	34 m ²	2,3	19 cm brique, 2 cm ciment.	42 %
Ouvertures	23 m ²	4,57	Châssis bois et simple vitrage.	58 %

Bron: Gids Duurzame Gebouwen

⇒ De verliezen door de gevels (wanden en openingen) kunnen sterk variëren afhankelijk van de gebouwtypologie (aantal gevels, appartement, bouwperiode, enz.).



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?

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



Welke strategie bij renovatie?

- ▶ Analyse van het bestaande raamwerk
 - Erfgoedwaarde > oorspronkelijk, reeds vervangen?
 - Uiterlijk > beschermd gebouw, stedenbouwkundige eisen...
 - Materiaal > hout, staal, aluminium, beton...
 - Type beglazing > glas-in-loodraam, enkele, dubbele beglazing
 - Toestand > goede/slecht staat (opening, buitenaanzicht...)

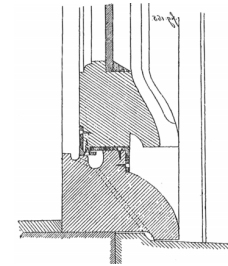


Bron: Stadswinkel

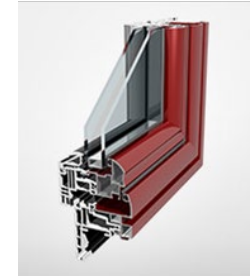


Welke strategie bij renovatie?

- Analyse van het bestaande raamwerk
 - Prestaties



Bron: Buildwise



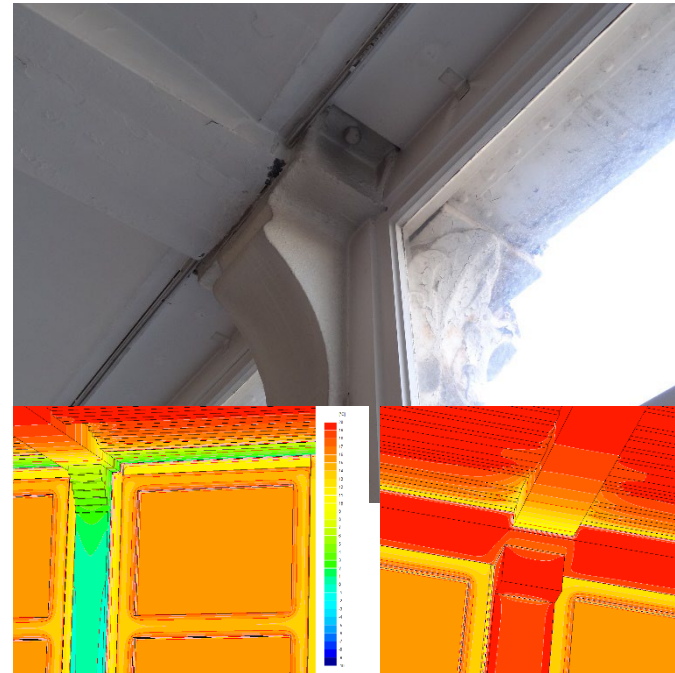
Bron: Symbio

‘Oud’ raamwerk	‘Modern’ raamwerk
Smaller profiel	Thermisch performanter profiel (breder of geoptimaliseerd)
Thermisch minder performante beglazing	Thermisch performantere beglazing
Minder goede (water- en lucht)dichtheid	Goede dichtheid
Goede lichttransmissie	Beperkte lichttransmissie
Hoge zonnepwinsten	Beperkte zonnepwinsten
Koudegevoel	Minder tot beperkt koudegevoel
Middelmatige akoestische prestaties	Hogere akoestische prestaties



Welke strategie bij renovatie?

- ▶ Argumenten voor een interventie
 - Energieprestaties > beperkte tot zeer hoge winst (overeenkomstig omstandigheden)
 - Thermisch comfort > onmiskenbare winst
 - Akoestisch comfort > mogelijke verbetering (overeenkomstig technische keuze)
- ▶ Aandachtspunt
 - Welk ventilatiesysteem?
 - Wat is er technisch mogelijk?
 - De vervanging van het raamwerk is moeilijk rendabel te maken (wegens de hoge kosten)



Bron: écorce



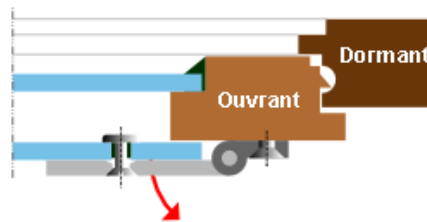
Hoe?

→ Als het raamwerk performant (hout, PVC, aluminium met moderne thermische onderbreking...) en/of aanpasbaar is

- Verbetering van het bestaande systeem (dichtingen, regelingen...)
- Vervanging van de beglazing (als het profiel van het raamwerk dit toelaat)
- Dubbele beglazing (middelmatische verbetering)
- Vervanging van openende delen

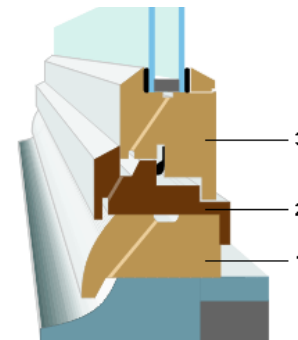


Bron: Buildwise



Bron: energieplus-lesite.be

1. Bestaand frame
2. Nieuw houten kozijn (aanpassingsprofiel)
3. Nieuw raam in hout of ander materiaal met dubbele beglazing



