

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

EPB-EISEN BIJ RENOVATIE

LENTE 2025

Van gewestelijke strategie tot de renovatie van een specifiek gebouw

Keuzecriteria en aandachtspunten

Florence GREGOIRE, Sophie HAINE



- ▶ Pro memorie op D1
 - Voorstelling van de energiedoelstellingen op middellange termijn
 - Illustratie van enkele renovatiescenario's
- ▶ Doelstellingen van de dag:
 - Helpen bij het bepalen van de ambitie ten aanzien van de regelgeving en van de andere eisen
 - Een denkmethode voorstellen om deze doelstelling te bereiken
 - De verschillende acties specificeren en daarbij herinneren aan
 - de orden van grootte
 - de voornaamste aandachtspunten
 - de tools en de opleidingen die ter zake beschikbaar zijn

Pro memorie:

- De voorgestelde cijfers zijn afkomstig van de simulaties in de EPB-software van het rode-draadhuys (zie Dag 1).
- De optimalisatie van de invoer in de software vormt niet het prioritaire onderwerp



KENNISOPFRISSING

- ▶ **Opfrissing van theoretische kennis**
- ▶ **Herhaling van D1**

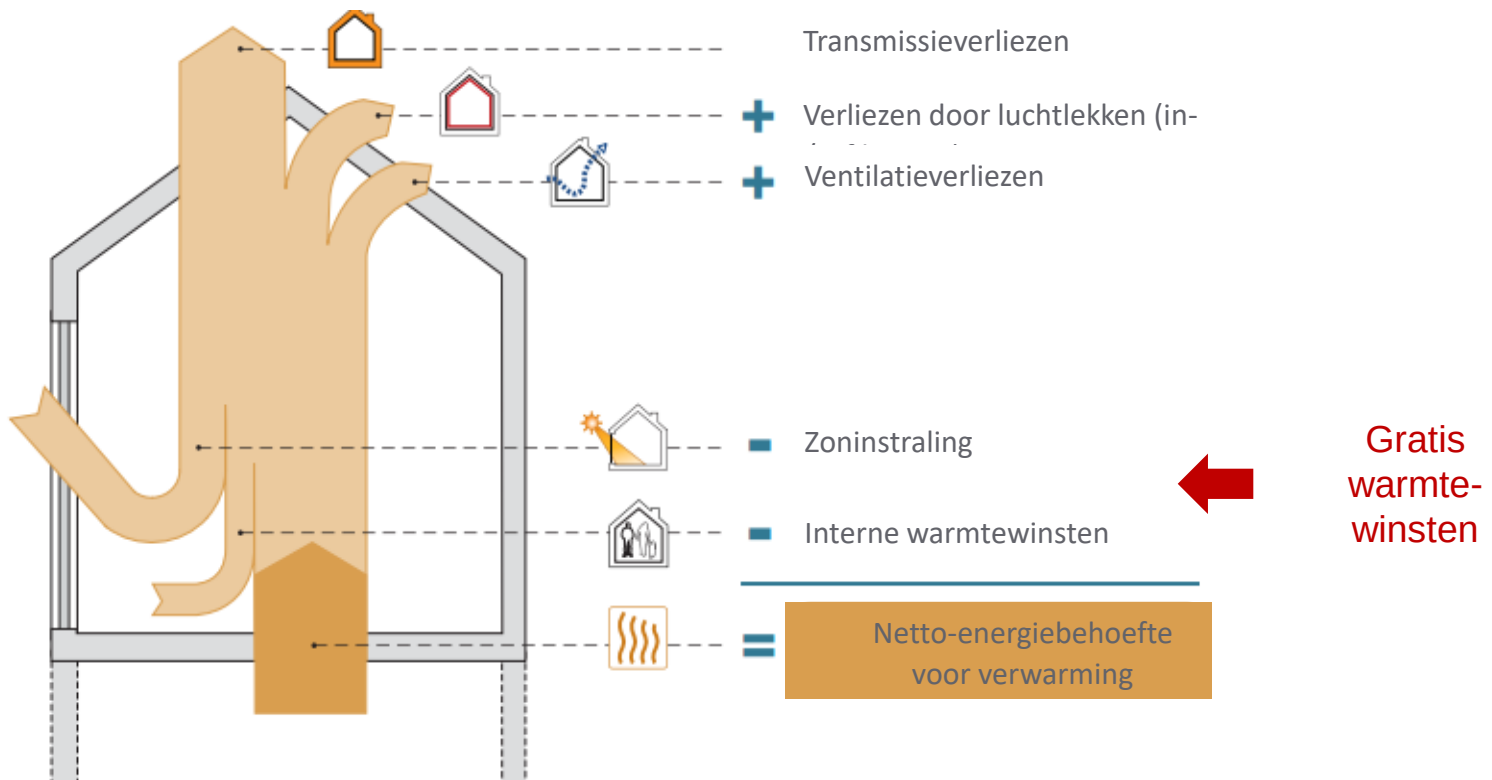
INTELLIGENT ONTWERPEN



Indicatoren

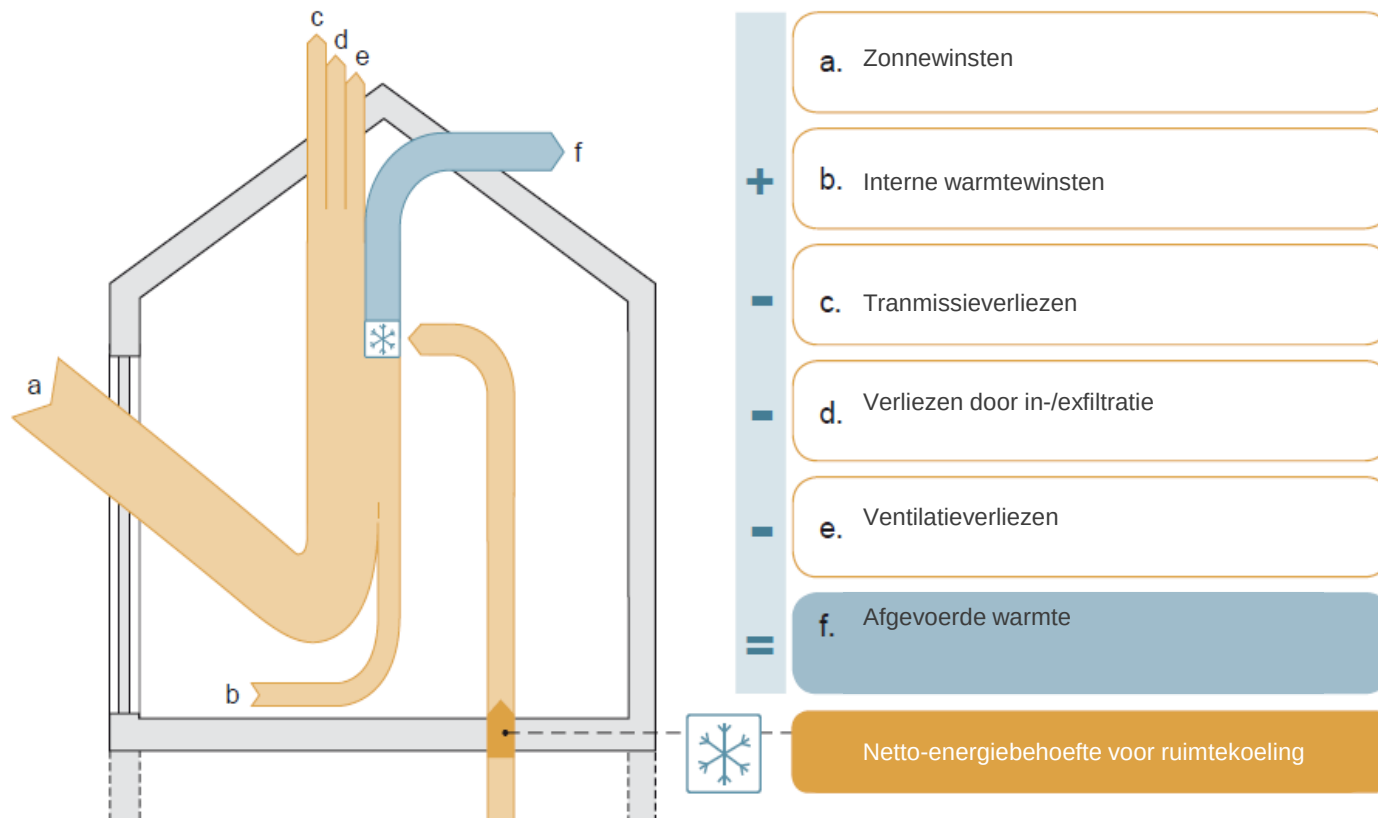
NEV
PEV I
NEK



NEV = netto-energiebehoefte voor verwarming

Bron: door het Waalse Gewest gepubliceerde EPB-gids
(Guide PEB 2021) nog niet beschikbaar in het Duits



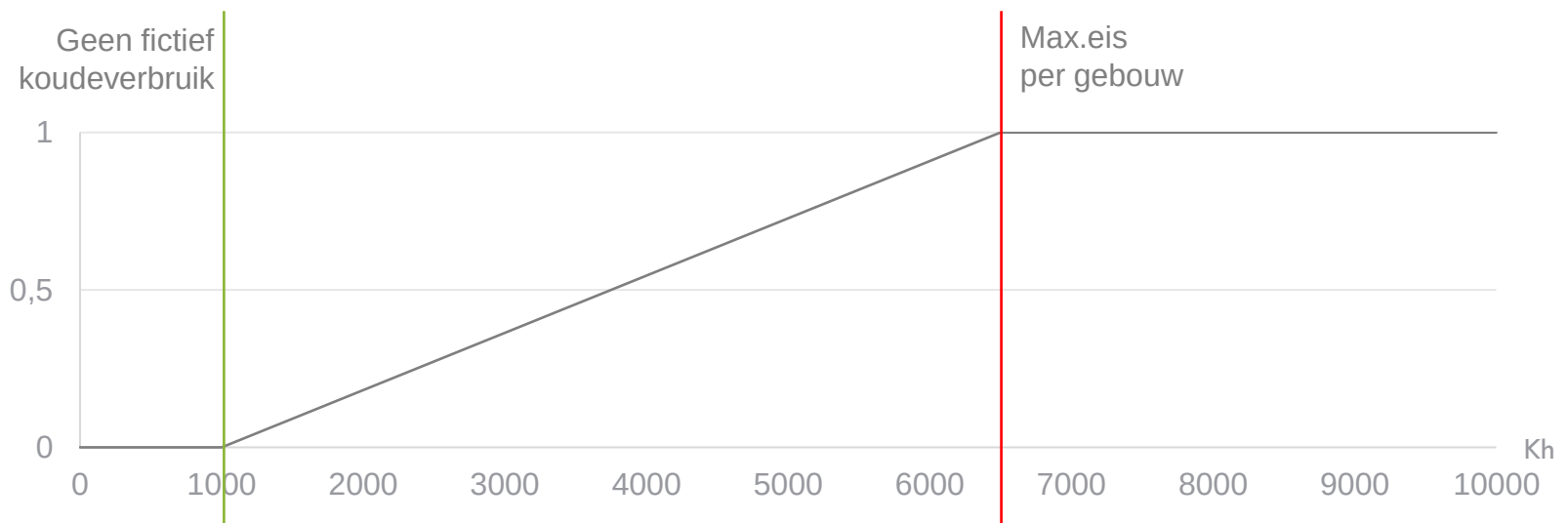
NEK = netto-energiebehoefte voor koeling

Bron: door het Waalse Gewest gepubliceerde EPB-gids
(Guide PEB 2021) nog niet beschikbaar in het Duits



I = oververhittingsindicator

- ▶ Afhankelijk van
 - de warmteopslagcapaciteit (de inertie)
 - de verhouding tussen de winsten (zonnewinsten en interne warmtewinsten) en de verliezen (door transmissie en ventilatie).
- ▶ de warmteverliezen door ventilatie omvatten ook de ventilatie door het openen van de ramen (volgens het raamtype (draai-kiep,...) en het inbraakrisico)

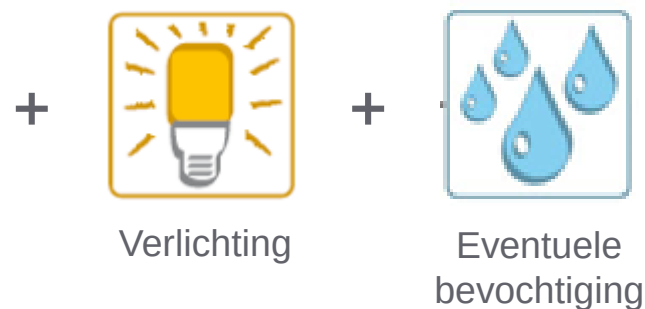


PEV = specifiek jaarlijks primaire-energieverbruik

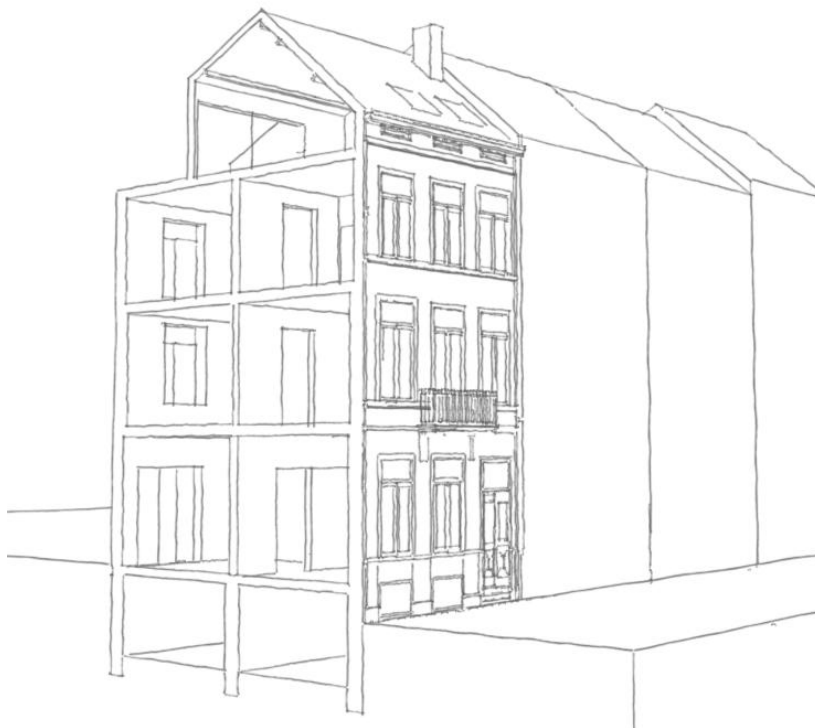
- ▶ EPW = EPB-wooneenheid



- ▶ EPN = Niet-residentiële EPB-eenheid



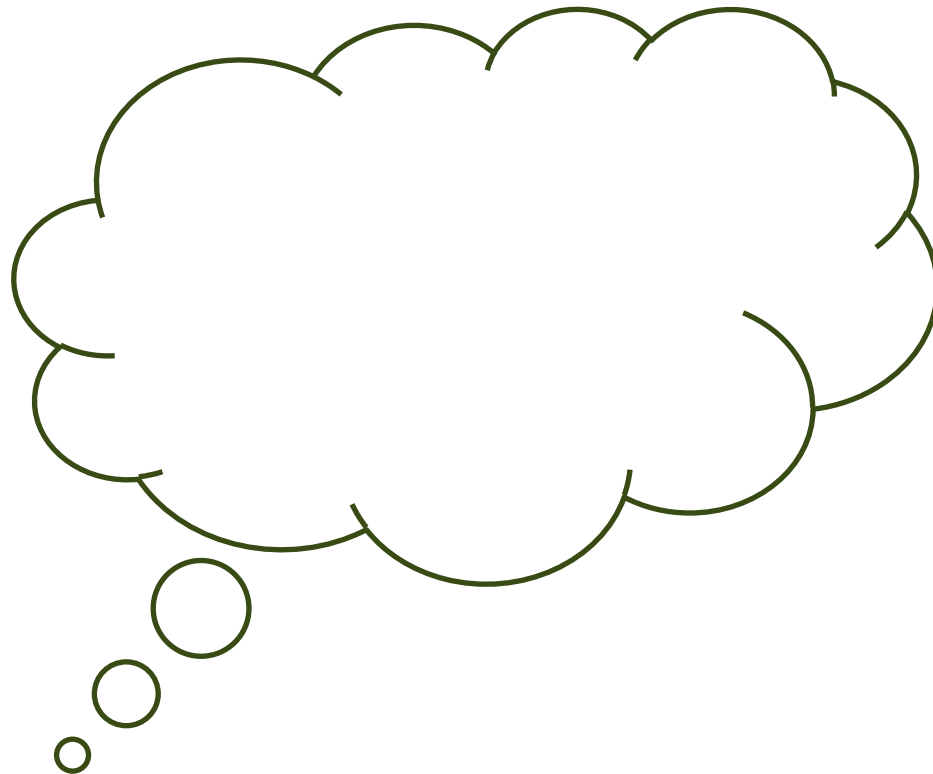
Geval: typisch Brussels huis



- ▶ 3 scenario's voor de renovatie van de gebouwschil ■ ▲ ●
- ▶ waarbij scenario's voor de renovatie van de technieken worden gevoegd die in meerdere of mindere mate performant zijn
- ▶ waarvoor ook een verandering van oriëntatie wordt bestudeerd

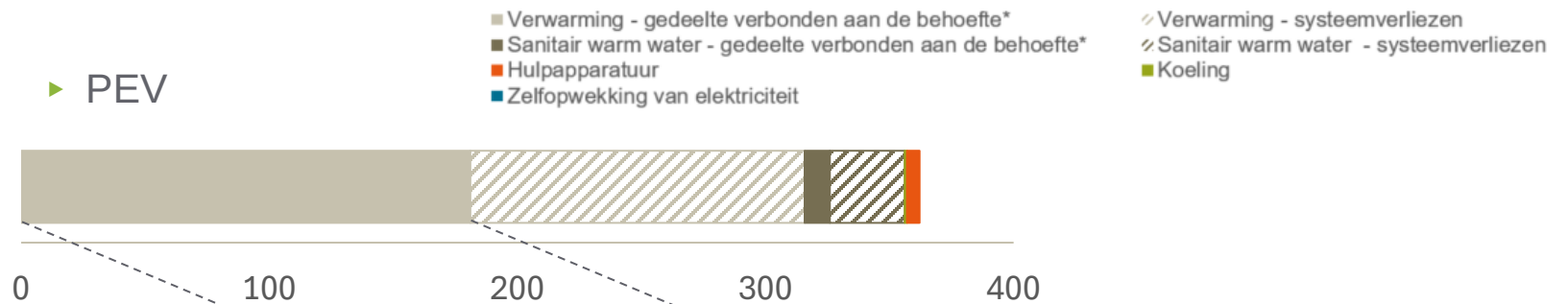


Wat waren de voornaamste conclusies van de studie van de scenario's?



BASISGEVAL

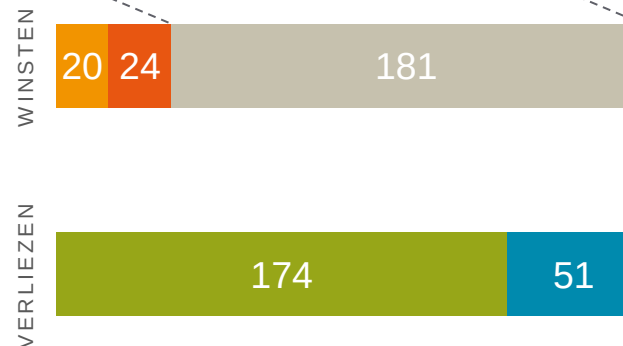
► PEV



* uitgaand van een perfect systeem (η 100 %) gevoed door een energievectord overeenkomstig de situatie ter plaatse (gas/electriciteit)

► NEV

- Verliezen door transmissie
- Verliezen door ventilatie en infiltratie
- Interne warmtewinsten
- Zonnewinsten
- Energiebehoefte voor verwarming



Renovatie van de gebouwschil: bekeken scenario's

Scheidings-
constructies

0,47

0,24

0,12

W/m²K



Schrijnwerk

$U_f = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_g = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_f = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ventilatie

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

Dichtheid

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



Globale visie van de bekeken 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