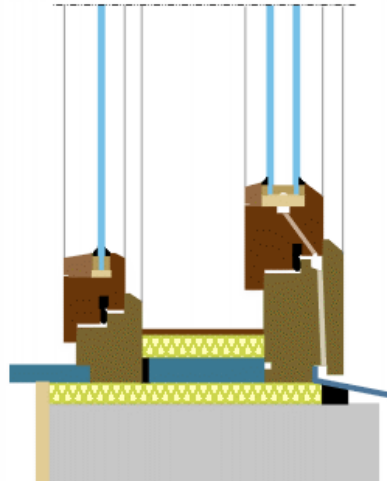
Bron: energieplus-lesite.be



Hoe kan ik de prestaties van mijn ramen verbeteren?

→ Als het raamwerk niet performant is

- Verdubbeling van het raamwerk
- Vervanging van het raamwerk



Bron: energieplus-lesite.be



Welke prestaties nastreven?

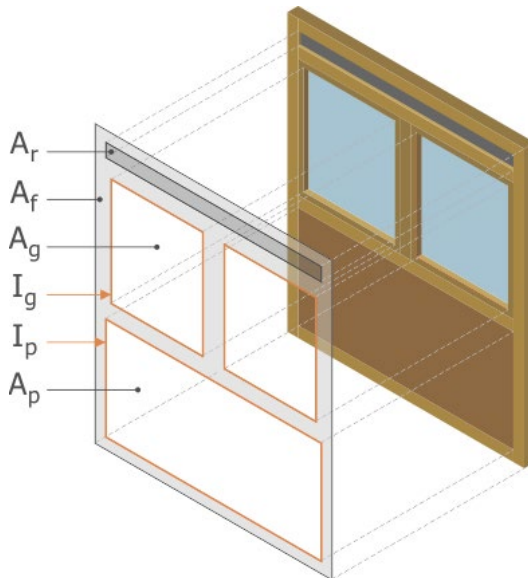
- Minstens naleving van de EPB-eisen



BOUWELEMENT	$U_{\max}$ (W/m ² K)
1. SCHEIDINGSCONSTRUCTIES DIE HET BESCHERMD VOLUME OMHULLEN, met uitzondering van de scheidingsconstructies die de scheiding vormen met een aanpalend beschermd volume	
1.1. TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES, met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3.), gordijngesels (zie 1.4.) en glasbouwstenen (zie 1.5.)	$U_{w,\max} = 1.5^{(1)}$ vanaf 2021 $U_{g,\max} = 1.1^{(2)}$

Bron: Leefmilieu Brussel

Vademecum regelgeving EPB-werkzaamheden vanaf juli 2017 (versie maart 2023)



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

Bron: Energie+

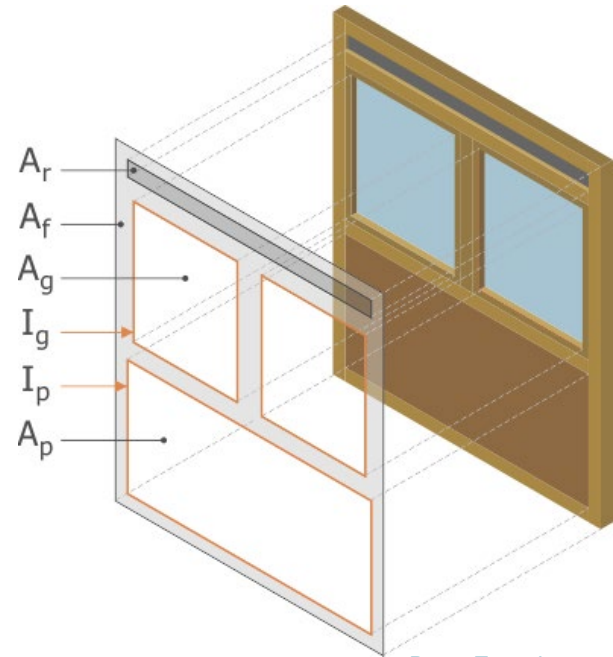


Warmtedoorgangscoefficiënt – U_w (W/m²K)

- Berekend voor het geheel, afhankelijk van
 - de beglazing: U_g (glass)
 - het raamwerk: U_f (frame)
 - de afstandshouder: ψ_g
 - (Ventilatierooster U_r)

$$U_w = (U_f \times A_f + U_g \times A_g + \psi_g \times I) / (A_f + A_g)$$

- Afhankelijk van de dikte van het glas, van het blad, van de vulling van de tussenliggende ruimte (lucht, argon, krypton...), van de aanwezigheid en de positie van een weerkaatsende laag
- U_g -waarde gecertificeerd door een certificaat van de fabrikant volgens de norm NBN EN 673
- U_p -waarde gecertificeerd door een certificaat van de fabrikant volgens de normen NBN EN ISO 10077-1 en NBN EN ISO 10077-2

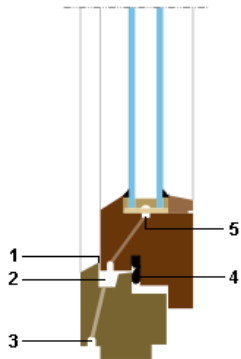


Bron: Energie+



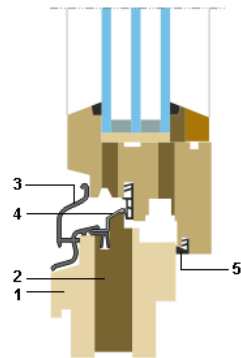
Welke prestaties nastreven?