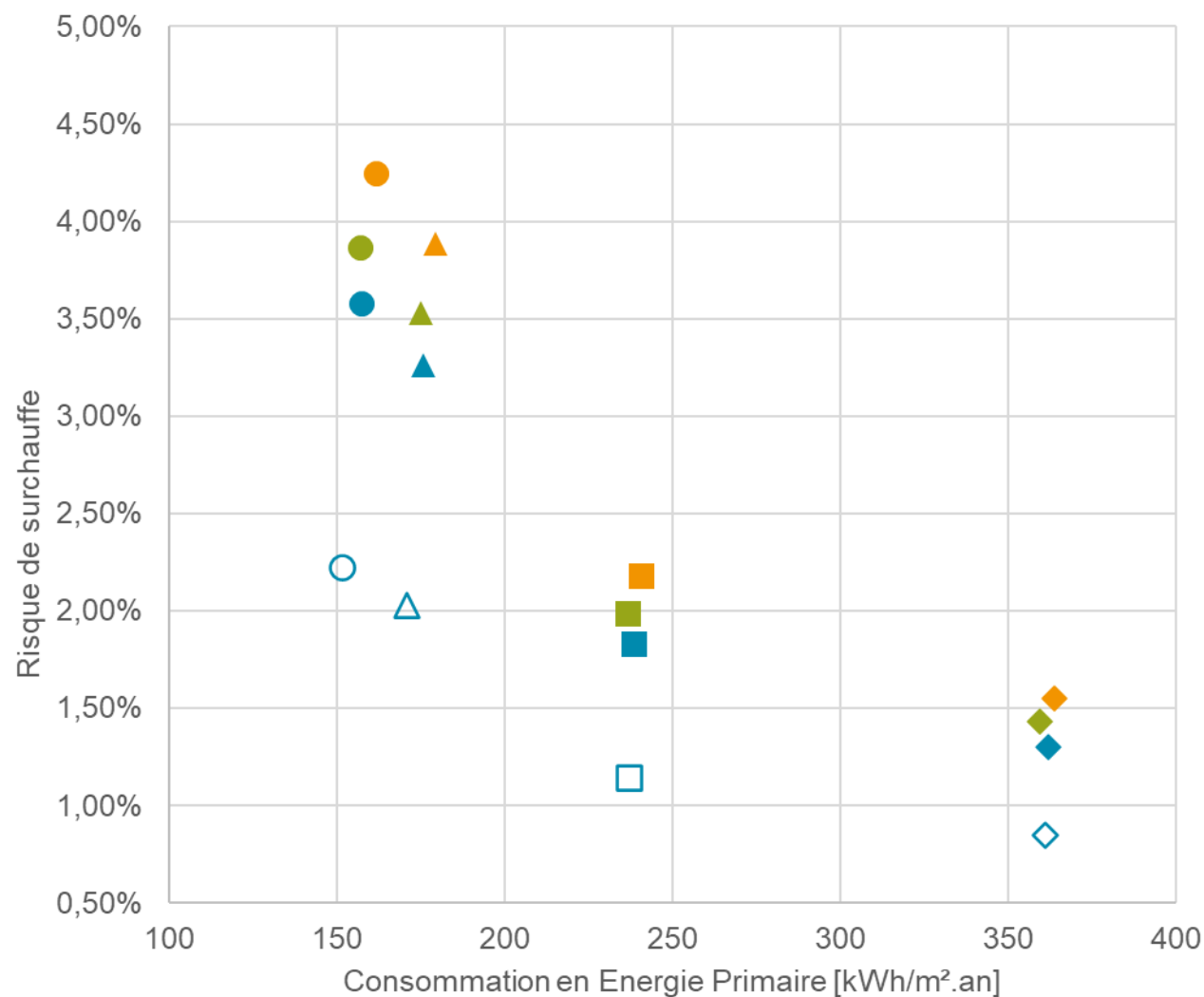
44



Legenda



Impact van de oriëntatie

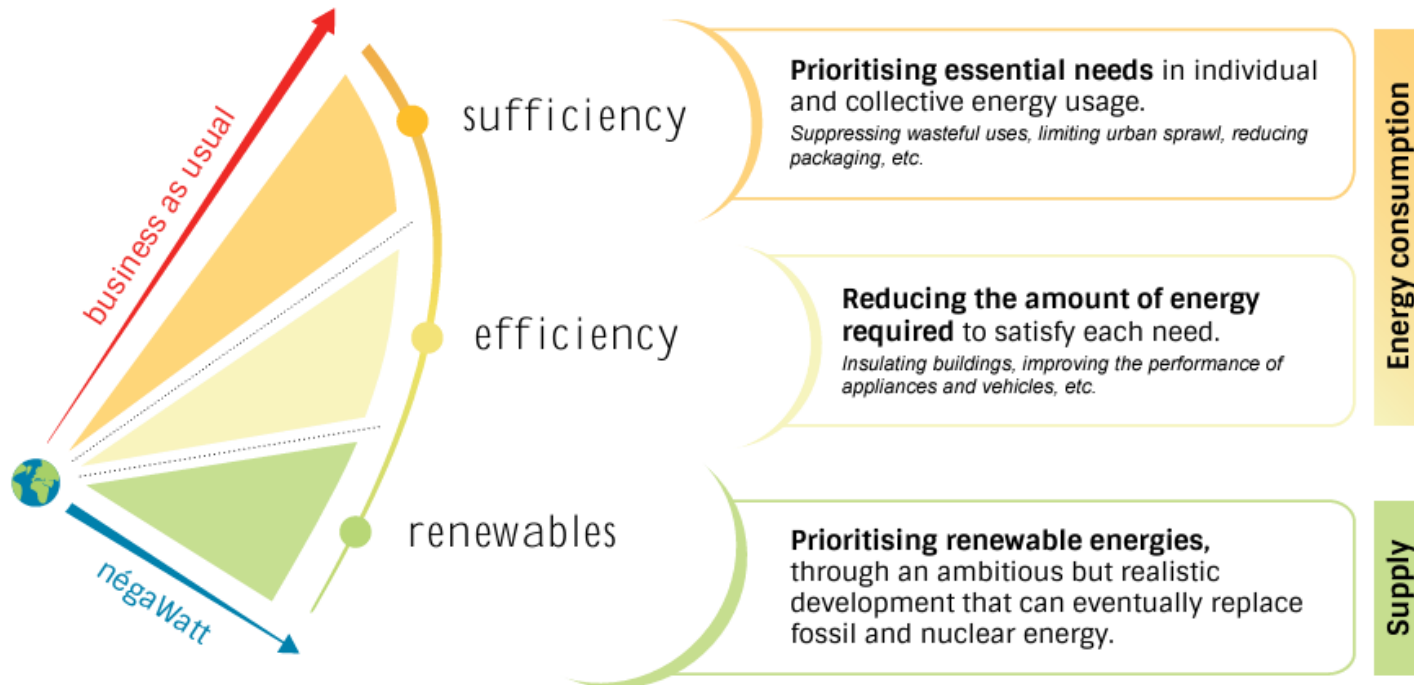


KENNISOPFRISSING

INTELLIGENT ONTWERPEN ...



Inleiding



Bron: © Association négaWatt



KENNISOPFRISSING

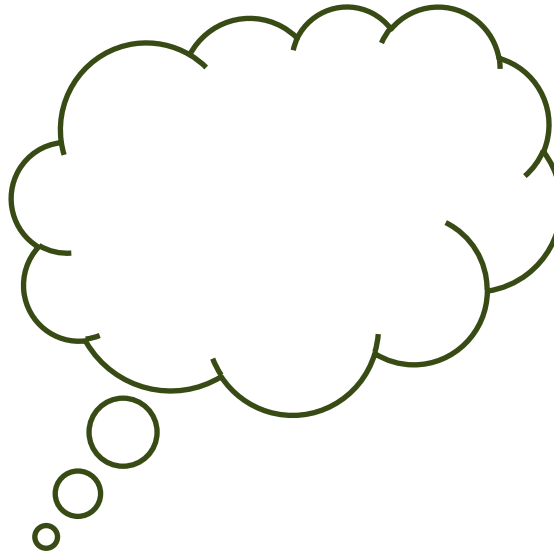
INTELLIGENT ONTWERPEN ...

- ▶ **Soberheid**
- ▶ Efficiëntie
- [▶ Hernieuwbare energiebronnen] —————▶ Dag 3



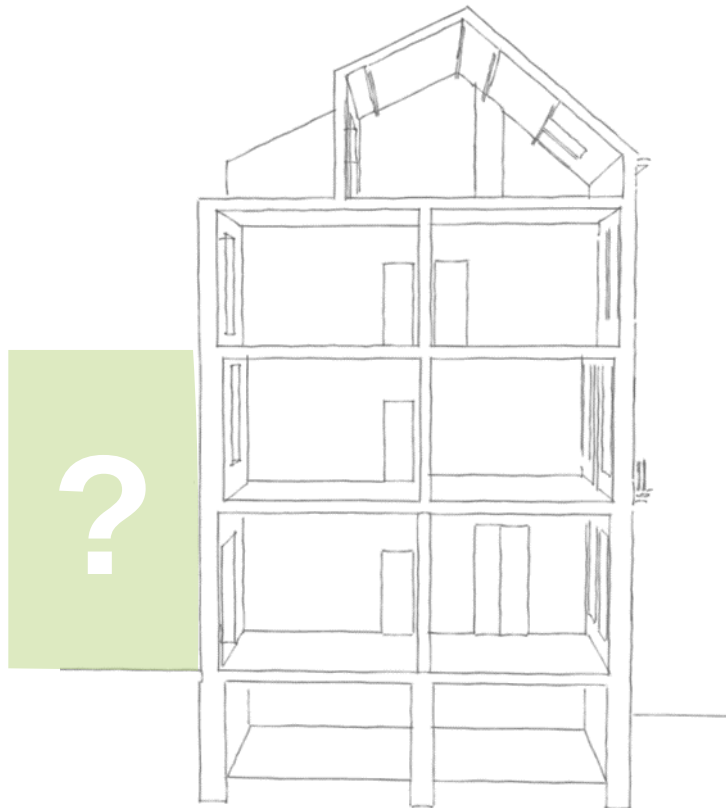
Wat zijn de essentiële energiebehoeften van een woning?

Wat kan ik doen voor ik over de 'klassieke' ontwerpprincipes nadenk?



Moet ik uitbreiden?

- ▶ De beoogde prestaties worden in kWh/m².jaar uitgedrukt
- ▶ Om minder te verbruiken zijn de m² ook een actiemiddel



Wat is het te verwarmen volume?

Verwarmd volume

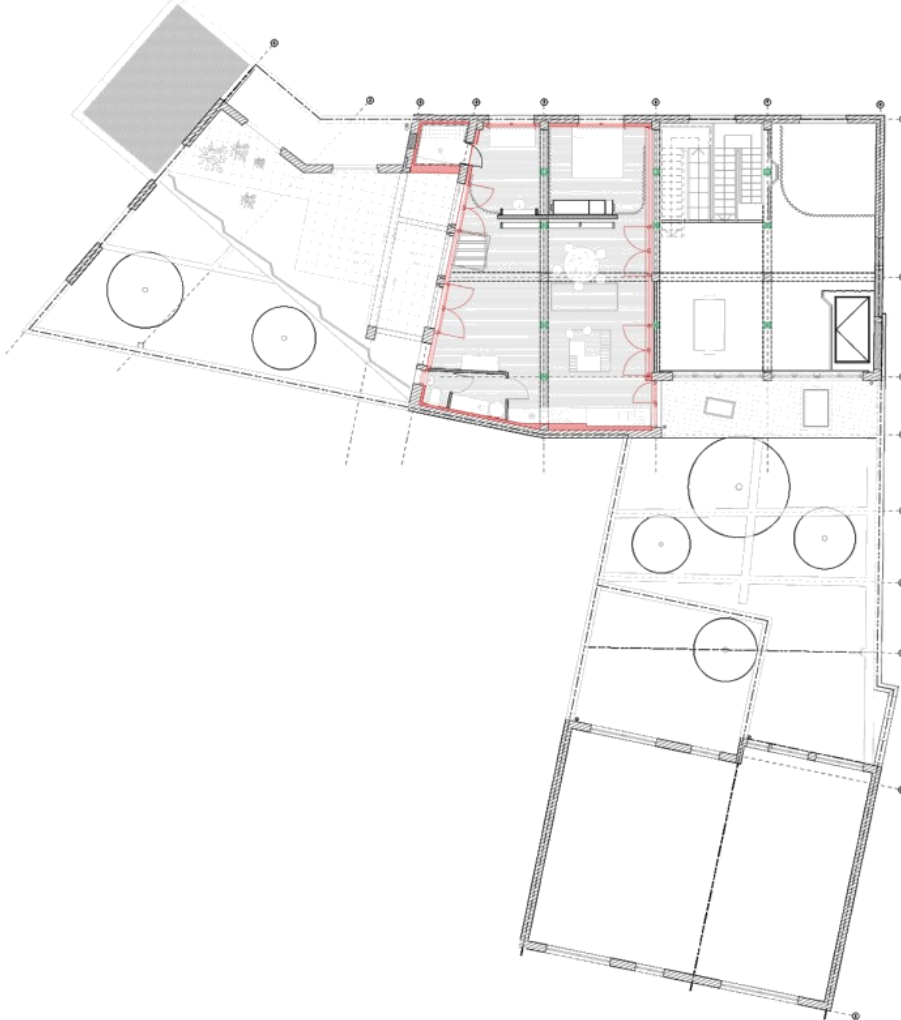
versus

Beschermd volume

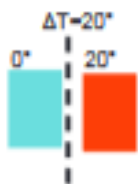


Wat is het te verwarmen volume? – Voorbeeld 1

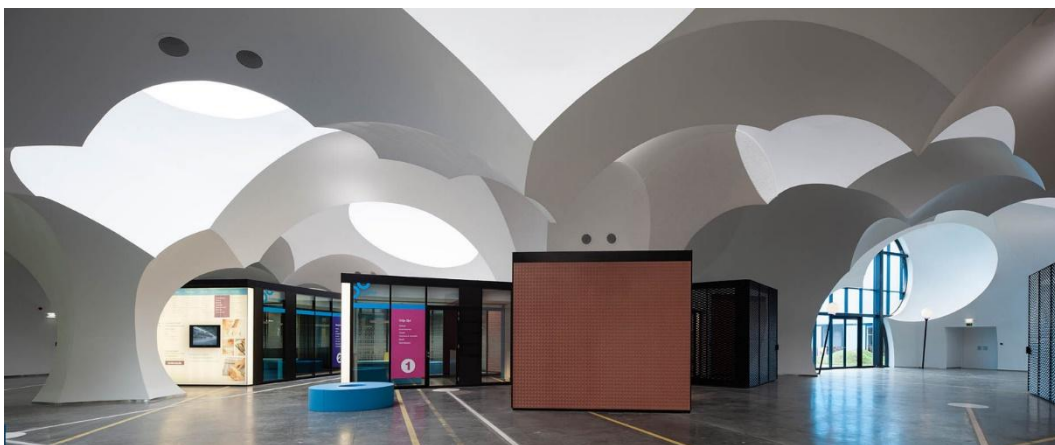
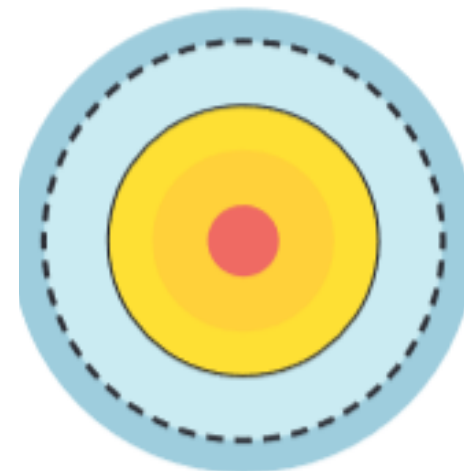
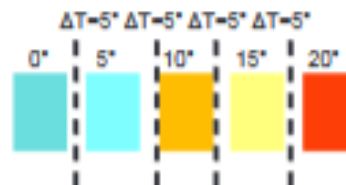
Bron: Agwa - 1718_VERBIEST



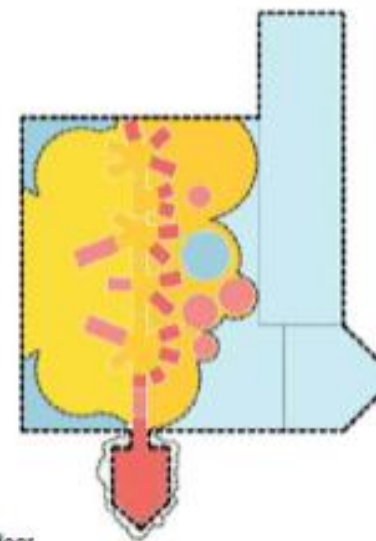
Wat is het te verwarmen volume? – Voorbeeld 2



versus

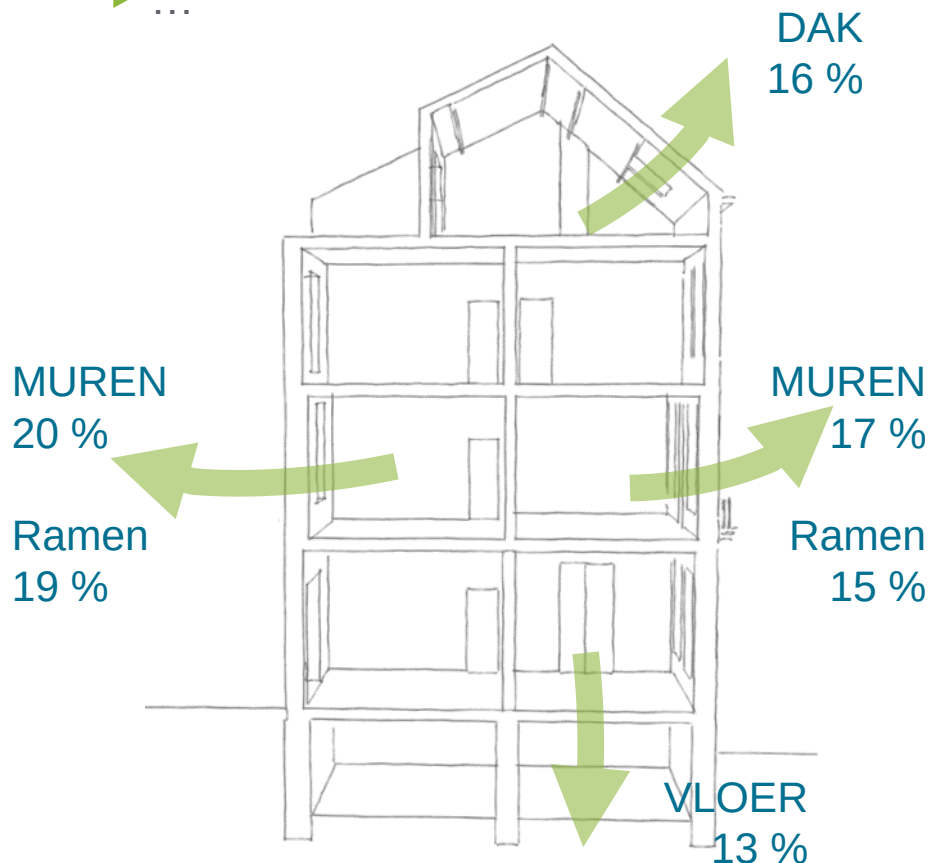


Bron: passive architecture – Municipality of Oostcamp – architect: Carlos Arroyo



Wat zijn mijn prioriteiten wat het tijdsaspect betreft?

- ▶ Zal de woning volledig bewoond zijn op tijdstip 0?
- ▶ Welke werken kunnen verenigbaar zijn met de bewoning?
- ▶ ...



KENNISOPFRISSING

INTELLIGENT ONTWERPEN ...

- ▶ Soberheid
- ▶ **Efficiëntie**
 - **Definities**
 - Een strategie implementeren
 - Toepassing in de praktijk
- [▶ Hernieuwbare energiebronnen] —————▶ Dag 3



Efficiëntie

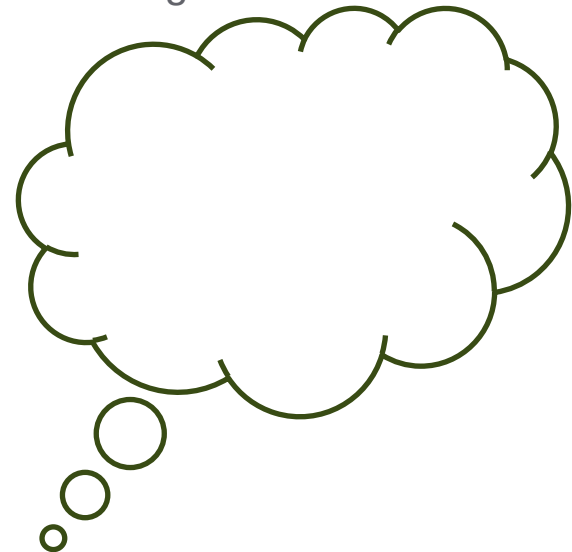
- ▶ De hoeveelheid energie die vereist is om aan een behoefte te voldoen, verminderen

Behoefte

- ▶ Dit is de hoeveelheid energie die de systemen moeten leveren om aan de vraag in het gebouw te voldoen, zonder rekening te houden met de verliezen van de systemen.

Wat zijn de behoeften in een gebouw?

- ▶ In de praktijk
- ▶ In de EPB-methode?



EPB-methode: focus op enkele begrippen

- ▶ De netto-energiebehoefte voor de verwarming stemt overeen met
 - de hoeveelheid energie die aan de binnenomgeving van de EPB-eenheid moet worden geleverd
 - om een bepaalde binnentemperatuur (18 °C in een woning) te handhaven
 - en dit om de verliezen (door transmissie, in-/exfiltratie en ventilatie) te compenseren,
 - na aftrek van de zonnewinsten en interne warmtewinsten.

- ▶ De nettobehoeftte aan sanitair warm water stemt overeen met
 - een vaste waarde, afhankelijk van de grootte van de woning



EPB-methode = gestandaardiseerde methode

- ▶ Beoordeling van de prestaties in een bepaalde standaardcontext
- ▶ Vergelijkingen met betrekking tot de gebouwen en naleving van de eisen

⇒ **Richtlijnen voor uw project**

≠ Ontwerpmethode die de verlaging van de werkelijke behoefte beoogt



Kader van deze opleiding

- ▶ Woongebouwen
- ▶ Wetende dat de SWW-behoefte vooral afhankelijk is van het gebruik

⇒ **Focus WARMTE / KOUDE**



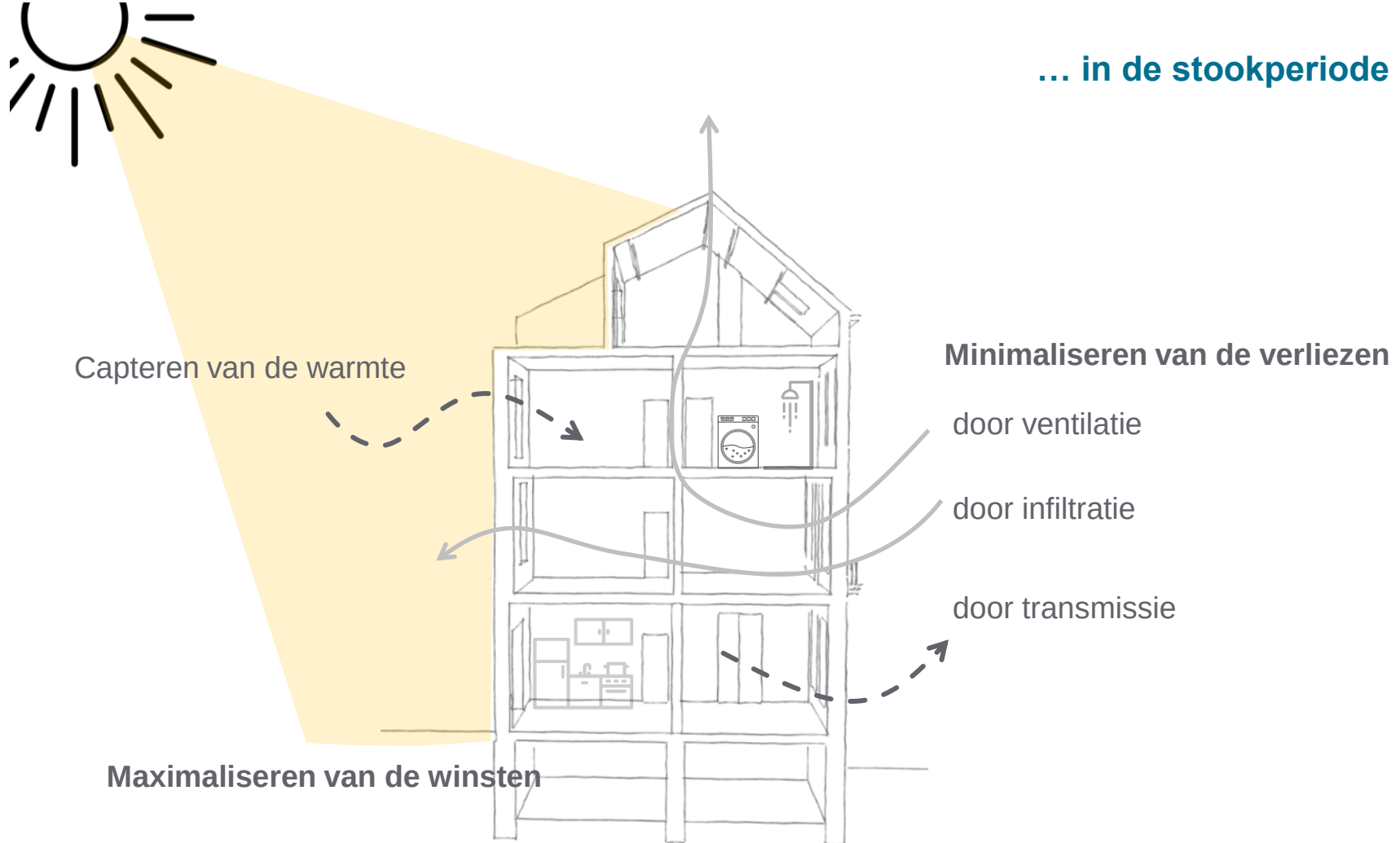
KENNISOPFRISSING

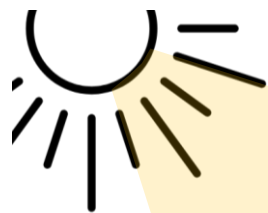
INTELLIGENT ONTWERPEN ...