- U_w (raam)



Raamwerk dubbele beglazing

→ $U \approx 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$



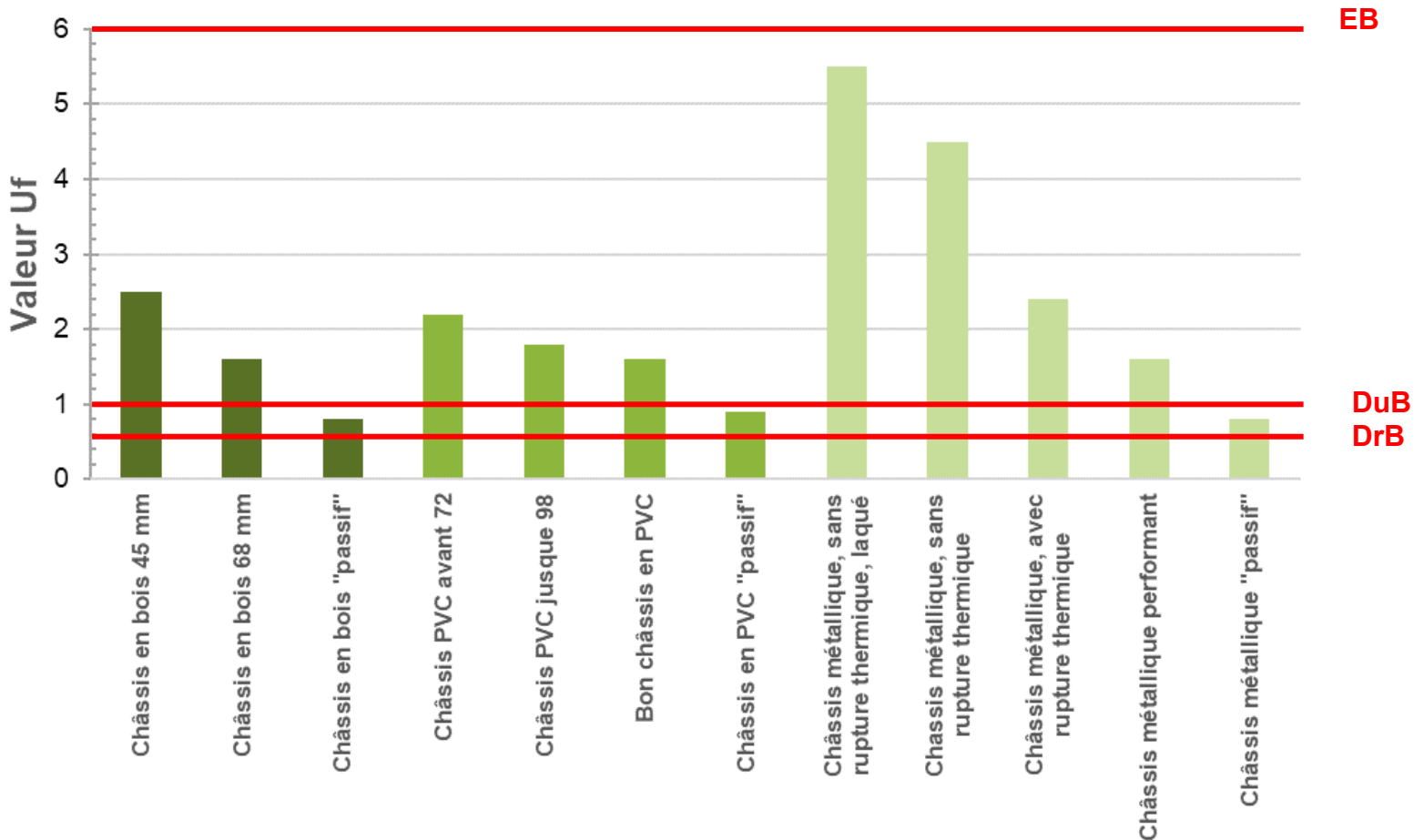
Raamwerk drieboudige beglazing

→ $U \approx 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



Welke prestaties nastreven?

- Uf (raamwerk)



Welke prestaties nastreven?

**Bij renovatie: de kans op energiebesparingen niet verloren laten gaan
en versnippering vermijden**

⇒ **Illustratie aan de hand van een voorbeeld ...**



Voorbeeld: vervanging van het raamwerk



099

- Becijferde toepassing op het voorbeeldgebouwproject RSM
 - Appartement nr. 2 (energetische referentieoppervlakte: 72,5 m²)
 - Alleen het raamwerk en de beglazing worden vervangen
 - Het huis is (nog) niet geïsoleerd
 - Vensteroppervlakte: 24 m²
 - $n_{50} = 3$ vol/h
 - Verwarming op aardgas (globaal seizoensrendement van 85 %)
 - Energieprijs: c€ 13,2/kWh — bron: energiecommune.be, februari 2023)



Voorbeeld: vervanging van het raamwerk



099

- Becijferde toepassing op het voorbeeldgebouwproject RSM
 - De eenvoudige terugverdientijd (verhouding van de kosten van de installatie tot de besparing over een periode van 1 jaar dankzij de genomen maatregel) wordt berekend voor verschillende opties:
 1. EB (enkele beglazing) > DuB (dubbele beglazing + raamwerk)
 2. EB (enkele beglazing) > DrB (drievoudige beglazing + raamwerk)
 3. DuB > DrB

		U _w (Houten raamwerk + beglazing)	Kosten maatregel	Jaarl. Verwar- mings- behoefte	Jaarl. Verwar- mings- kosten	Kosten Maat- regel	ETV EB → DuB of DrB	ETV DuB → DrB
		W/(m ² K)	€/m ²	kWh/m ² .jaar	€	€	jaar	jaar
1	Enkele beglazing	4,94		286	3.220			
2	Dubbele beglazing	1,35	800	211	2.376	19.200	23	
3	Drievoudige beglazing	0,84	1050	201	2.263	25.200	26	224

Bron: écorce



Voorbeeld: vervanging van het raamwerk



099

- ▶ **Becijferde toepassing op het voorbeeldgebouwproject RSM**
 - De terugverdientijd voor de vervanging van enkele door dubbele beglazing bedraagt ongeveer 23 jaar
 - De plaatsing van drievoudige beglazing houdt een meerkost van € 6.000 in.
 - ⇒ **Op basis van de financiële benadering wordt voor de eerste optie gekozen**
 - De vervanging van ramen 'DuB' door ramen 'DrB' is economisch gezien niet rendabel (zelfs niet als men de werken over een periode van 20 jaar uitvoert)
 - ⇒ **Waarom niet vooruitlopen op de zaken en meteen drievoudige beglazing installeren als de terugverdientijd slechts 3 jaar meer bedraagt (23 > 26 jaar)?**
 - ⇒ **Is een dergelijke overinvestering gerechtvaardigd? De thermische winst is relatief beperkt ...**



Buitendeur

- ▶ 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

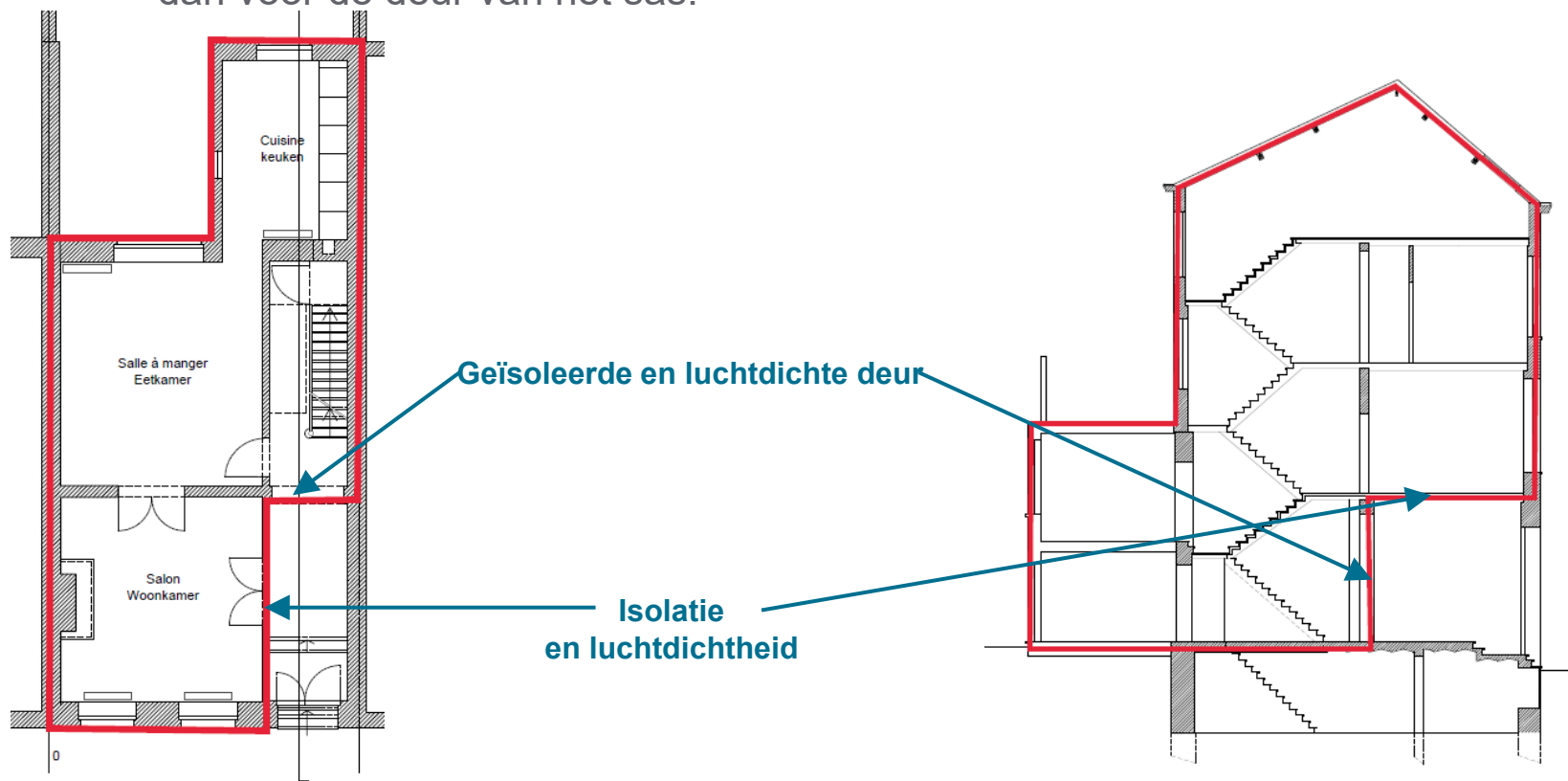


Bron: EMBuild



Hoe kan ik de luchtdichtheid van mijn buitendeur verbeteren?