- ▶ Soberheid
- ▶ **Efficiëntie**
 - Definities
 - **Een strategie implementeren**
 - Toepassing in de praktijk
- [▶ Hernieuwbare energiebronnen] → Dag 3

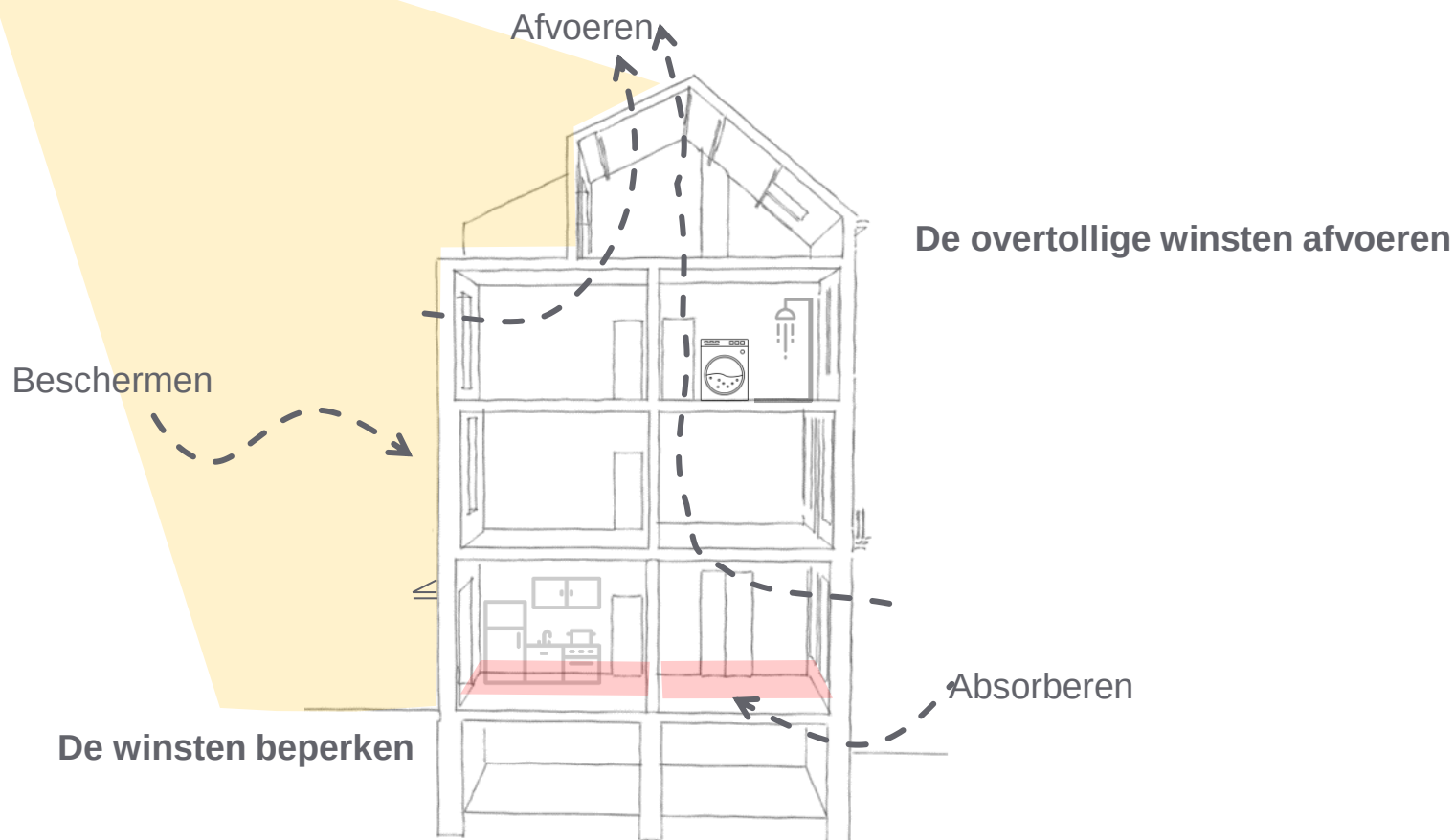


... in de stookperiode





& in de zomerperiode!

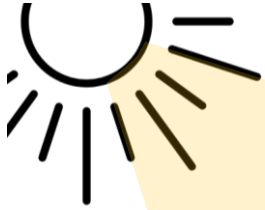


KENNISOPFRISSING

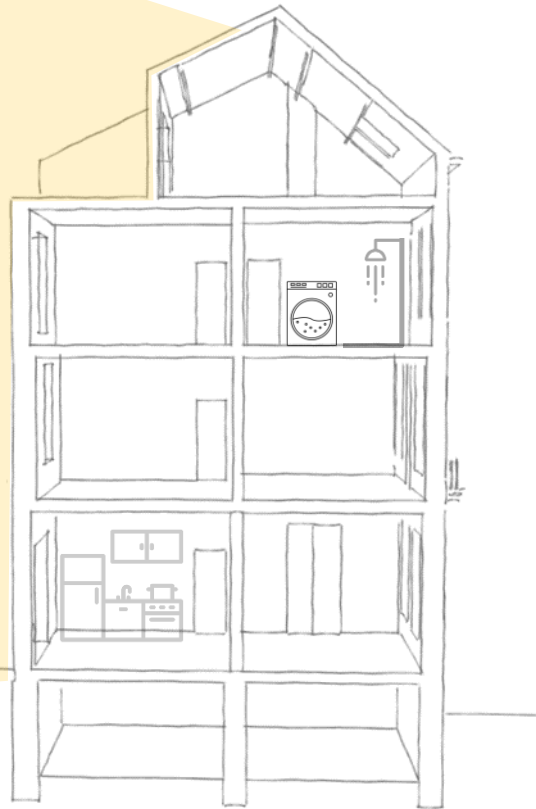
INTELLIGENT ONTWERPEN ...

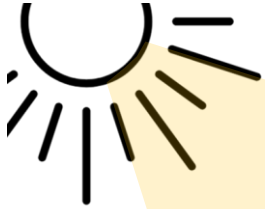
- ▶ Soberheid
- ▶ **Efficiëntie**
 - Definities
 - Een strategie implementeren
 - **Toepassing in de praktijk**
- [▶ Hernieuwbare energiebronnen] → Dag 3



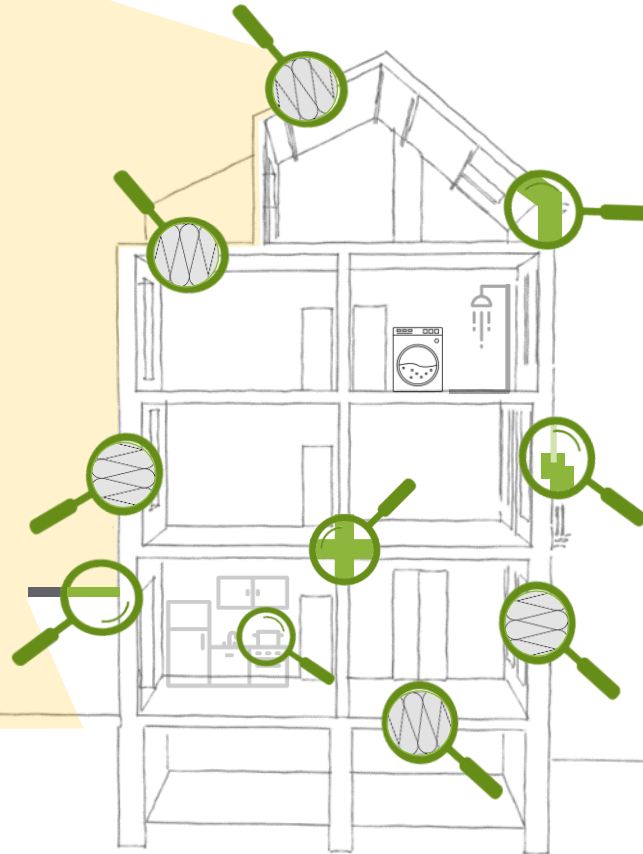


**Waar en hoe kan het Brusselse huis worden verbeterd?
Wat zijn de belangrijkste aandachtspunten / moeilijkheden?**





**Waar en hoe kan het Brusselse huis worden verbeterd?
Wat zijn de belangrijkste aandachtspunten / moeilijkheden?**



Maar ook

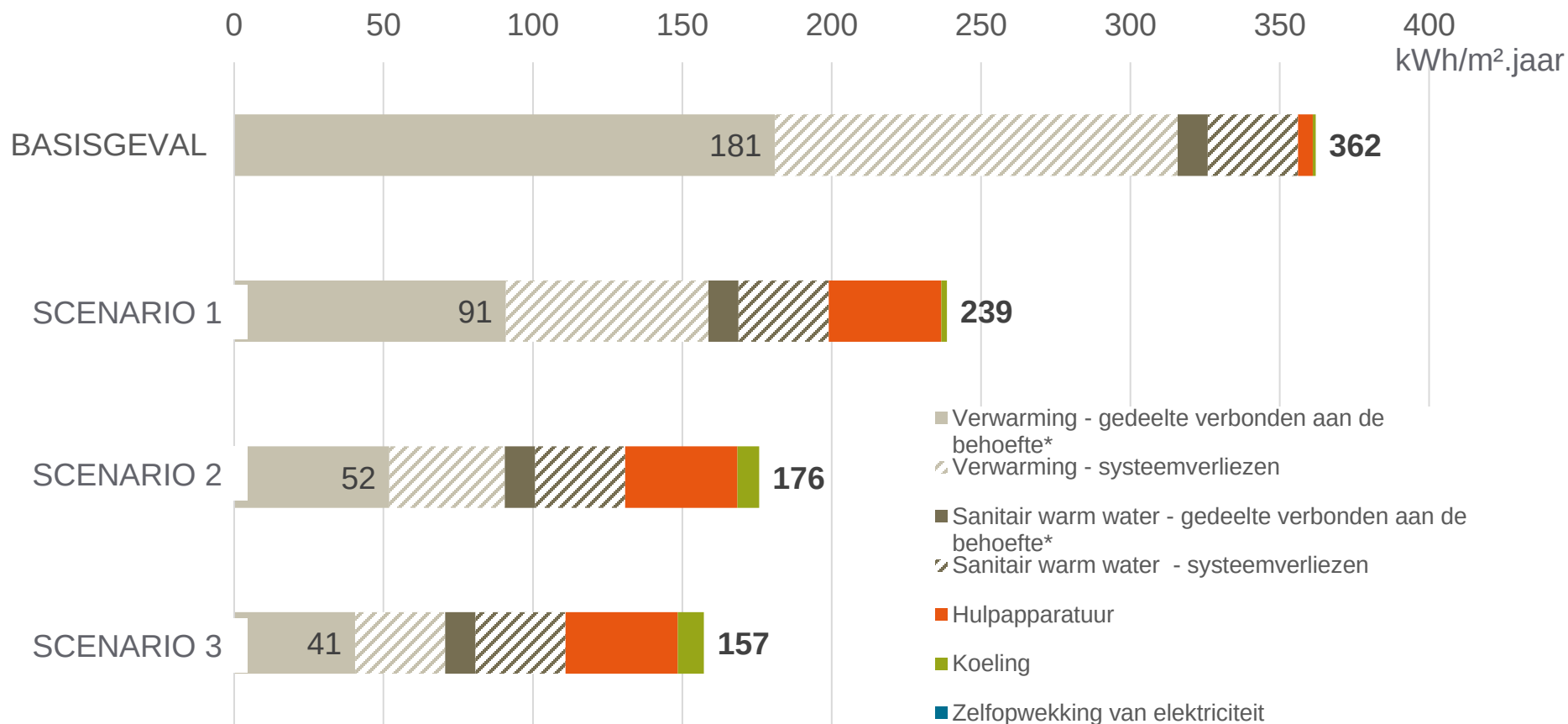
-  Ventilatie
-  Overventilatie
-  Luchtdichtheid

→ Conclusie?



Renovatie van de gebouwschil: resultaten

- Primaire energie (PEV) en aandeel van NEV

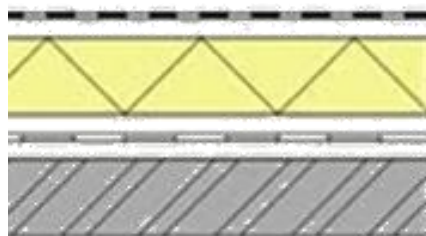




Continue structuur

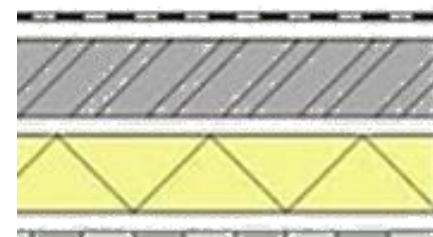
- ▶ Beton en derivaten (plaat, holle betonelementen, balken en vulelementen, ...)
- ▶ Metaal: stalen dakplaat (al dan niet geïsoleerd)
- ▶ Hout: CLT

Warm dak

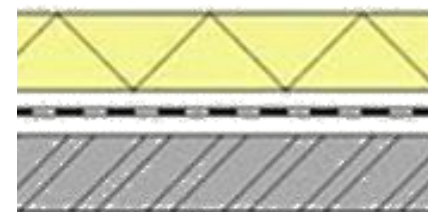


Plaats van de isolatie?

Koud dak



Omkeerdak



Bronnen: IKO.com



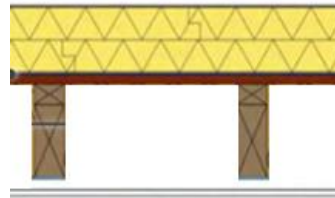


Discontinue structuur

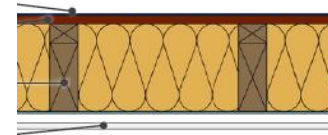
- ▶ Metaal of hout (merendeels)
 - traditioneel (gordingen - kepers)
 - TJI (complexere systemen: stalen lijf,...)
 - zelfdragende caissons

Plaats van de isolatie?

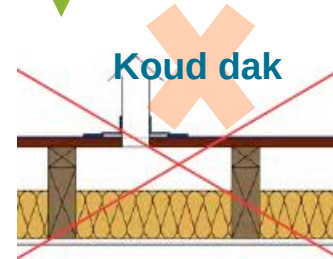
Warm dak



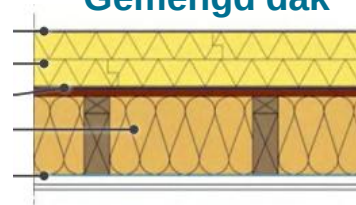
Compact dak



Koud dak



Gemengd dak



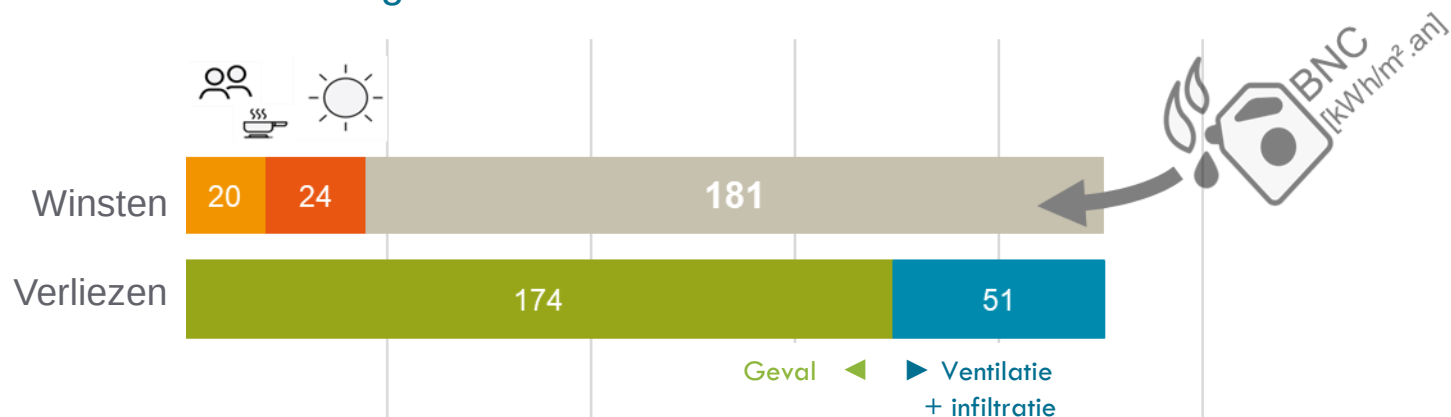
Bronnen: Homegrade



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

Basis-
geval



Potentiële
winst
luchtdichtheid

Bij correctie

Indien $U = 0,24$
 W/M^2K

152

Gains ◀

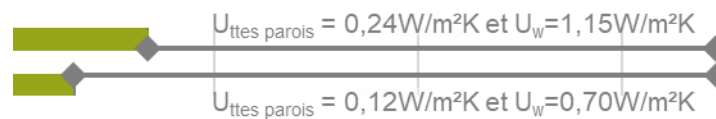
23

Indien $U = 0,12$
 W/M^2K

149

25

Max. potentiële
winst als



Aandachtspunten

- ▶ Een systeem kiezen: dakgeraamte/sarking/gemengd
- ▶ De dikte en de aard van de isolatie bepalen
- ▶ Aandacht schenken aan de waterdampdiffusie
- ▶ Anticiperen op de details
 - Bouwknopen
 - Luchtdichtheid
- ▶ Nadenken over de openingen





Aandachtspunten

- Welke isolatiedikte moet er worden geïnstalleerd om de gewenste U-waarde te realiseren volgens de prestaties van de isolatie?

Aard	PIR/PUR	Houtvezel (stijve)	Minerale wol + houtfractie	Houtvezel / cellulose
Lambda [W/mK]	0,022	0,040	0,032	0,038

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

dikte [m]

$$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

dikte [m]





Aandachtspunten

- Vergelijking tussen materialen

Karakteristieken van de isolatiematerialen die courant gebruikt worden in hellende daken en vergelijking met twee andere courante materialen.

Isolatiematerialen	Warmtegeleidbaarheid [W/mK]	Dichtheid [kg/m ³]	Specifieke warmtecapaciteit [kJ/kgK]	Volumetrische warmtecapaciteit [kJ/m ³ K]
PIR	0,023	30	1,4	42
Cellulose	0,038	50	2	100
Houtwol (*)	0,038	160	2,1	336
Minerale wol	0,035	25	1,03	25
Gewapend beton	–	2500	0,79	1997
Gipsblokken	–	950	1,08	1026

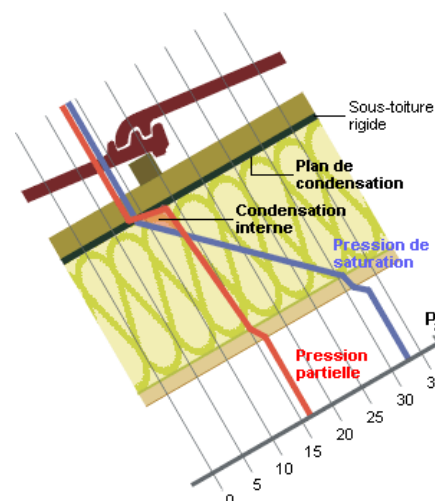
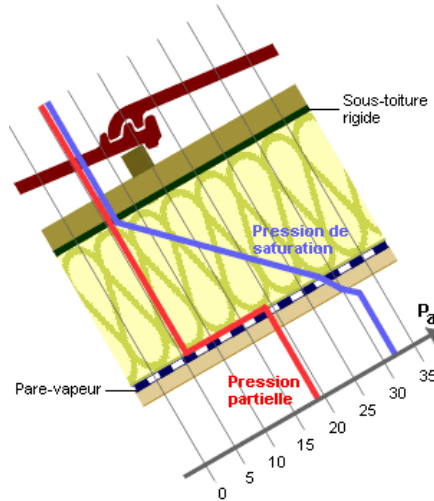
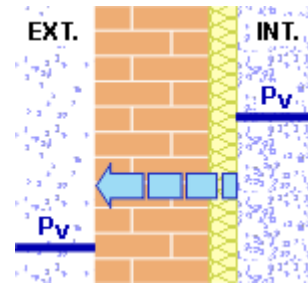
(*) Om de invloed op de thermische inertie te maximaliseren, werd in de simulaties één van de zwaarste op de markt beschikbare materialen gebruikt.