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

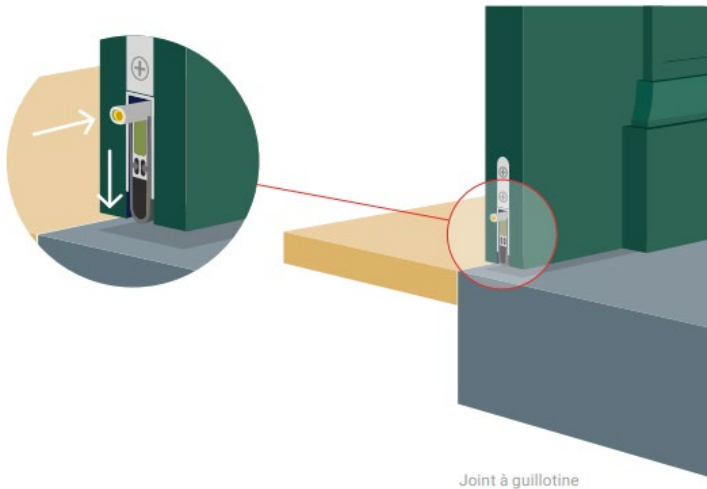


Hoe kan ik de luchtdichtheid van mijn buitendeur verbeteren?

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

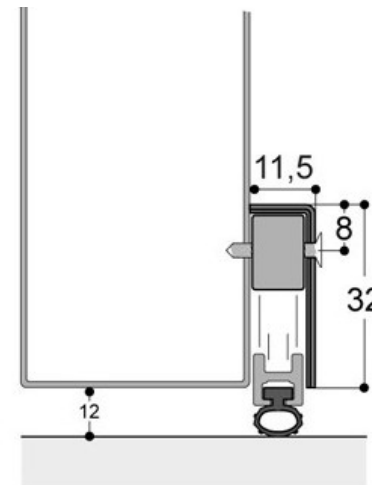
Valdorpel / guillotineplint

Ingewerkt



Bron: Homegrade

Opbouwplint



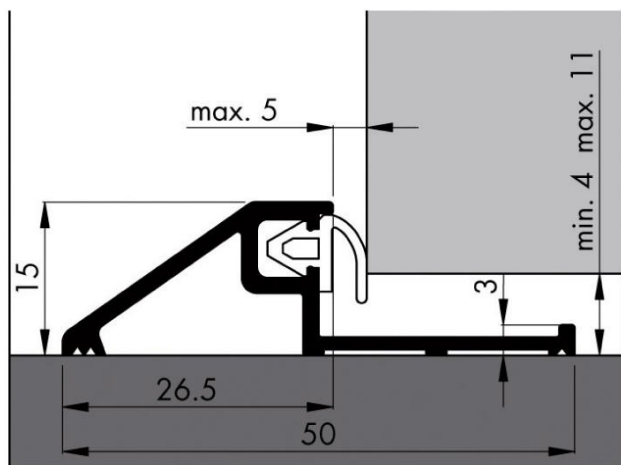
Bron: Joint Dual



Hoe kan ik de luchtdichtheid van mijn buitendeur verbeteren?