Bron: Buildwise Contact 2021/2



Aandachtspunten

- ▶ Aandacht schenken aan de waterdampdiffusie
 - Dampdruk binnen > dampdruk buiten → migratie van damp van binnen naar buiten toe
 - Eenvoudig gedrag



Bron: energie+



Aandachtspunten

- ▶ Anticiperen op de details
 - Bouwknopen

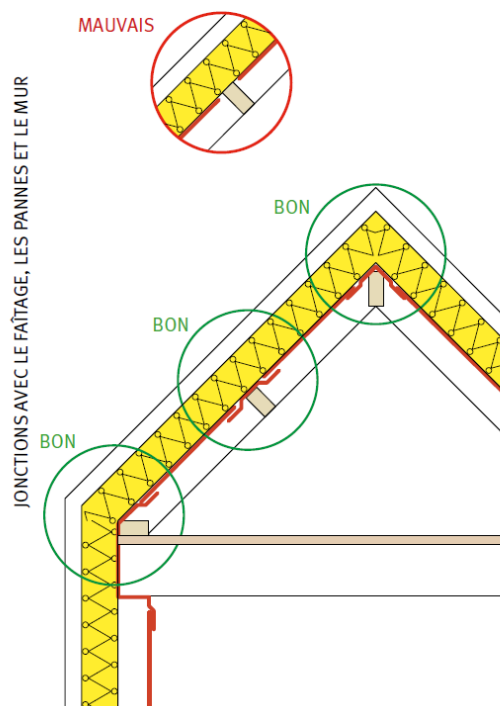


Bron: écorce



Aandachtspunten

- ▶ Anticiperen op de details
 - Luchtdichtheid



Bron: Buildwise



Bron: <https://conseils-thermiques.org/contenu/laine-de-bois.php>



Aandachtspunten

- ▶ Anticiperen op de details
 - Luchtdichtheid (vervolg)



Bronnen: ecorce



Aandachtspunten

- Nadenken over de openingen

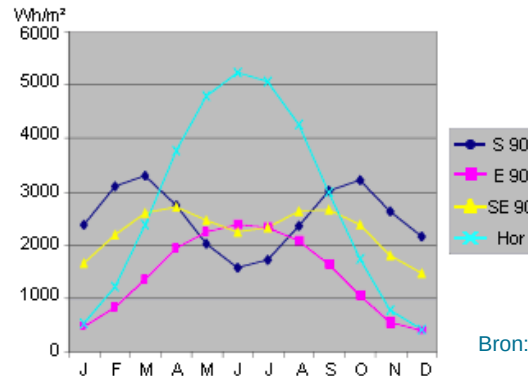
- Verliezen

1 m² raam verliest ≈ 6X meer dan 1 m² dak

$$U_{\text{raam}} = 1,44 \text{ versus } U_{\text{wand}} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{raam}} = 0,72 \text{ versus } U_{\text{wand}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Zonnewinsten



Bron: Energie+

- Overventilatie mogelijk

Bewezen efficiëntie met schoorsteeneffect



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Gebouwschil: Dakrenovatie



- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl. :
 - Isolatie van een plat dak
 - Isolatie aan de binnenzijde van hellende daken
 - Isolatie van een hellend dak aan de buitenkant



- ▶ Homegrade
 - Plat dak – Renovatie en isolatie
 - Hellend dak – Renovatie en isolatie



- ▶ Energie+ (FR)
 - Toiture plate
 - Toiture inclinée





In de meeste gevallen is plaatsing **langs de binnenzijde** de enige mogelijke / gewenste aanpak



Thermische correctie
(isolerende bepleistering, dun isolatiemateriaal,...)

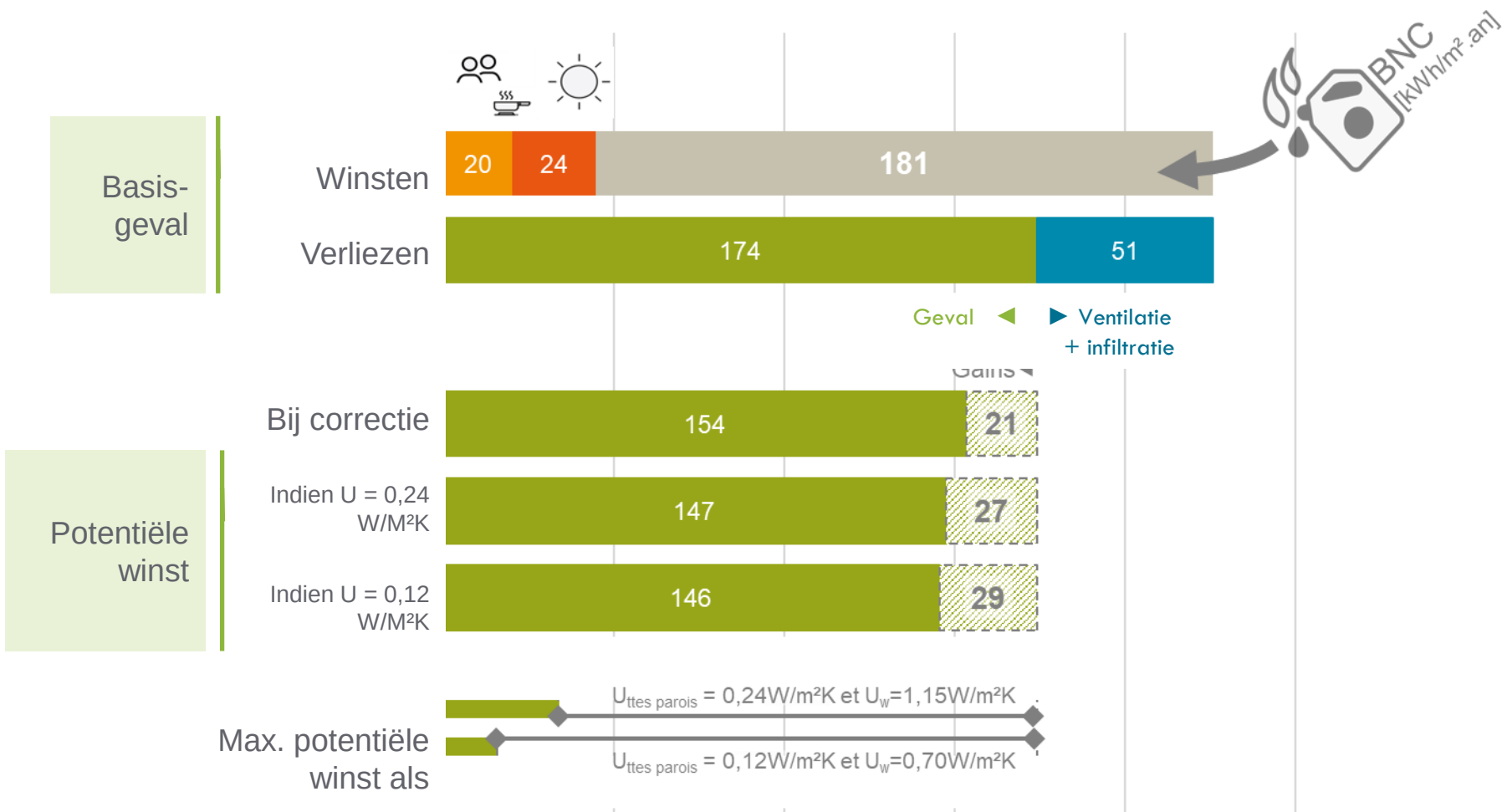


Thermische isolatie
(isolatie van EPB-aanvaard type of beter)



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



Aandachtspunten

- ▶ De situatie vóór de werken analyseren
- ▶ Aandacht schenken aan de bouwknopen en aan de waterdampdiffusie
- ▶ De uitvoering!



Bron: ecorce



Aandachtspunten

- De situatie vóór de werken analyseren
 - Vocht?
 - Binnenafwerking?
 - Technische installaties?



Isolation des murs existants par l'intérieur : diagnostic

Avant d'entreprendre l'isolation par l'intérieur d'un mur existant, il y a lieu de s'assurer que ce dernier est sain et que les travaux n'auront pas de conséquences dommageables sur la bâtisse. Il convient alors d'effectuer un diagnostic préalable portant sur l'état du mur, les exigences à l'humidité et au gel, les caractéristiques des matériaux constitutifs, ainsi que le climat intérieur attendu dans la bâtisse.

Un mur existant répondant aux recommandations présentées dans cet article constituera globalement à la pose d'une isolation par l'intérieur. Cependant, certains cas sont possibles qu'il est important d'identifier pour éviter des problèmes de condensation, d'humidité, de moisissures, etc.

Les informations sont globalement déduites d'observations directes sur place et des tests des incertitudes subsistent. Il s'agit donc d'un diagnostic préliminaire et non d'un diagnostic définitif. L'objectif de ce diagnostic est d'identifier les cas où des travaux sont nécessaires, voire compliqués, avant de commencer les travaux.

1. Influence de l'isolation par l'intérieur sur le comportement hygrothermique du mur

Outre l'amélioration du niveau d'isolation (R), l'isolation par l'intérieur d'un mur existant aura d'importantes conséquences sur son comportement hygrothermique. Le caractère thermique, la pose de l'isolant du côté intérieur modifient principalement un équilibre de la température moyenne de la maçonnerie, une augmentation de l'ampleur des variations de température du mur (et donc du nombre de cycles de gel/dégel) et une isolation de la possibilité de séchage du mur par l'extérieur.

La température du mur en moyenne plus basse et la réduction du séchage par l'extérieur provoqueront une augmentation du taux d'humidité de la maçonnerie. La condensation d'un taux d'humidité plus élevé, de températures basses et d'un plus grand nombre de cycles de gel/dégel pourra entraîner l'apparition de moisissures ou de problèmes de condensation.

Pour limiter le risque de moisissures, ces principes généraux doivent être suivis :

1. la bâtie existante doit être la plus perméable possible à la vapeur d'eau
2. l'isolation de la façade sera précédée et à toutes autres sources d'humidité doit être limitée
3. le bâtiment doit présenter un climat intérieur sain et être correctement ventilé et chauffé
4. une bonne étanchéité à l'air en partie

concernant la façade isolée ainsi qu'un niveau des travaux avec les autres éléments de construction doit être établi : les travaux constructifs doivent être bien conçus pour limiter les ponts thermiques.

Les deux derniers points étant davantage liés à la conception et à la réalisation de l'isolation, ils ne seront pas abordés dans cet article.

L'objectif des points de diagnostic préalable présentés ci-après est de :

- vérifier que les différents aspects d'humidité dans la façade sont traités (humidité acoustique, infiltration, condensation interne, ...)
- s'assurer que les propriétés de la façade et des éléments constitutifs sont adaptés (distance au gel des éléments de maçonnerie, perméabilité à la vapeur de la façade extérieure, sensibilité à l'humidité d'éléments présents dans la maçonnerie, ...)

La tâche à réaliser est d'identifier les différents points de diagnostic préalable d'un isolant par l'intérieur. Les observations permettent de déterminer si l'isolation est applicable, nécessaire des études complémentaires ou si elle est déconseillée en l'état. Le diagnostic se base sur l'état actuel du mur. Si des travaux sont envisagés pour résoudre les problèmes mentionnés, le diagnostic de diagnostic préalable d'un isolant par l'intérieur se poursuit d'un nouveau chapitre. Chaque point fait l'objet d'explications plus détaillées dans les chapitres indiqués dans le tableau A.

Plan de octobre 2013

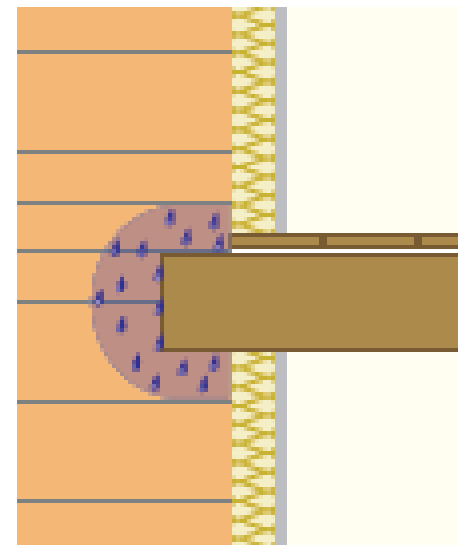
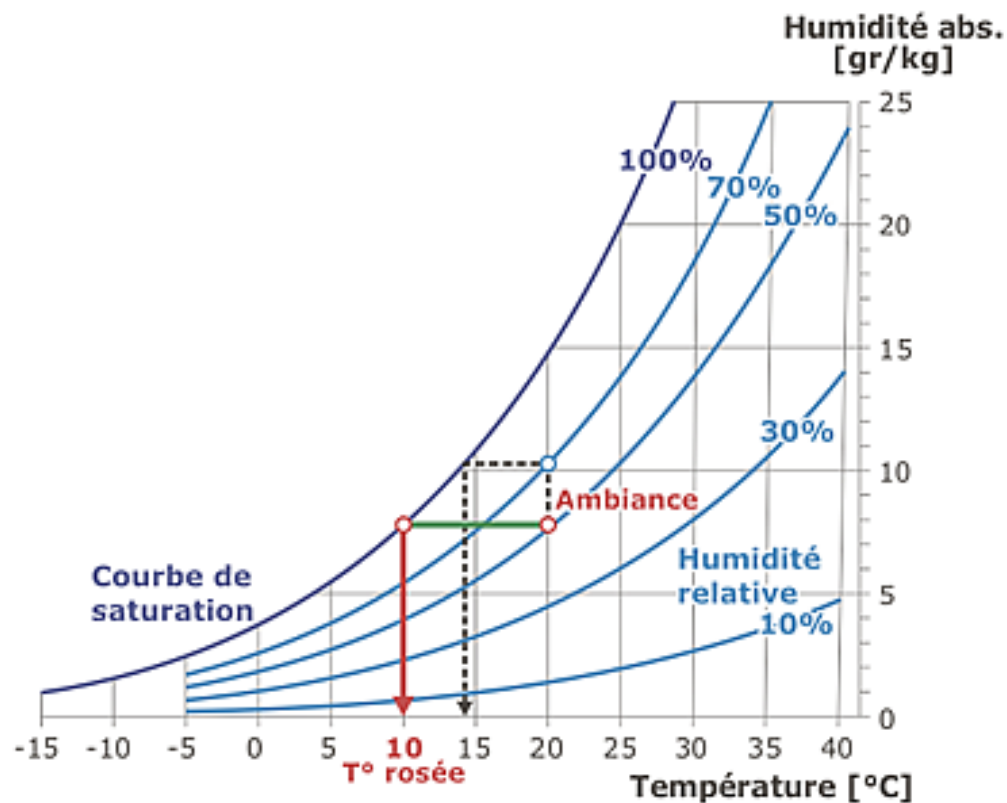
Les documents du C2C2C 2013 A 1

Bron: Buildwise



Aandachtspunten

- Aandacht schenken aan de bouwknopen en aan de waterdampdiffusie



Risques de condensation
au droit de l'appui des gîtes
dans le mur.



Aandachtspunten

- Aandacht schenken aan de bouwknopen en aan de waterdampdiffusie

⇒ **Voor niet-standaardgevallen zijn er studies vereist!**



Bron: brochure hygrothermie
Objectif zero



Aandachtspunten

- **Uitvoering**
 - voorbeeld houten vloer

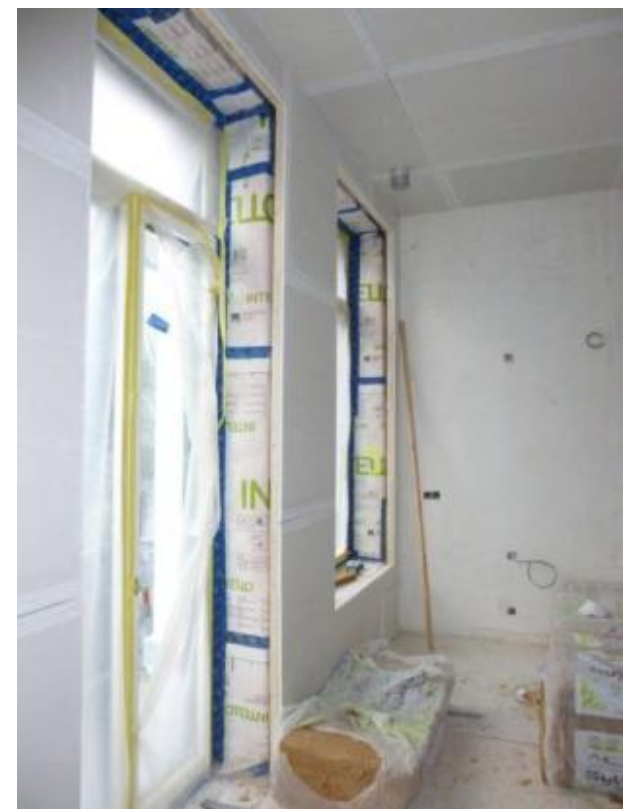


Bron: ecorce



Aandachtspunten

- **Uitvoering**
 - voorbeeld houten vloer



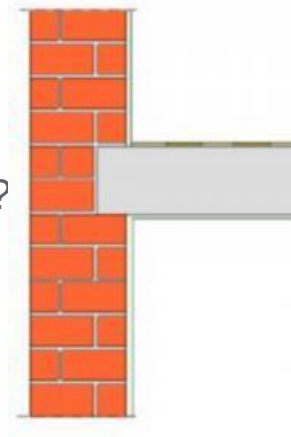
Bron: J. Kessler – UP8 Architects



Aandachtspunten

► Uitvoering

- voorbeeld houten vloer
- Wat met een betonnen vloer?



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Gebouwschil: isolatie van de voorgevel incl.:
 - Isolatie langs de binnenzijde | Uitvoerbaarheid?
 - Isolatie langs de binnenzijde | Waterdampdiffusie en luchtdichtheid
 - Isolatie langs de binnenzijde | Systemen en materialen – integratie in het gebouw

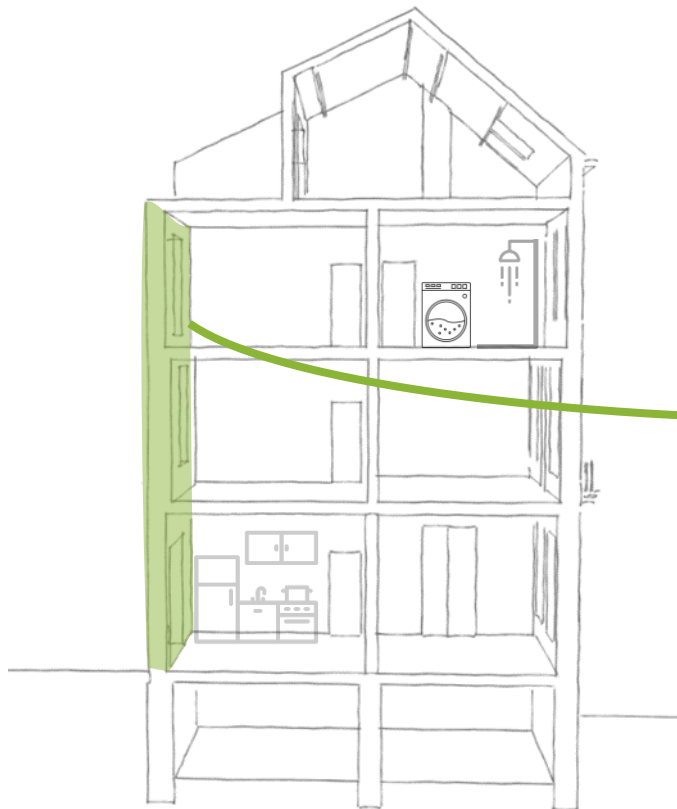


- ▶ Gids Duurzame gebouwen Energie | Isolatie van een muur aan de binnenkant
 - Incl. **Stap 1 - diagnose: kan ik mijn wand aan de binnenzijde isoleren?**



- ▶ Energie+
 - Energie+ | Isolatie aan de binnenkant
 - Energie+ | Isolatie van een muur aan de binnenkant
- ▶ Tools
 - <https://www.objectifzero.be/ressources/publications/>
 - Buildwise artikel 2012-04.16 - Isolatie langs de binnenzijde van bestaande muren: diagnose.
 - <https://www.ubakus.de>



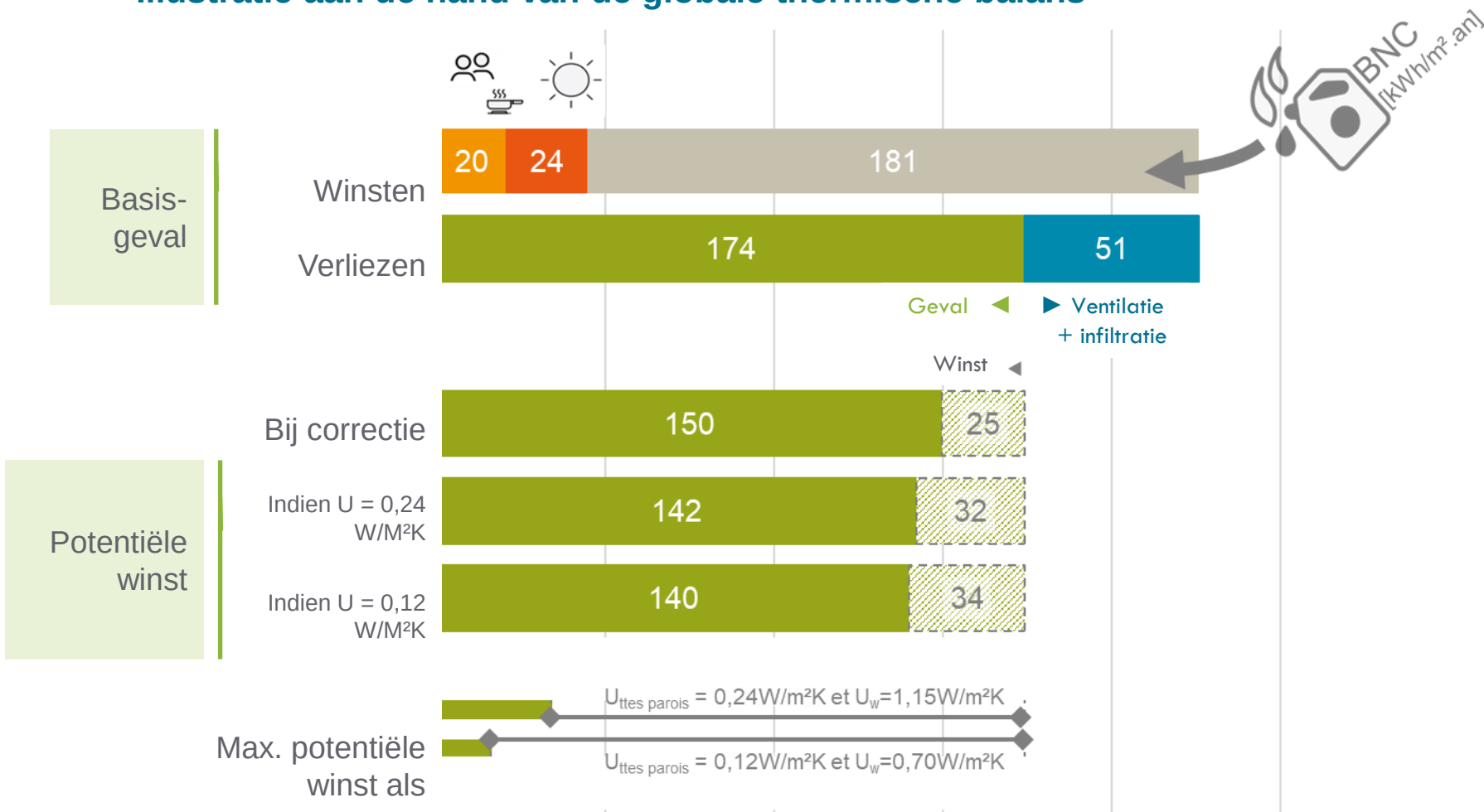


In de meeste gevallen is plaatsing
langs de buitenzijde mogelijk



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



Aandachtspunten

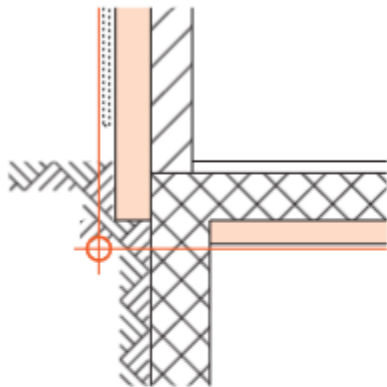
- ▶ Niet uitvoerig behandeld [cf. traditionele constructie]
- ▶ Focus op de vorstindringdiepte