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

Zwitserse dorpel bij renovatie



Bron: Fernand Georges



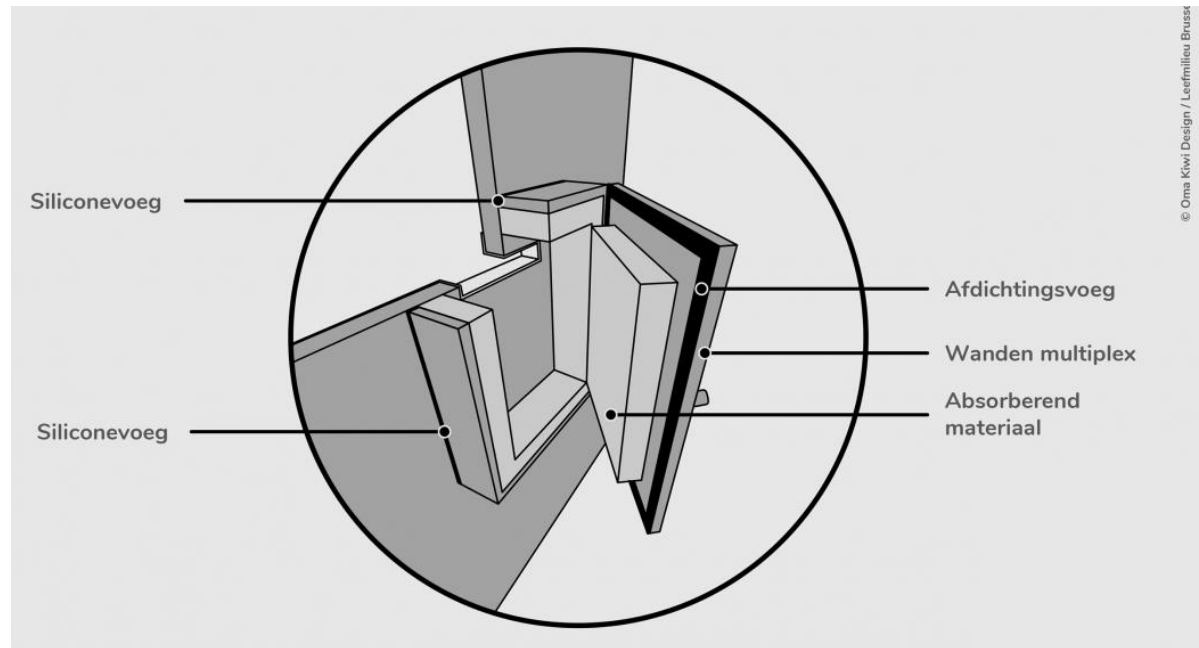
Bron: Lapeyre.fr



Hoe kan ik de luchtdichtheid van mijn buitendeur verbeteren?

► Brievenbus

⇒ **Thermische en akoestische verbetering**



Bron: Gids Duurzame Gebouwen



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?

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

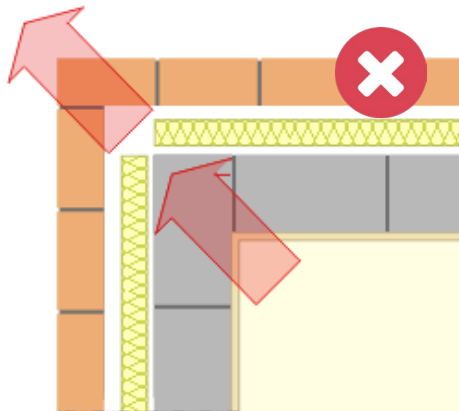


Als ik mijn wanden isoleer, moet ik...

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

→ Waarom?