Aandachtspunten

- Focus op de vorstindringdiepte

Contre terre, sous-sol non chauffé



Conditions standard

Elément isolant de pied de mur Non	
Mur façade	Brique t.c.
Type de façade	Façade avec isolation extérieure crépie
Isolation	jusqu'au nu inférieur dalle sur sous-sol

3.4-A2

Valeur U façade en $W/(m^2 \cdot K)$	Val. U dalle sous-sol en $W/(m^2 \cdot K)$				Val. ψ en $W/(m \cdot K)$	
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
0.15	0.19	0.15	0.11	0.08	0.05	0.02
0.20	0.17	0.14	0.10	0.08	0.05	0.03
0.25	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04	0.02
0.30	0.13	0.10	0.07	0.05	0.03	0.01
0.35	0.11	0.08	0.05	0.03	0.01	0.00
0.40	0.08	0.06	0.03	0.01	-0.02	-0.04

Majorations

Elément isolant de pied de mur	- 0.04 $W/(m \cdot K)$
Mur façade béton armé (avec isolation au plafond sous-sol)	+ 0.22 $W/(m \cdot K)$
Mur façade béton armé (sans isolation au plafond sous-sol)	+ 0.32 $W/(m \cdot K)$
Façade ventilée	- 0.04 $W/(m \cdot K)$
Isolation jusqu'à 20 cm sous nu inférieur dalle sur sous-sol	- 0.03 $W/(m \cdot K)$
Isolation jusqu'à 50 cm sous nu inférieur dalle sur sous-sol	- 0.04 $W/(m \cdot K)$
Isolation jusqu'à 80 cm sous nu inférieur dalle sur sous-sol	- 0.05 $W/(m \cdot K)$

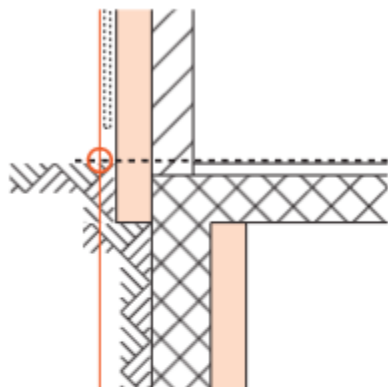
Bron: suisseenergie – Catalogue des ponts thermiques



Aandachtspunten

- Focus op de vorstindringdiepte

Contre terre, sous-sol chauffé



3.4-A7

Valeur U façade en $W/(m^2 \cdot K)$	Val. U mur sous-sol en $W/(m^2 \cdot K)$				Val. ψ en $W/(m \cdot K)$	
	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
0.15	0.46	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32
0.20	0.48	0.45	0.43	0.41	0.38	0.35
0.25	0.50	0.47	0.44	0.42	0.40	0.37
0.30	0.51	0.48	0.46	0.44	0.41	0.39
0.35	0.52	0.49	0.47	0.45	0.42	0.40
0.40	0.53	0.50	0.48	0.45	0.43	0.41

Conditions standard

Isolation sous bord de dalle	Non
Élément isolant de pied de mur	Non
Mur façade	Brique t.c.
Isolation	jusqu'au nu inférieur dalle sur sous-sol
Chauffage par le sol	Non

Majorations

Élément isolant de pied de mur	– 0.02 $W/(m \cdot K)$
Mur façade béton armé	+ 0.05 $W/(m \cdot K)$
Isolation sous bord de dalle (2 x 50 cm)	– 0.04 $W/(m \cdot K)$
Isolation jusqu'à 20 cm sous nu inférieur dalle sur sous-sol	– 0.12 $W/(m \cdot K)$
Isolation jusqu'à 50 cm sous nu inférieur dalle sur sous-sol	– 0.25 $W/(m \cdot K)$
Isolation jusqu'à 80 cm sous nu inférieur dalle sur sous-sol	– 0.32 $W/(m \cdot K)$
Chauffage par le sol	+ 0.04 $W/(m \cdot K)$

Bron: suisseenergie – Catalogue des ponts thermiques



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Gebouwschil: isolatie van de voorgevel



- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl. :
 - Isolatie van een muur aan de buitenkant

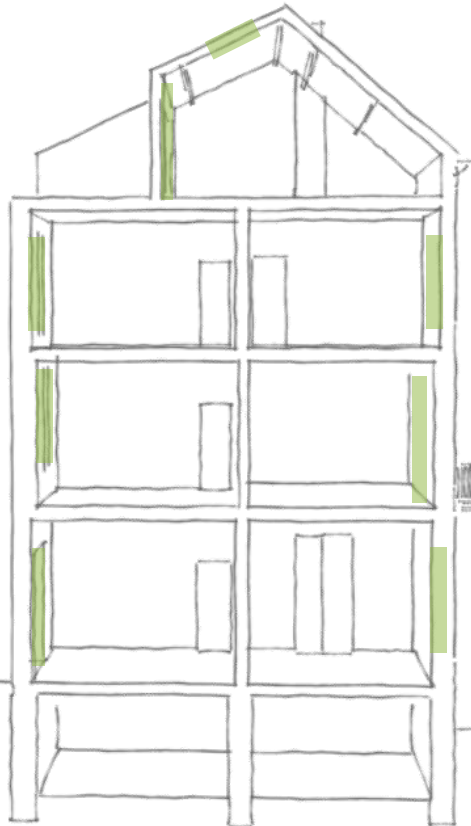


- ▶ Homegrade
 - Gevels isoleren via de buitenzijde – Principes en technieken
 - Wat zijn de aandachtspunten bij het isoleren van de gevel via de buitenzijde?



- ▶ Energie+: Technique d'isolation des murs (FR)
- ▶ Catalogue des ponts thermiques édité par l'Office fédéral de l'énergie OFEN – Suisse (FR)





Evenwicht winsten/verliezen in alle seizoenen



Voorgevel

Vensterwerk en
beschaduwing +/- vast

Positie van het raam is
soms voorgeschreven



Achtergevel

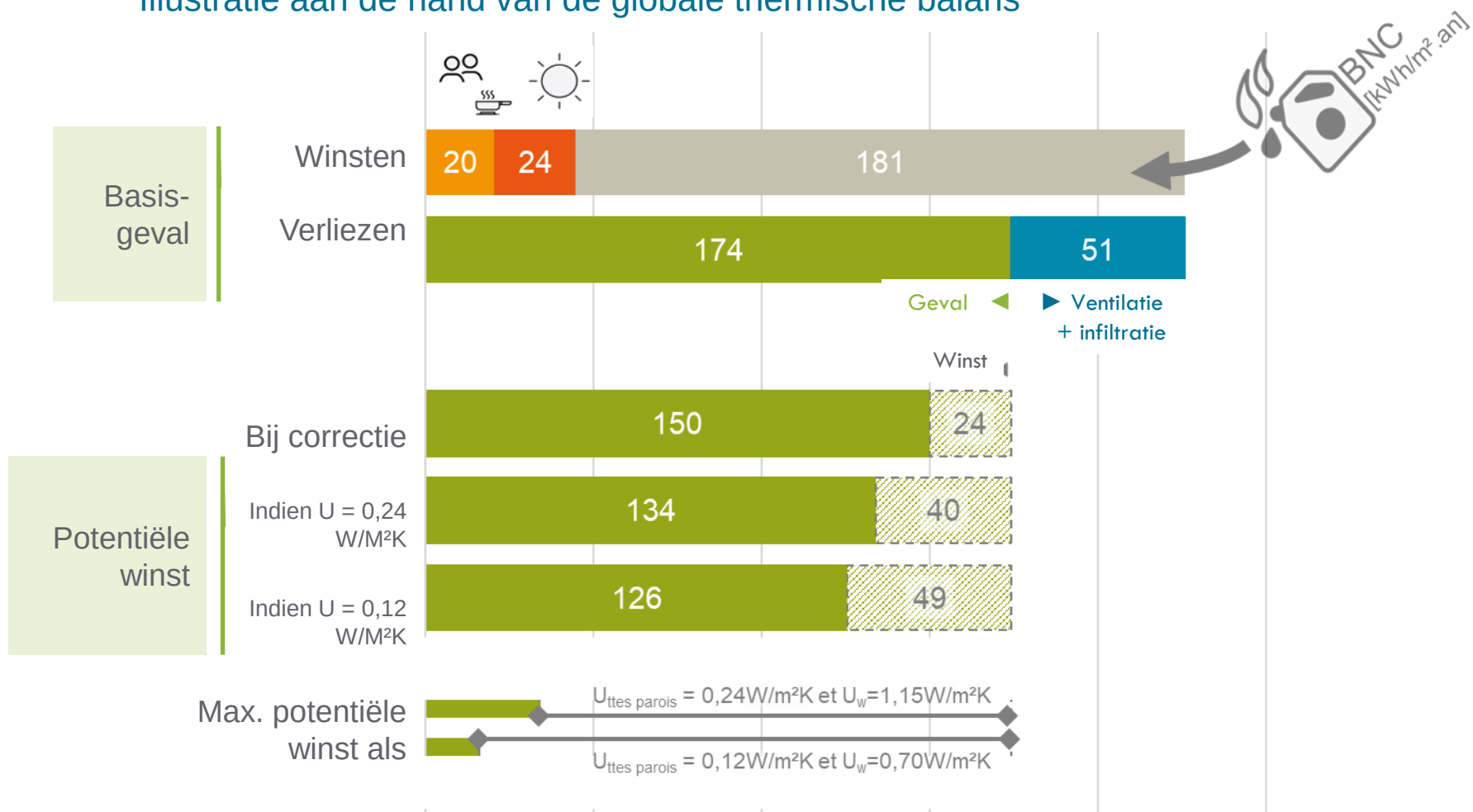
Grotere vrijheid inzake
vensterwerk

Vrije positie voor het raam



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



Aandachtspunten

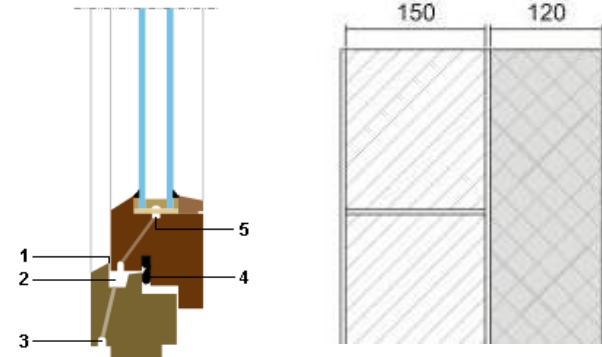
- ▶ Keuzecriteria voor een 'product'
- ▶ Uitvoering:
 - Bouwknopen
 - Luchtdichtheid
- ▶ Behoud van een bestaand raam

Bron: écorce



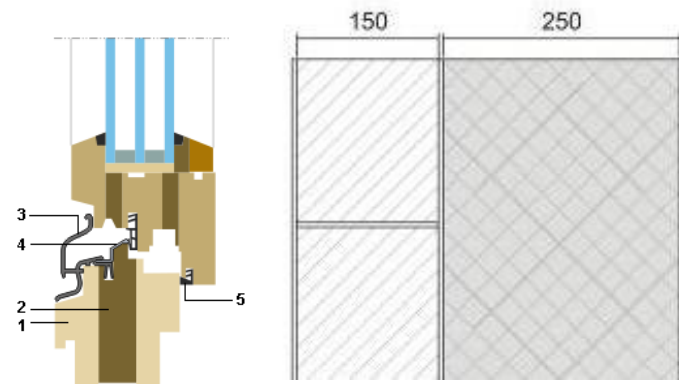
Aandachtspunten

- Keuzecriteria voor een 'product'
 - U_w [W/m²K]



EPB-aanvaard

$1,5 \text{ W/m}^2\text{K} > < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$



- Passief

$0,9 \text{ W/m}^2\text{K} > < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

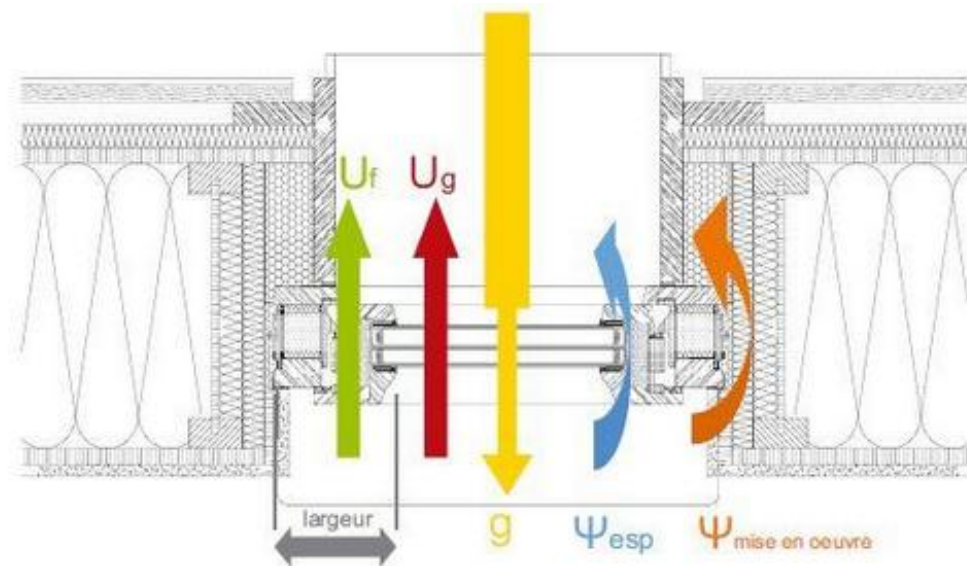
⇒ **6x groter verlies voor venster**



Aandachtspunten

► Keuzecriteria voor een 'product'

- U_w [W/m²K]
- U_f [W/m²K]
- U_g [W/m²K]
- ψ [W/mK]
- g [%]
- L_T [%]
- Breedte [cm]



Bron: Homegrade



Aandachtspunten

- Uitvoering
 - in het vlak van de isolatie of in het vlak van het metselwerk?

Bij isolatie langs de binnenzijde

Bij isolatie langs de buitenzijde

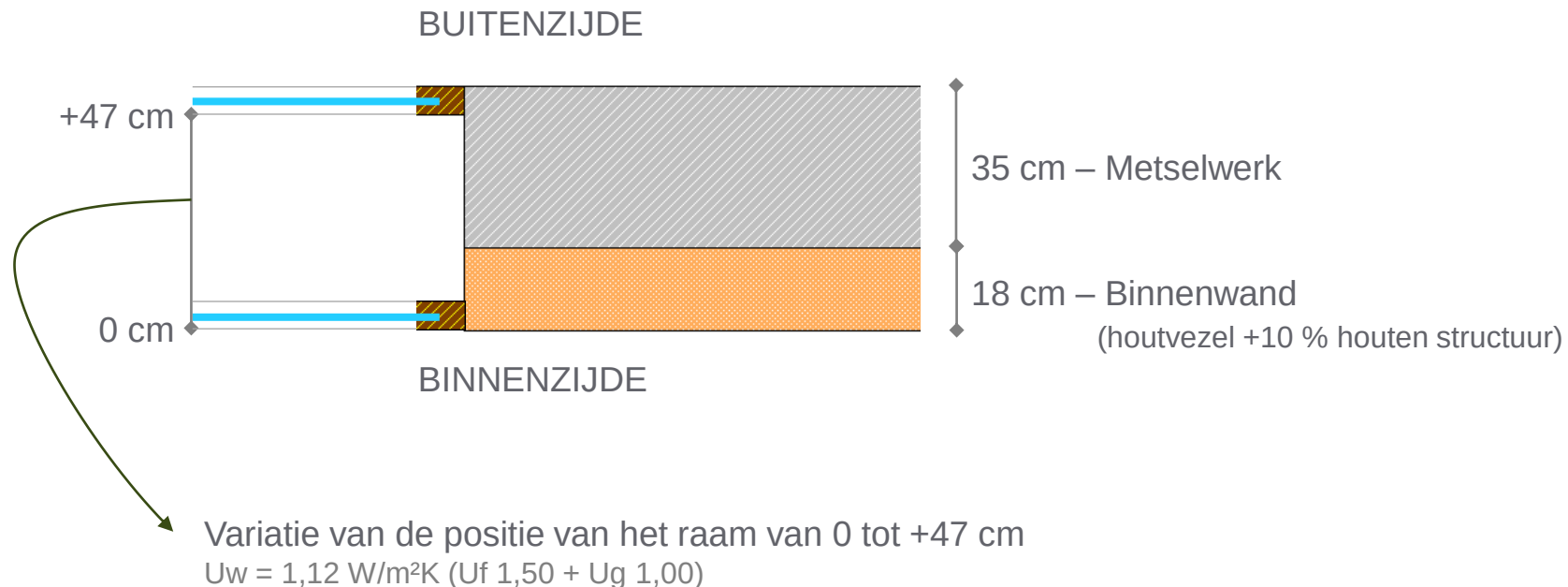


Bron: écorce

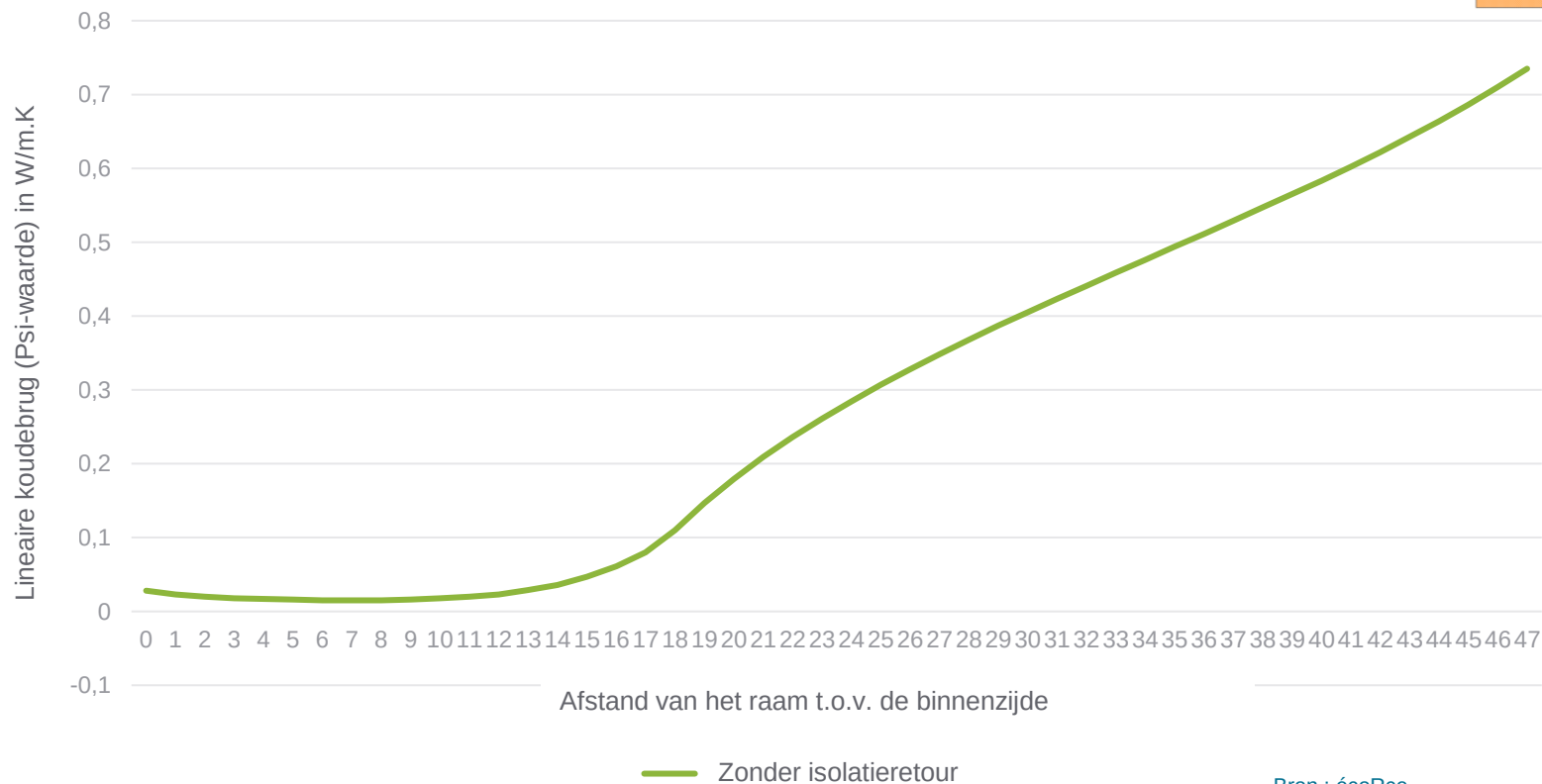


Impact van de positie van het raam in de muur

- Hoe varieert het verlies in W/m.K volgens de positie van het raam in de opening?



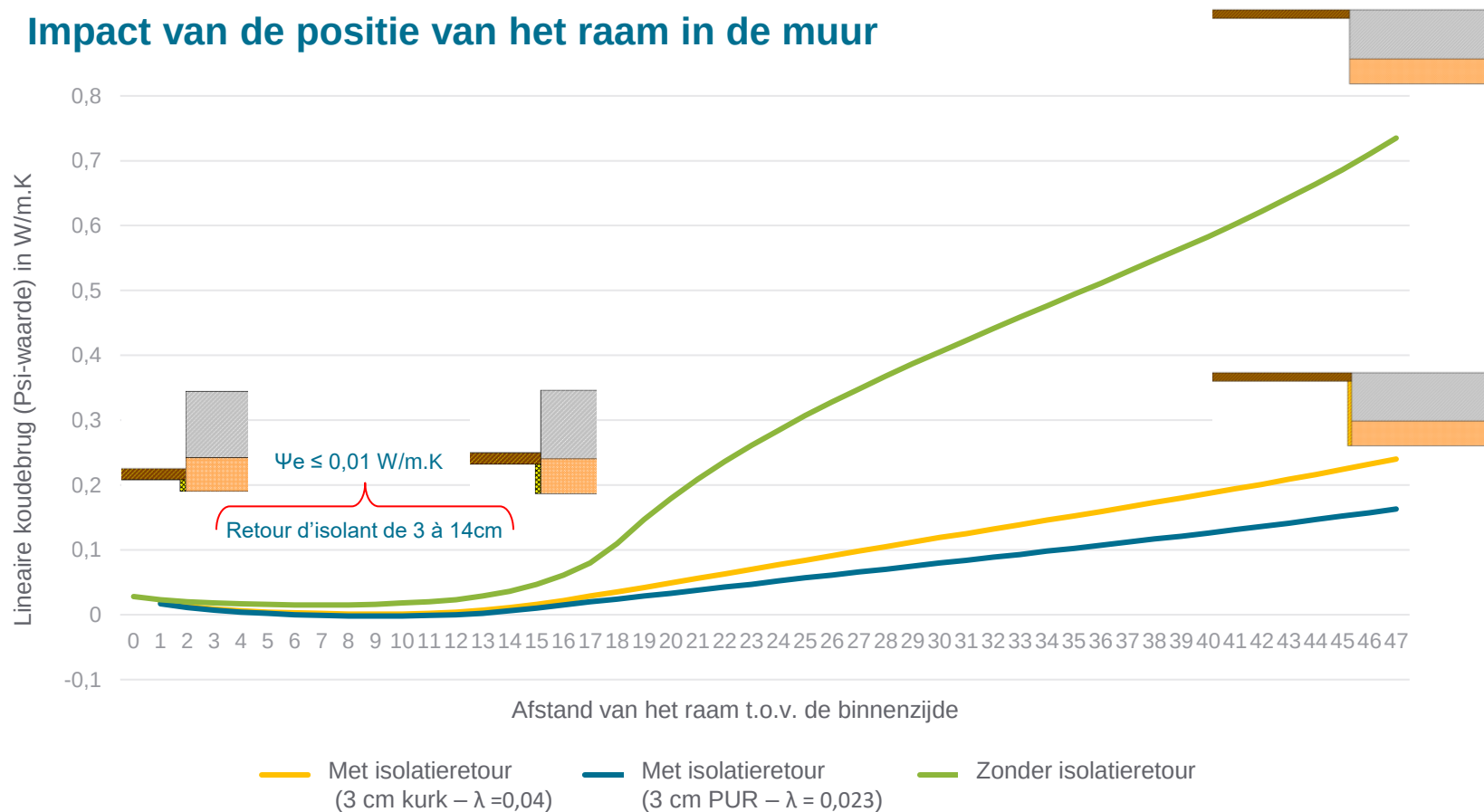
Impact van de positie van het raam in de muur



Bron : écoRce



Impact van de positie van het raam in de muur



Bron : écoRce



Voorbeeld – isolatie langs de binnenzijde



Bron: écorce



Voorbeeld – isolatie langs de buitenzijde



Bron: écorce (x3)



Bron: iso-chemie



Aandachtspunten

- Uitvoering
 - Luchtdichtheid



Bronnen: isoproc



Aandachtspunten

- Uitvoering
 - Luchtdichtheid



Bronnen: écorce



Het is echter niet altijd mogelijk / wenselijk de bestaande ramen te vervangen. Welke oplossingen zijn er?



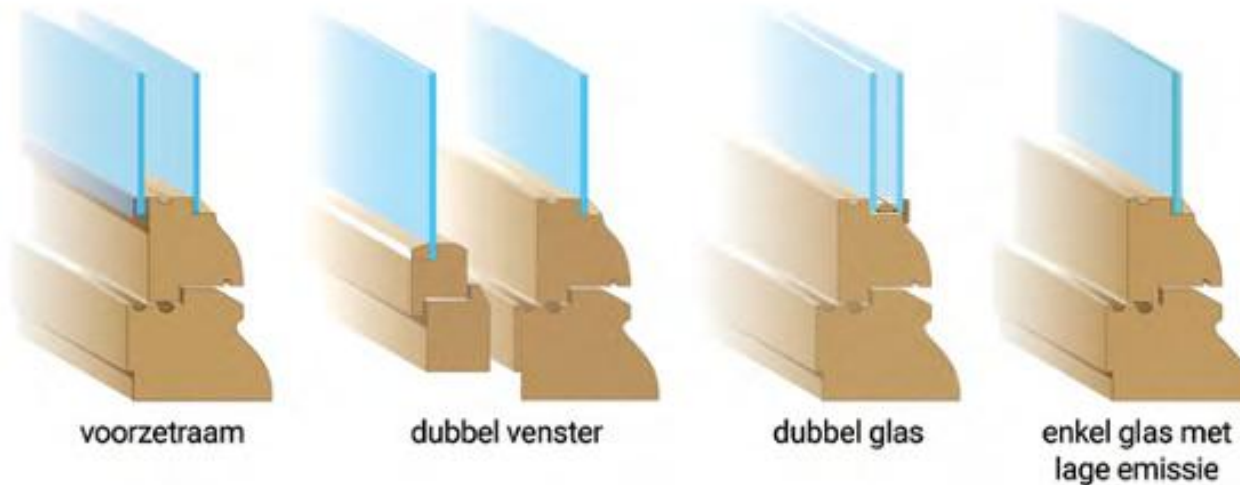
Links het oorspronkelijke venster.
Rechts een niet-kwalitatieve vervanging van dit venster: te hoog geplaatste regel, te brede profielen, verlies van de verdelingsroeden en van het gekleurde glaswerk
© Jacques Adnet

Bron: [Historisch houten venster, Homegrade](#)



Het is echter niet altijd mogelijk / wenselijk de bestaande ramen te vervangen. Welke oplossingen zijn er?

Verbeteringstechnieken van de prestaties voor bestaande vensters



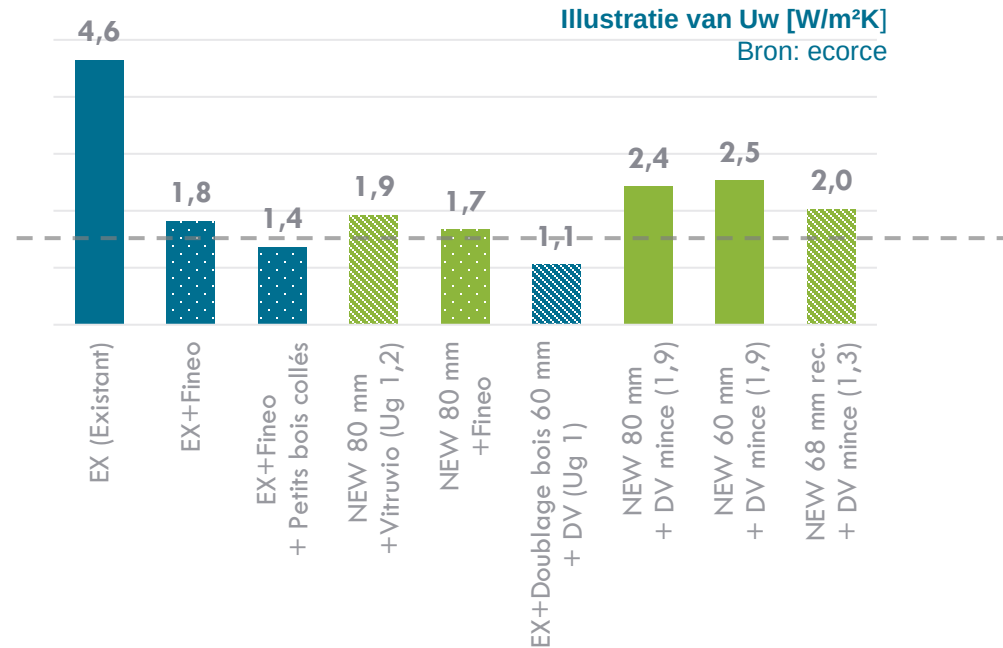
Bron: [Historisch houten venster, Homegrade](#)



Voorbeeld: studie van verschillende varianten in een beschermd gebouw



Bron: VIA



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Energie: Basisprincipes

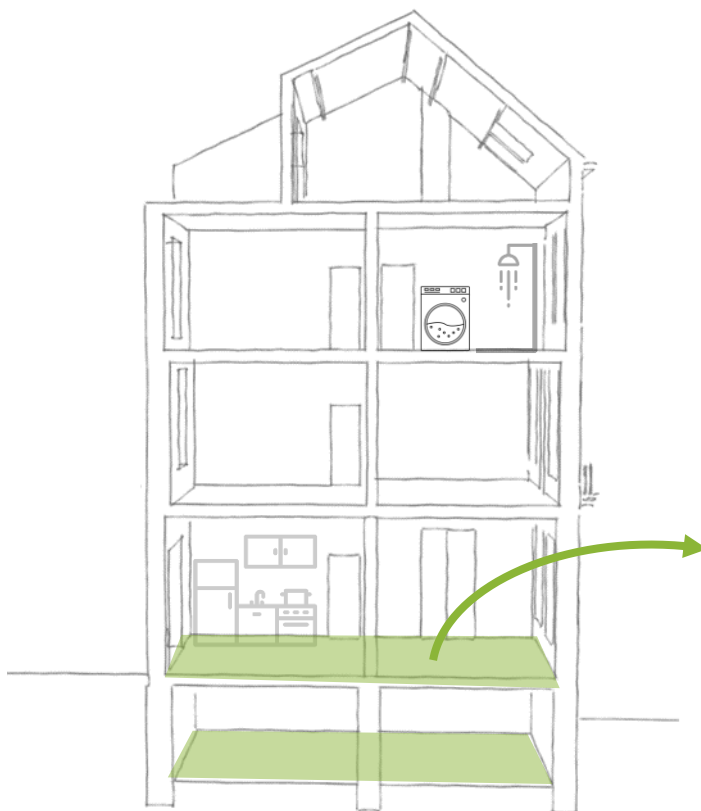


- ▶ Gids Duurzame gebouwen Energie & Energetische gebouwschil
 - Incl. :
 - Plaatsing van een nieuw venster
 - Luchtdichtheid van vensterramen
 - Bestaand raamwerk en nieuwe dubbele beglazing
 - Inwerking van een dubbel binnenraam



- ▶ Homegrade
 - De vensterramen vervangen - Keuzecriteria bij renovatie
- ▶ Andere publicaties
 - BERTRAND J., 2008, *Houten schrijnwerk – Erfgoed en comfort verenigen*, Directie Monumenten en Landschappen van het BHG, Brussel





Isolatie van de vloer

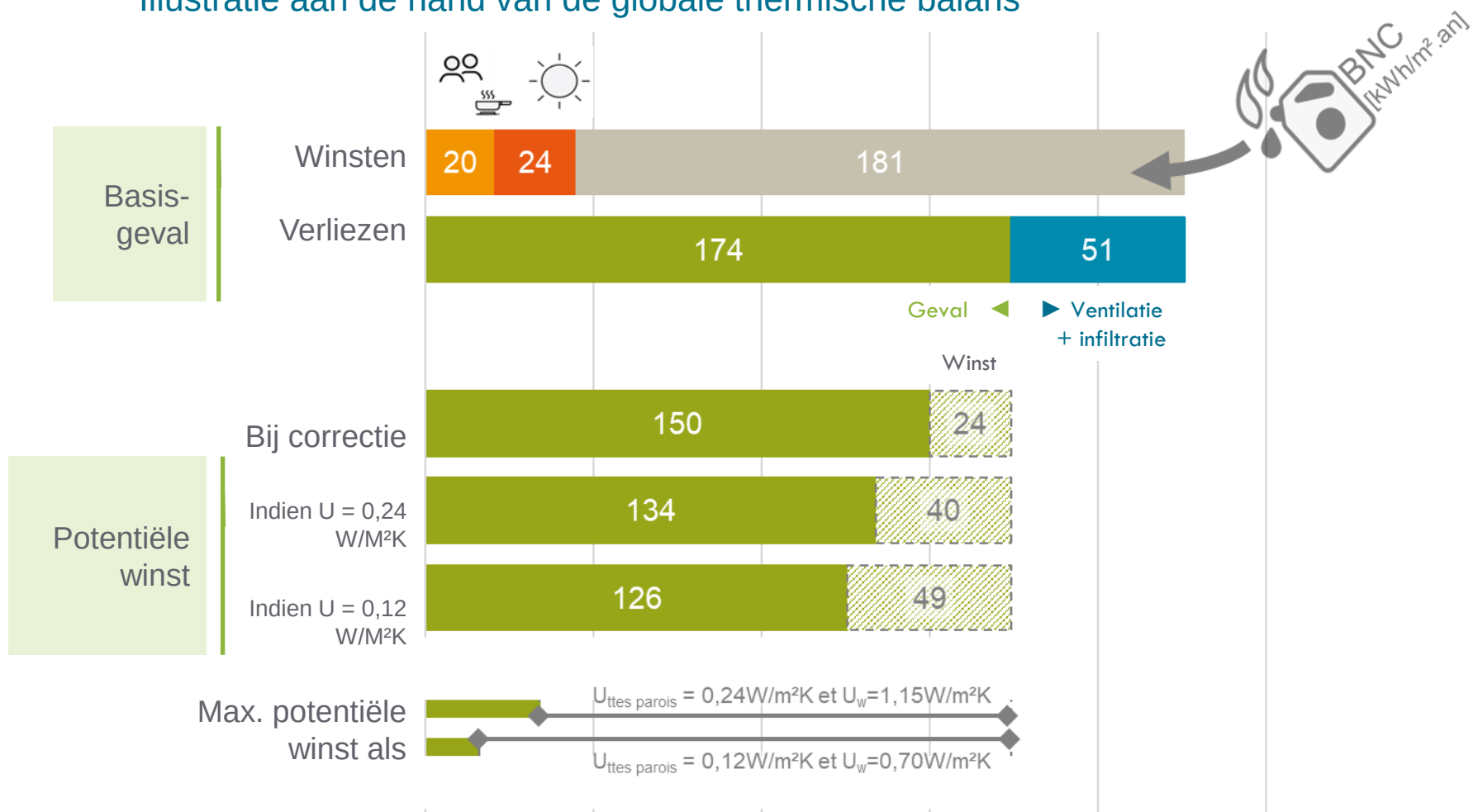
OF

van de kelderplaat



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



Aandachtspunten



Bron: ecorce

Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Omkeerbare ontwerpen | Materialen en uitvoering die de omkeerbaarheid bevorderen



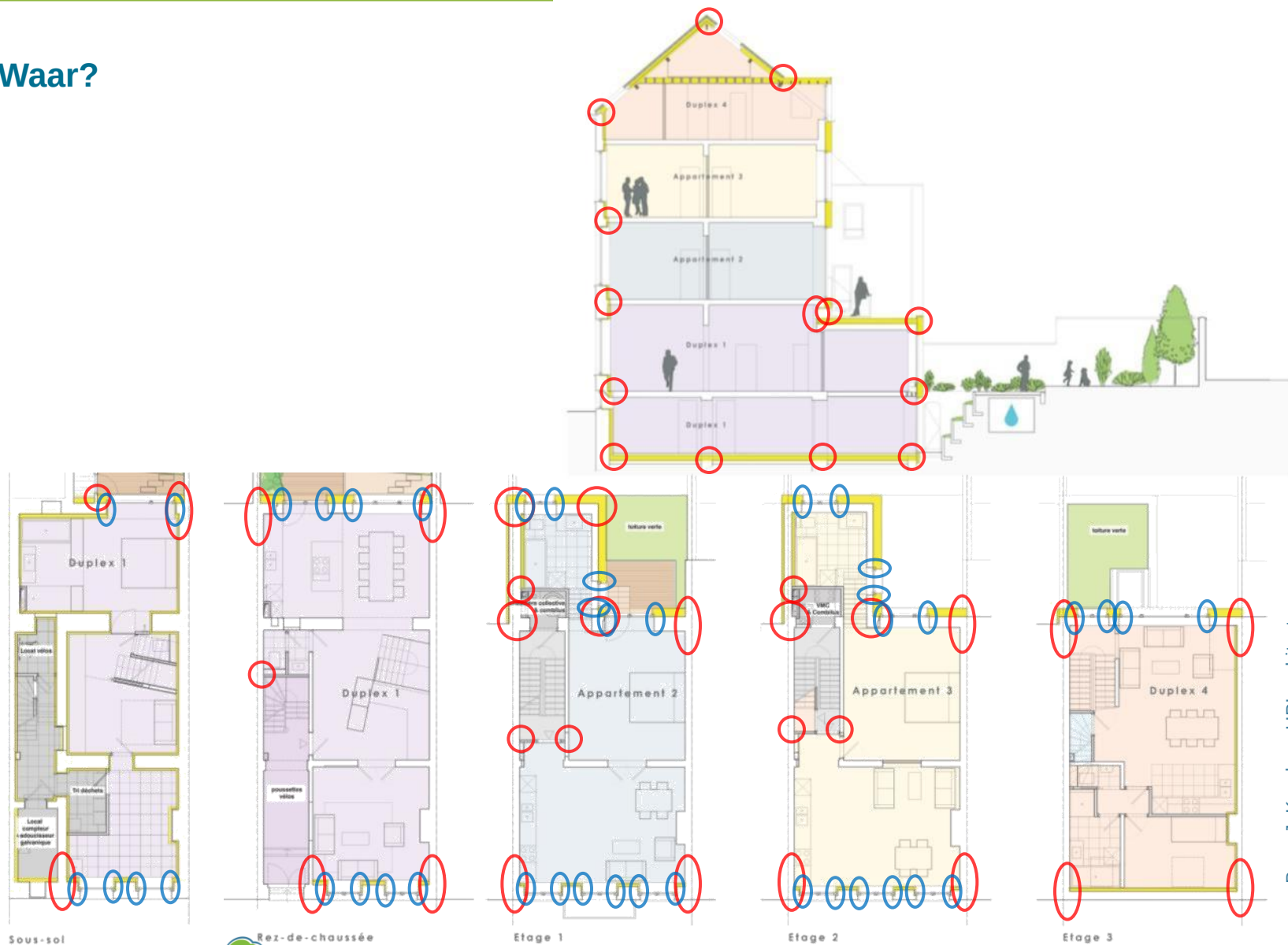
- ▶ Gids Duurzame gebouwen Energie & Energetische gebouwschil
 - Incl. :
 - Isolatie van een vloer
 - Isolatie van de zoldervloer



- ▶ Homegrade
 - De zoldervloer isoleren - Principes en technieken



Waar?



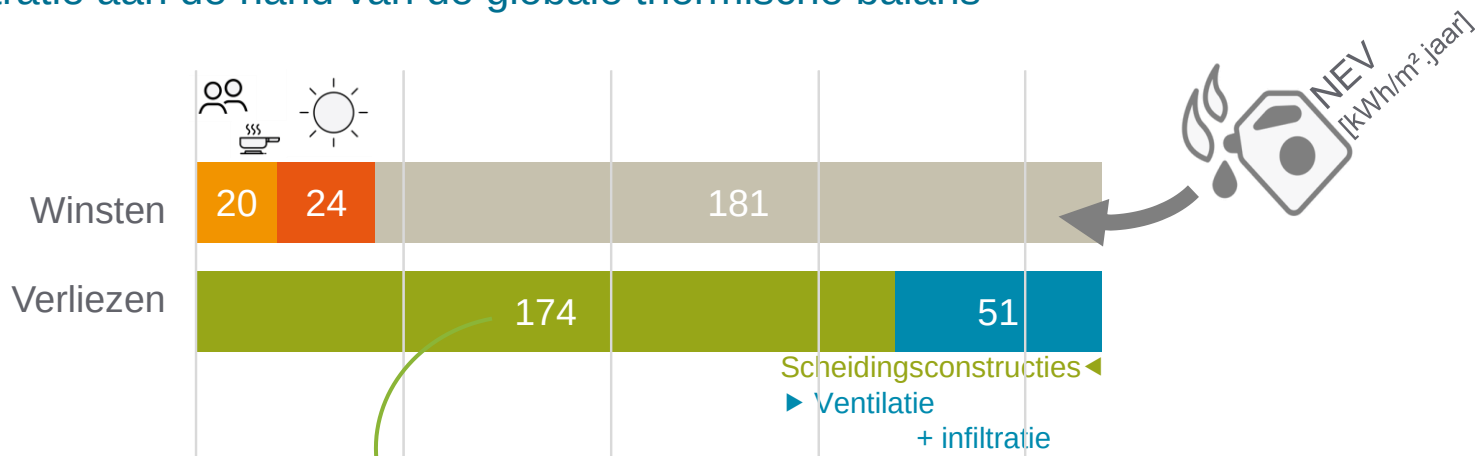
Bron: J. Kessler – UPI architects



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

Basis-
geval



Vertegenwoordigt **4 kWh/m².jaar** bij methode B
D.w.z. 2,3 % van de verliezen door transmissie

Aandachtspunten

- Weinig voor een renovatie!
- Weinig waarschijnlijk dat alle bouwknopen EPB-aanvaard zijn

Aandachtspunten: Welke impact hebben de bouwknopen?

- ▶ Warmteverliezen [zie de verschillende geanalyseerde scheidingsconstructies]
- ▶ Condensatierisico >>> vocht, aantasting, schimmel, gebrek aan comfort,...