- Om de duurzaamheid van het gebouw te garanderen

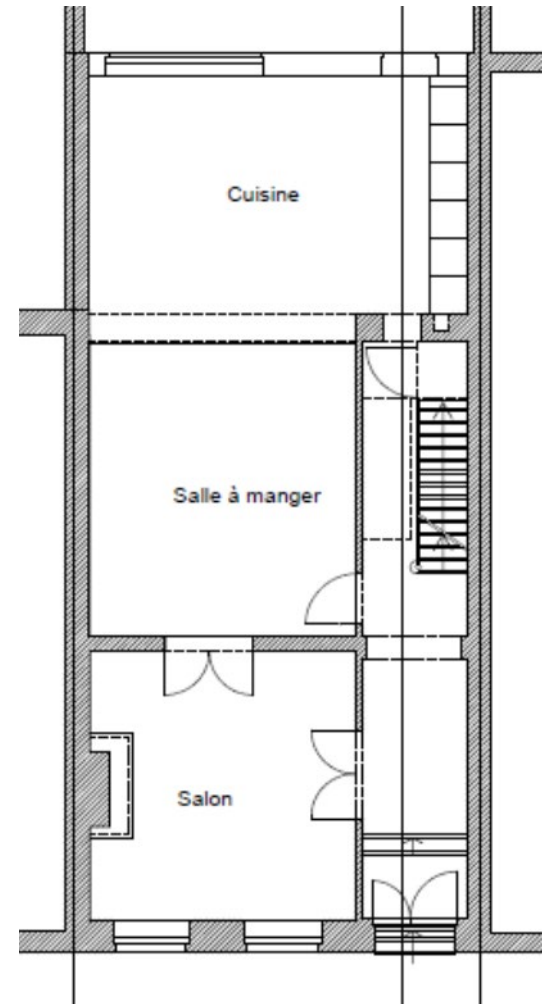


Bron: Energie+



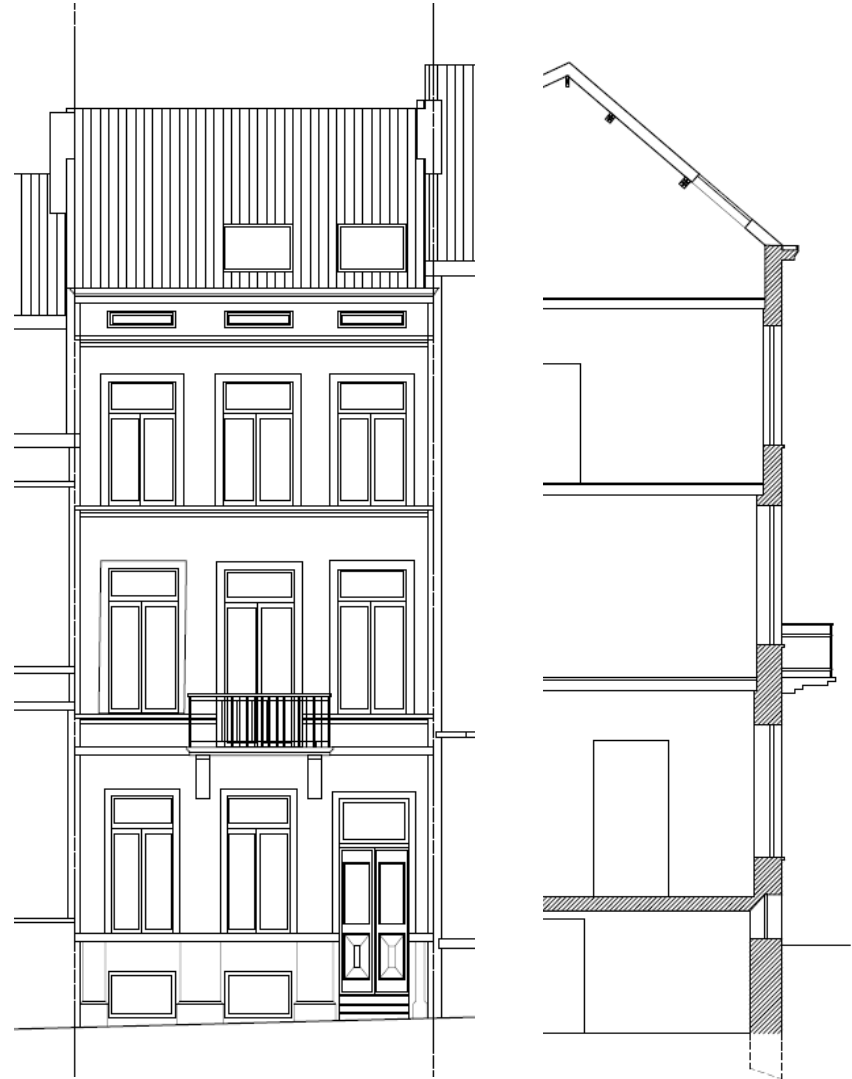
Oefening

- ▶ 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?



Oefening

- ▶ 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?



STEDENBOUWKUNDIGE EN REGELGEVENDE CONTEXT WAAROM ISOLEREN?

HOE ISOLEREN?

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



84 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING

Wordt er een zonnewering voorzien?

→ Plaatsing/ingenomen ruimte/bevestiging + elektrische voeding



Bron: écorce

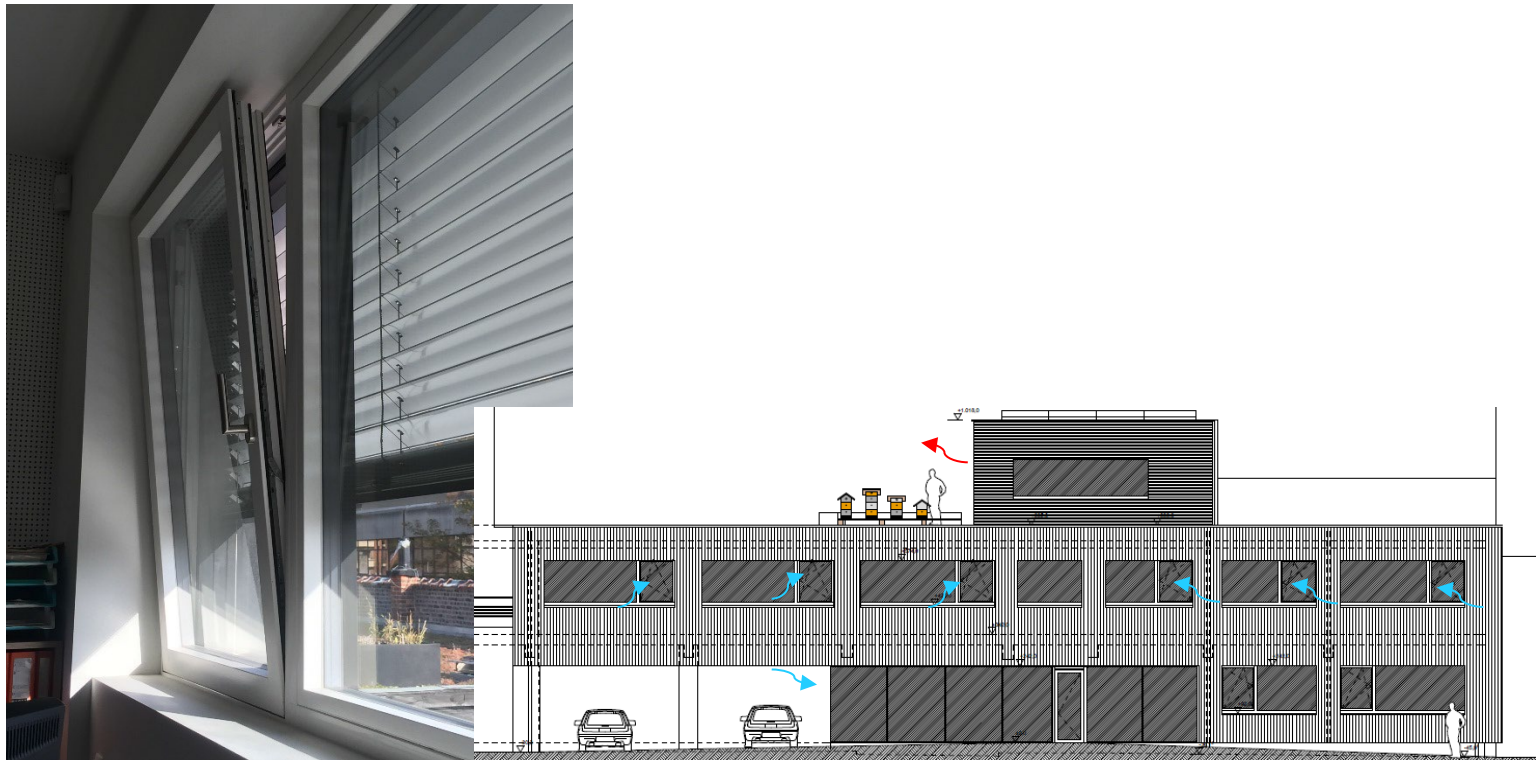


85 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING

Zal mijn raamwerk bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?