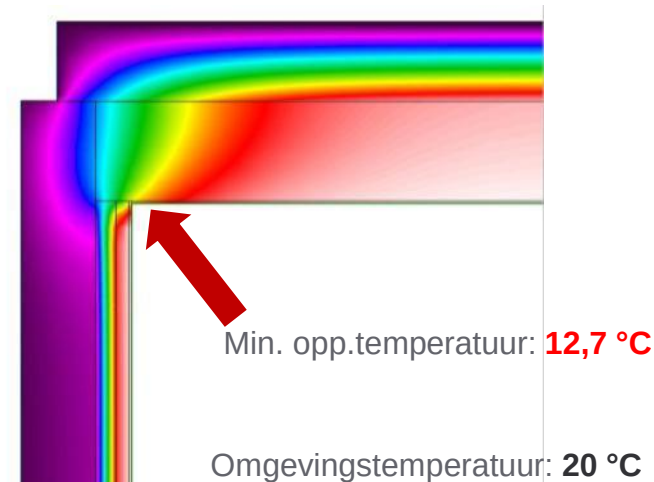
⇒ Analyse via de temperatuurfactor op de koudste plaats

$$t = \frac{T_{\text{intérieur surface}} - T_{\text{extérieure}}}{T_{\text{intérieur ambiance}} - T_{\text{extérieure}}}$$

als $t < 0,7$ = problematisch!

$$\tau = \frac{12,7^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}} = 0,64$$

Buitentemperatuur: 0 °C



Voorbeeld: geïsoleerde retour op de gemene muur

- Vermindering van de koudebrug: 3 gevallen
(retour 0 cm/30 cm/60 cm)

12 mm	GIPSPLAAT
40 mm	ISOLATIE/ HOUTEN STRUCTUUR INTELLO DAMPSCHERM +
120 mm	RESOL ISOLATIEPLAAT
360 mm	MUUR (BAKSTEEN) BEPLEISTERING

$$U = 0,138 \text{ W/m}^2\text{K}$$

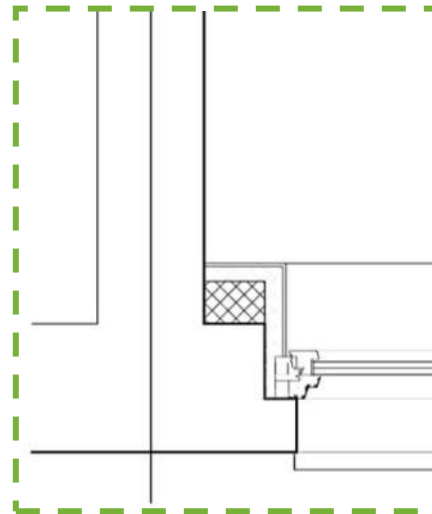
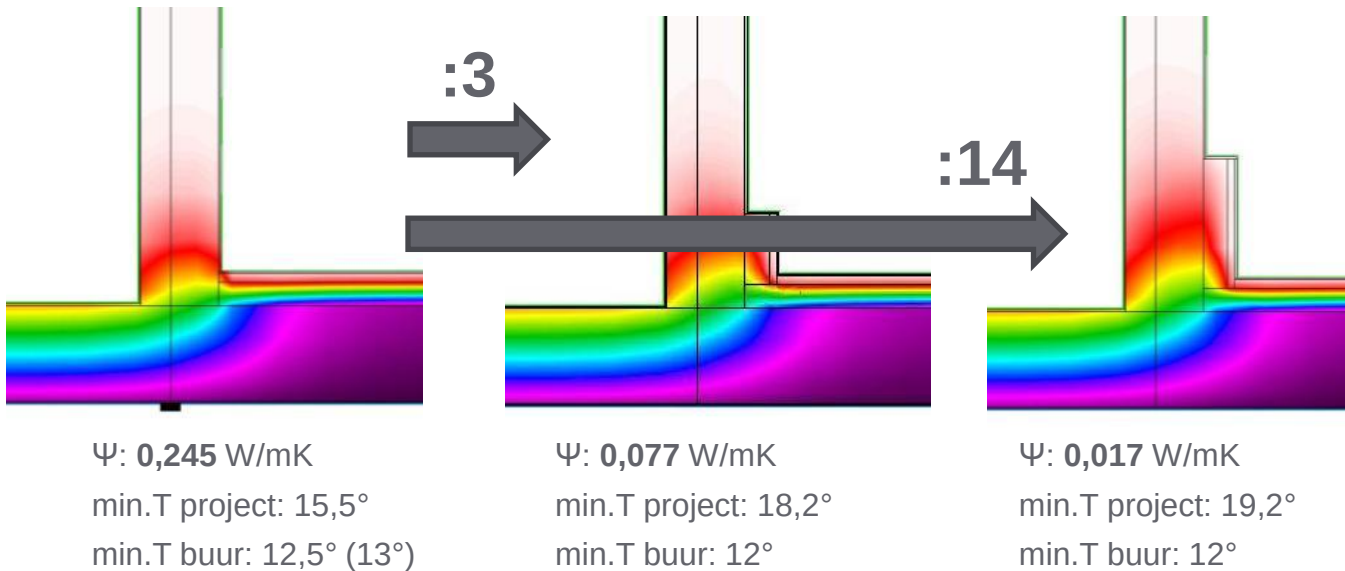


Foto: J. Kessler



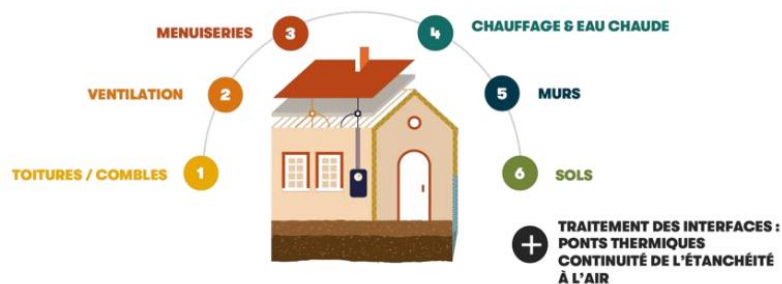
Voorbeeld: geïsoleerde retour op de gemene muur

- Vermindering van de koudebrug: 3 gevallen (retour 0 cm/30 cm/60 cm)



Impact van de bouwknopen en raakvlakken op de globale prestatie

- ▶ Studie van ADEME: La rénovation performante par étapes
 - Gebaseerd op 10 typologieën van het Franse vastgoedpark van voor 1982
 - Raming van het verwarmings- en SWW-verbruik volgens verschillende renovatiescenario's



Bron: Dorémi

Gedeeltelijke renovatie

5 fasen, 5 posten, rendement steunmaatregelen, niet-gecoördineerde werken

Gedeeltelijke renovatie, performante posten

6 fasen, 6 posten, niet-gecoördineerde werken

Semiglobale renovatie

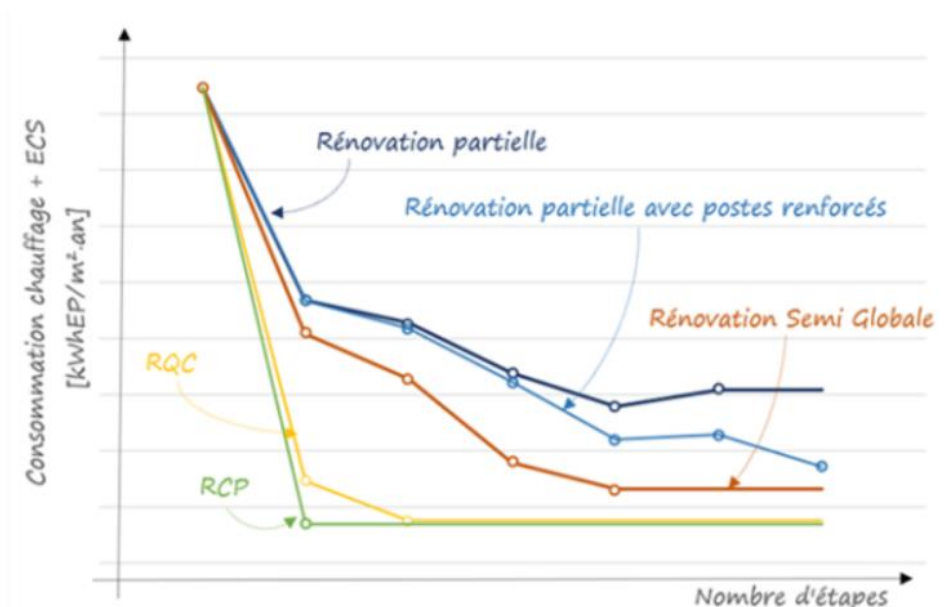
3-4 fasen, 6 posten, planning

Quasivolledige renovatie

2 fasen, 6 posten, planning, bouwknopen

Volledige en performante renovatie

1 fase, 6 posten, bouwknopen

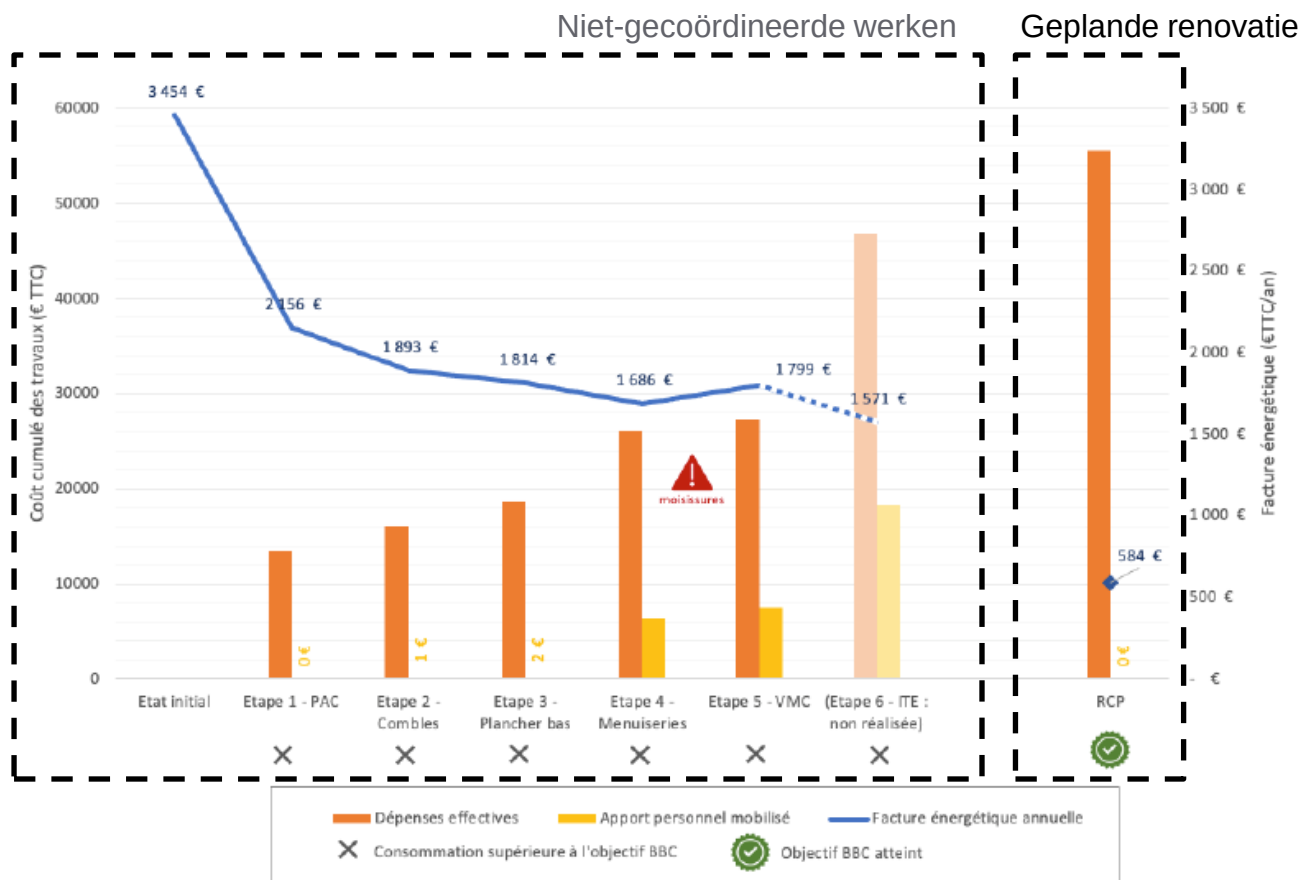


Bron: Ademe – La rénovation performante par étapes



Impact van de bouwknopen en raakvlakken op de globale prestatie

- Gevalstudie (TABULA Episcopo, 2015): vergelijking van twee renovatiestrategieën ...



► Aandachtspunten

Figure 1 Les pictos représentant les 18 impacts

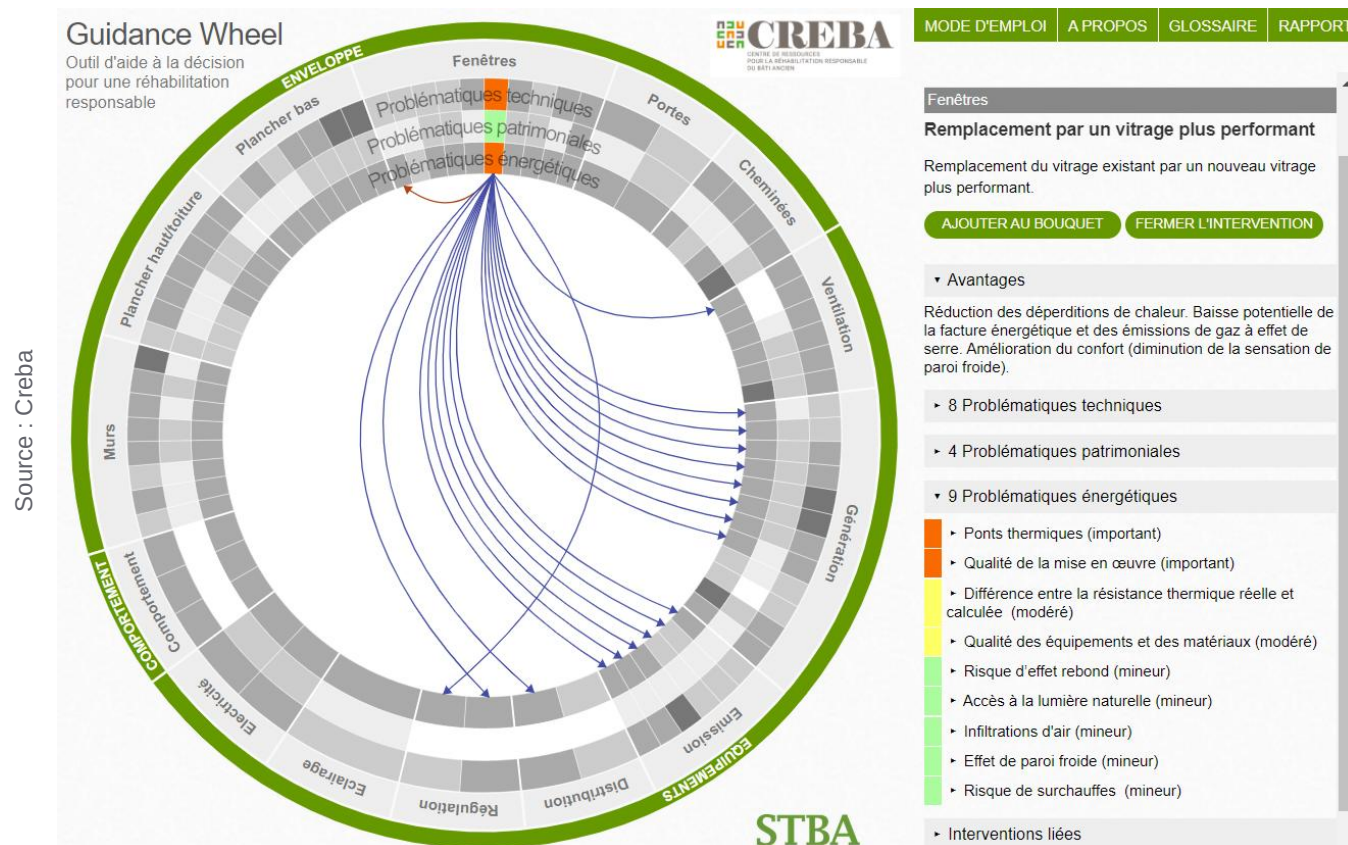
					
Desque pour la durabilité de l'habitat	Défaut de sécurité incendie	Condensation	Fusée d'air parasites	Desque pour la qualité sanitaire ou la qualité de l'air intérieur	Parte de performance de l'habillage
					
Parte de performance équipement et éasse	Parte de surface habitable, acceptable	Atteinte de délai d'acquisition	Complexification en phase chantier	Fatigue morale des occupants	Desque pour la qualité d'entretien et de maintenance
					
Mauvaise qualité d'usage (accidents, difficultés d'entretien)	Défaut d'hygiène	Inconfort thermique	Inconfort visuel	Surconsommation	Impacts financiers

[illegible]

Source : Dorémi

De impact van de bouwknopen beperken door te anticiperen op ...

► Guidance Wheel



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Geen specifiek lesmateriaal



- ▶ Gids Duurzame gebouwen Energie & Energetische gebouwschil
 - Incl. :
 - Transmissieverliezen beperken | Bouwknopen beheren
 - De gewenste isolatieprestatie bereiken: wat met de koudebruggen?



- ▶ Website
 - <http://www.ponts-thermiques.be>
 - Software: Therm, TRISCO Physibel,...



Om verder te gaan...



► Publicaties

- Leefmilieu Brussel | Infofiche [Bouwknopen: In rekening brengen van de bouwknopen in het kader van de nieuwe EPB-wetgeving \(13 p - pdf\)](#)
- Buildwise artikel 2015-01.02 [Energetische aspecten van bouwknopen](#)
- [Catalogue des ponts thermiques édité par l'Office fédéral de l'énergie OFEN - Suisse](#)

Normen

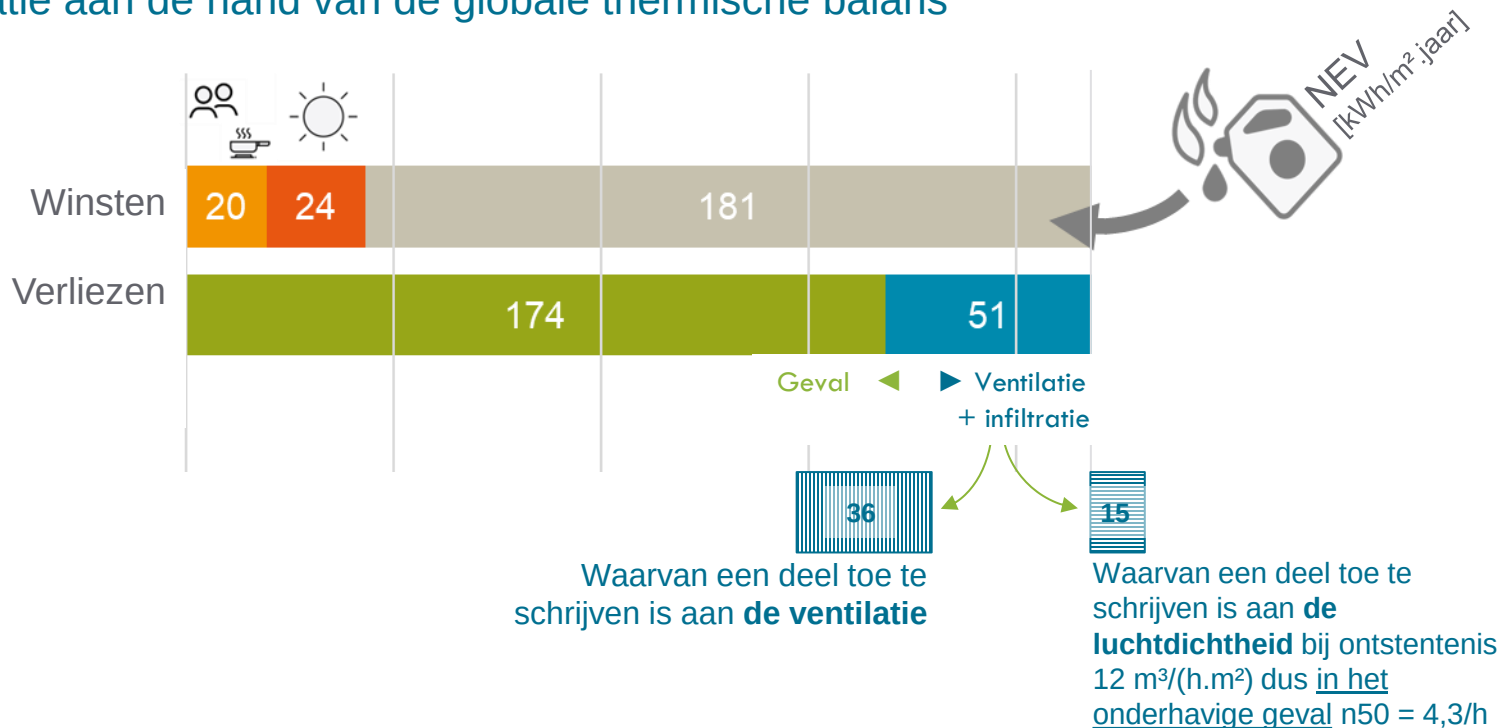
- NBN EN ISO 10211: 2008 - Koudebruggen in bouwconstructies - Warmtestromen en oppervlaktetemperaturen - Gedetailleerde berekeningen (ISO 10211:2007)



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

Basis-
geval



Herhaling van de cijfers

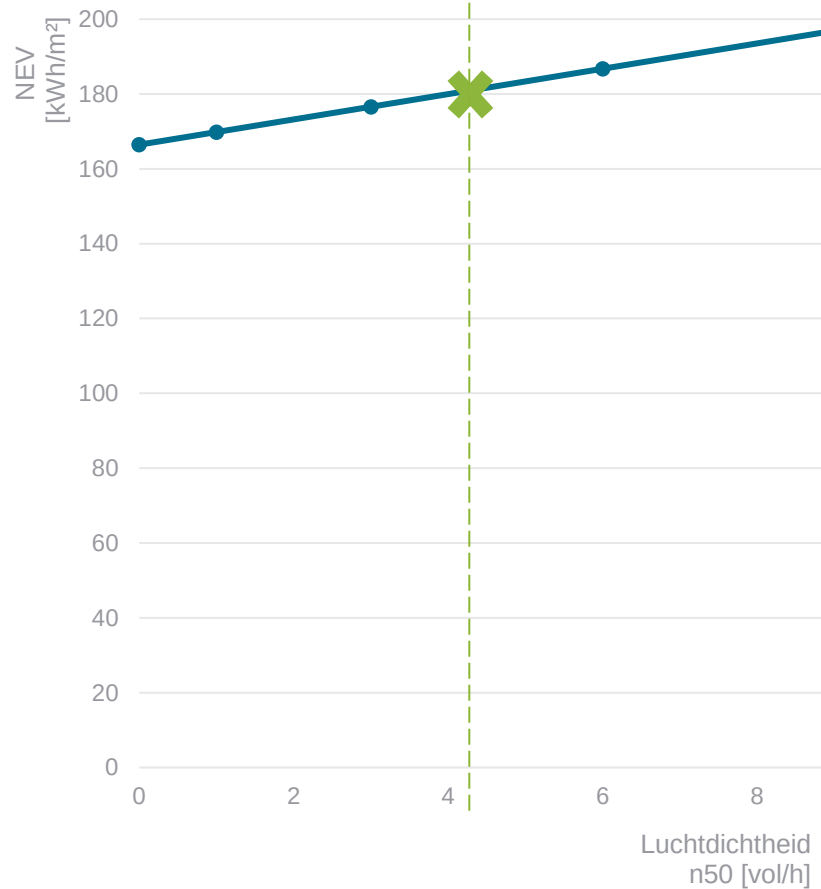
Impact van de variatie van de luchtdichtheid op de globale thermische balans