→ Zal het een manuele of een automatische ventilatie zijn?

→ Indien manueel: welke opening?



Bron: écorce



86 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING

Zal mijn raamwerk 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



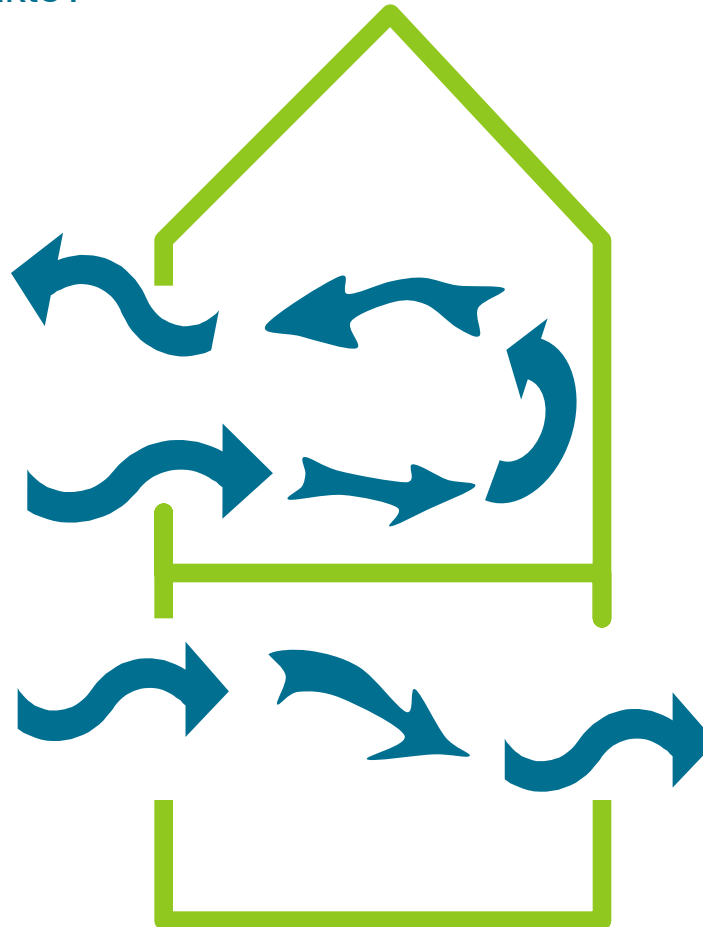
Zal mijn raamwerk bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?

→ 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

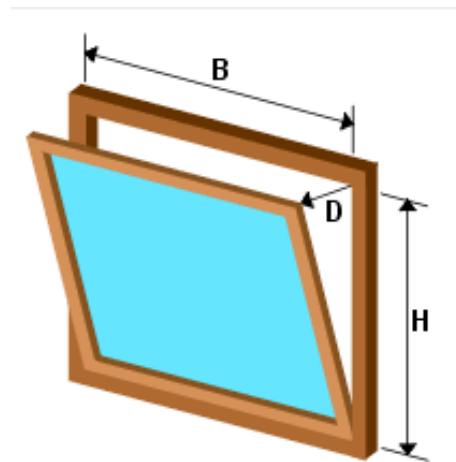
$$A_{\text{opening}} = 0,032 A_{\text{ruimte}} \\ \text{min. 40 \% per}$$



88 ANDERE - BEHEER VAN OVERVERHITTING**Zal mijn raamwerk bijdragen tot de natuurlijke ventilatie van het gebouw?**

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

- ▶ Via draai-kiepraam
 - overeenkomstige prismasnede
$$A = (A_1 \cdot A_2) / (A_1 + A_2)$$
$$A_1 = B \cdot W$$
$$A_2 = D \cdot (H + B)$$





- ▶ 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.
- ▶ De ventilatie speelt een belangrijke rol in het comfort en voor de gezondheid van de gebruikers van het gebouw. De hiermee verbonden uitdaging moet een integraal deel van de overwegingen uitmaken.
- ▶ 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.
- ▶ Er zijn verscheidene verbeteringspistes voor het raamwerk mogelijk → een voorafgaande diagnose is noodzakelijk.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Energie | [Energetische gebouwschil](#)
Dossier | [Transmissieverliezen beperken](#)
Dossier | [Luchtdichtheid verbeteren](#)
- ▶ Dossier | [Het thermisch comfort verzekeren](#)
- ▶ 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/>
- ▶ Objectif zéro
<https://www.objectifzero.be/ressources/brochures-renovation/>





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 en seminars

- ▶ Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen <https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>
En met name in verband met deze presentatie
 - Energie : Basisprincipes
 - EPB-eisen en renovatie

Raadpleeg gratis alle documentatie!



Muriel BRANDT

Gedelegeerd zaakvoester

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