In waarde

In percentage

n50 [vol/h]

■ 1 ■ 3 ■ 6 ■ 9

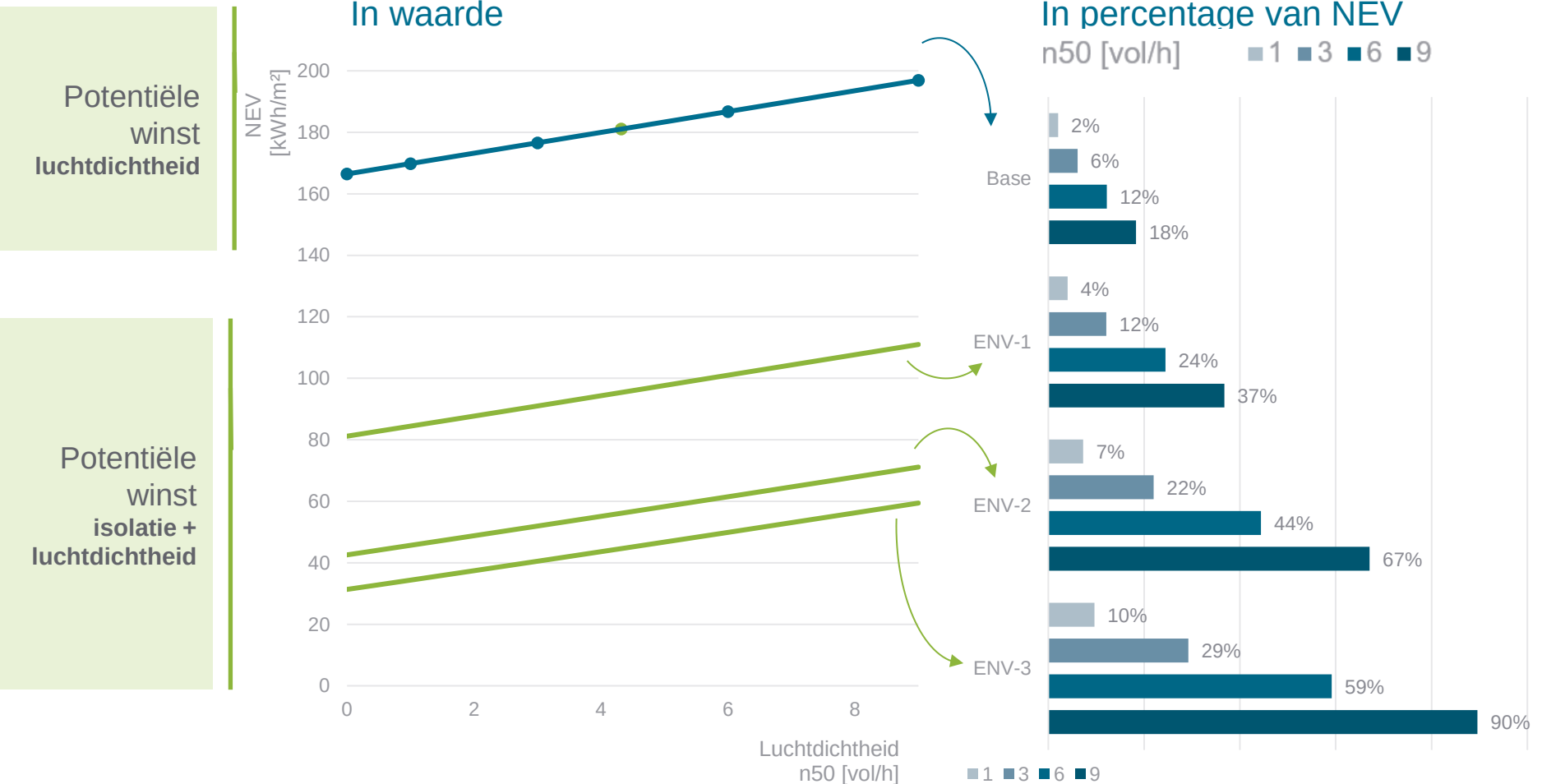


Potentiële
winst
luchtdichtheid



Herhaling van de cijfers

Impact van de variatie van de luchtdichtheid op de globale thermische balans



Aandachtspunten

- ▶ Bij het ontwerp
- ▶ Bij de werken
- ▶ Meten

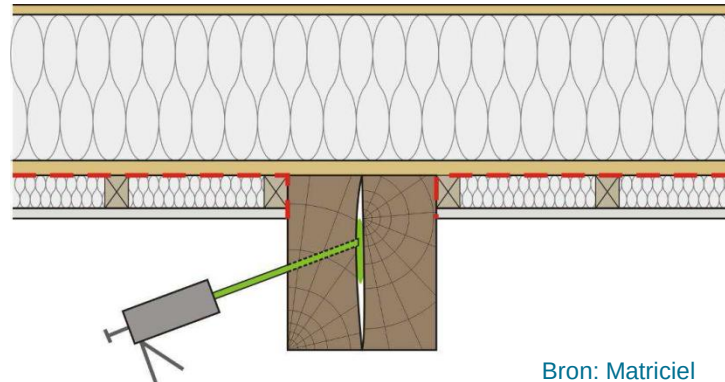


Aandachtspunten

- Bij het ontwerp

Voorbeeld

- dubbele vloerbalken
- geventileerd gaslokaal
- ...



Bron: Matriciel



Bron: BIM



Aandachtspunten

- Bij de werken

Voorbeeld

- *Planning (wie/wanneer/wat?)*
- *Verborgen/ontoegankelijke ruimten*
-



Bron: écorce

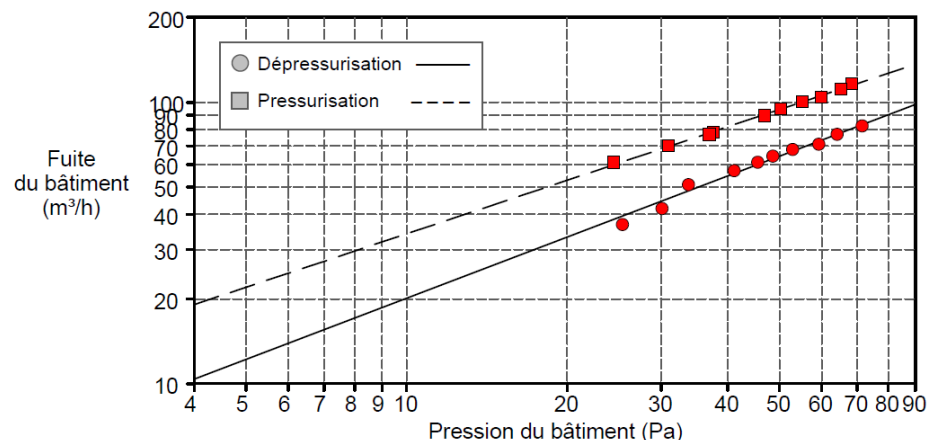


Aandachtspunten

- ▶ De luchtdichtheid is meetbaar.
 - Methode: Blowerdoortest.
 - Ook blaasdeurtest, pressurisatietest of infiltrometrietest genoemd.
 - Bij deze test worden de ruimten met behulp van een ventilator in onder- en overdruk gebracht en worden (facultatief) de plaatsen opgespoord waar lucht doorheen de gebouwschil binnendringt.



Bron: ecorce



⇒ Twee methodes (A of B) volgens de NBN 13829



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Energie: basisprincipes
 - Hoe de luchtdichtheid van een gebouw verzekeren?



- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl. :
 - Luchtdichtheid verbeteren
 - Luchtdichtheid van de wanden en aansluitingen

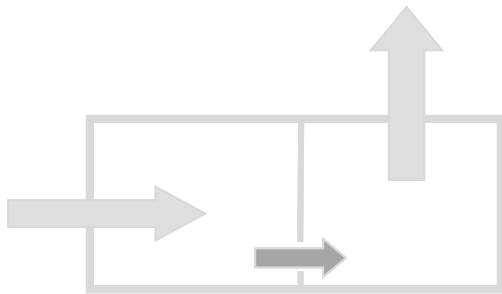


- ▶ Referentietekst: NBN EN 13829
 - Thermische eigenschappen van gebouwen – Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen - Overdrukmethode (ISO 9972:1996, gewijzigd)

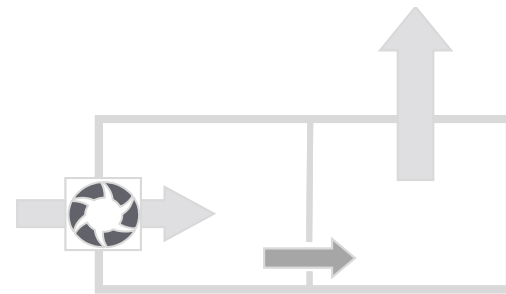


De 4 grote reglementaire systemen

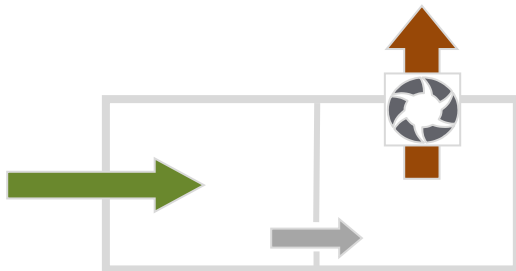
A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



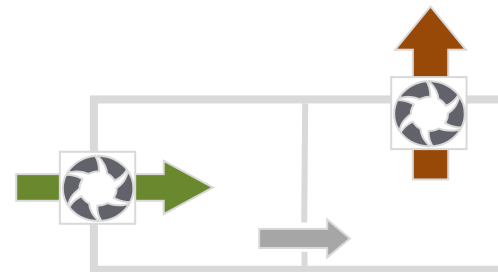
B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



Innovatieve ventilatiesystemen voor woningen in een renovatiecontext.

Dit rapport, geschreven door Buildwise, belicht de mogelijkheid om innovatieve ventilatiesystemen te implementeren in de specifieke context van de renovatie van bestaande woningen (! Niet in EPB-procedure).

Tabel 2 Overzicht van de belangrijkste innovatieve ventilatiesystemen in een renovatiecontext.

		D cascade	C hal centraal	C hal 1 zone slaapkamers	C hal decentraal	C zonaal gemotoriseerde RTO	C cascade	C cascade met mechanische doorstroom
	Fiche	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8
Werkingstype	Type toevoer	mechanisch	natuurlijk	natuurlijk	natuurlijk	natuurlijk	natuurlijk	natuurlijk
	Betrokken ruimten	slaapkamers	hal	hal	hal	slaapkamers en woonkamer	slaapkamers	slaapkamers
	Type mechanische afvoer	centraal	centraal	centraal slaapkamers	decentraal	centraal	centraal	centraal
	Betrokken ruimten	dienstruimten (en leefruimten)	alle	alle	alle	dienstruimten	dienstruimten (en leefruimten)	dienstruimten (en leefruimten)
Voordelen		zeer performant (kwaliteit binnenlucht, comfort, energie)	performant (kwaliteit binnenlucht, comfort, energie)	voordelige oplossing	beperkte werken binnenin de woning		voordelige oplossing	variant van C cascade voor alle n_{50}
		verschillende woningen (bv. meerdere slaapkamers)	verschillende woningen (bv. meerdere dienstruimten)	mogelijke fasering van de werken	mogelijke fasering van de werken	appartement met een gesloten gescheiden woonkamer	appartement met een gesloten gescheiden woonkamer	
Geschikt voor een gesloten gescheiden woonkamer?		varianten mogelijk	varianten mogelijk	varianten mogelijk	varianten mogelijk	ja	ja	ja
Gevoelig voor de luchtdichtheid van de gebouwschil?		nee	nee	nee	nee	nee, indien $n_{50} \leq 3$	nee, indien $n_{50} \leq 1$	nee

Source : Buildwise



Voorbeeld van een fiche : D cascade

In elke fiche zijn de volgende elementen opgenomen: het werkingsprincipe van het systeem, de voordelen en beperkingen van het systeem, de technische oplossingen, de relevante regelingen en mogelijke varianten.

Mechanische toevoer:

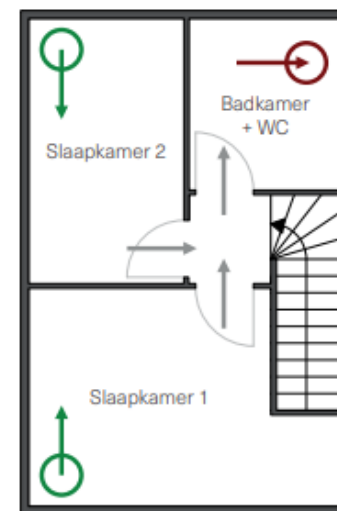
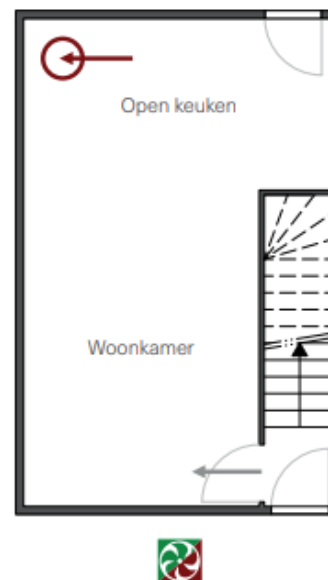
- in de slaapkamers.

Doorstroomopeningen:

- naar de hallen en – in voorkomend geval – naar het trappenhuis
- naar de woonkamer
- naar de dienstruimten.

Mechanische afvoeren:

- in de dienstruimten.



Tabel 3 Voor- en nadelen van de regelingen voor een systeem D cascade.

Regeling	Voordelen	Nadelen
Centrale regeling – handmatig	✓ Geen sensoren en geen klok ✓ Gegarandeerd debiet in de slaapkamers (permanent minimumdebiet)	✗ Het debiet en de kwaliteit van de binnenlucht in de woonkamer zijn afhankelijk van het correcte gebruik van de handmatige bediening
Centrale regeling – CO ₂ woonkamer	✓ Gegarandeerd debiet in de slaapkamers (permanent minimumdebiet) ✓ Doeltreffende verlaging van het debiet ✓ Eén enkele sensor	✗ CO₂-sensor nodig
Centrale regeling – CO ₂ woonkamer en klok slaapkamers	✓ Aanzienlijke verlaging van het debiet ✓ Eén enkele sensor	✗ Het debiet en de kwaliteit van de binnenlucht in de slaapkamers zijn afhankelijk van de goede regeling van de klok ✗ CO₂-sensor nodig ✗ Geprogrammeerde klokfunctie nodig
Centrale regeling – CO ₂ woonkamer en CO ₂ slaapkamers	✓ De grootste verlaging van het debiet	✗ Verschillende CO₂-sensoren nodig

Opmerking

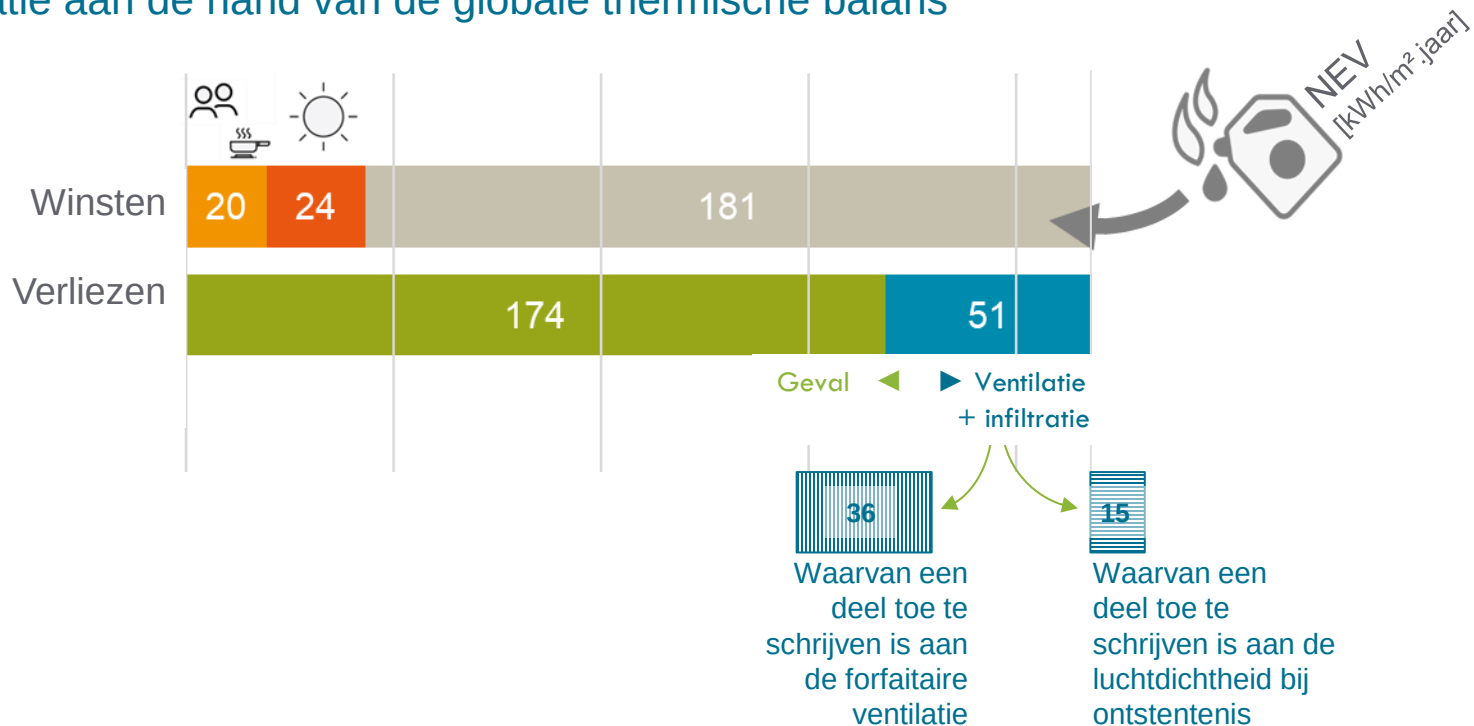
Dit systeem werd niet weerhouden in de norm NBN D 50-001 [B4].



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

Basis-
geval



Aandachtspunten

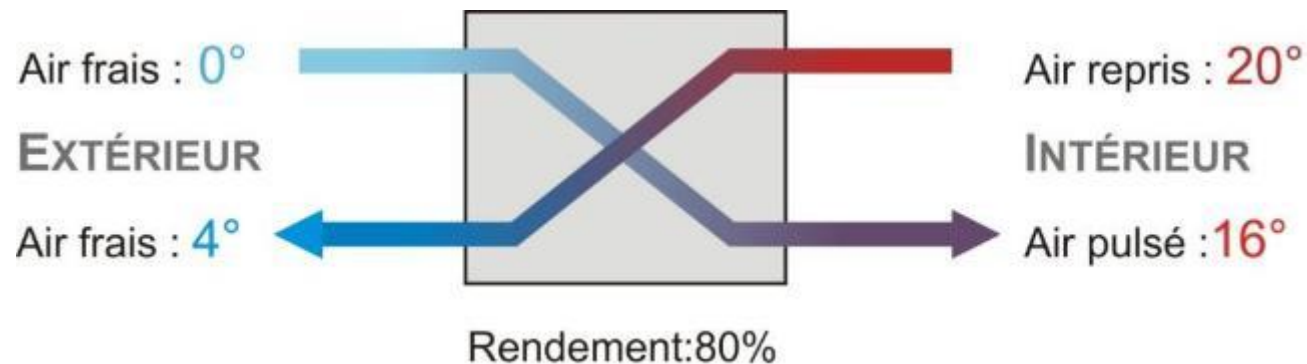
- ▶ De warmteverliezen toe te schrijven aan de hygiënische ventilatie kwantificeren
- ▶ Het elektriciteitsverbruik kwantificeren
- ▶ Impact op de gerenoveerde balans
- ▶ Illustraties van de plaatsruimte
- ▶ Positie van de groep en van de luchtinlaten/-uitlaten
- ▶ De debieten controleren



Aandachtspunten

- ▶ Verliezen door hygiënische ventilatie
- ▶ Voorbeeld: woning met 500 m³/u bij een buitentemperatuur van 0 °C
 - Zonder recuperatie: verliezen van **3400 W**
 - Met recuperatie: verliezen van **680 W**

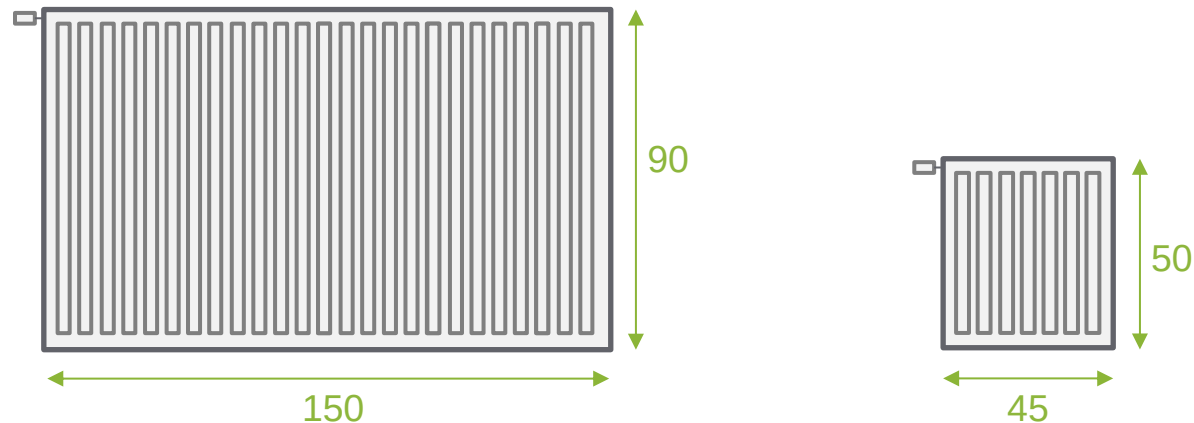
⇒ **Verliezen gedeeld door 5!**



Aandachtspunten

- ▶ Verliezen door hygiënische ventilatie
- ▶ Voorbeeld: woning met 500 m³/u bij een buitentemperatuur van 0 °C
 - Zonder recuperatie: verliezen van **3400 W**
 - Met recuperatie: verliezen van **680 W**

⇒ **Verliezen gedeeld door 5!**



Overeenkomstige afmetingen van een radiator type 22 bij 75/65/20



Aandachtspunten

- ▶ Elektriciteitsverbruik toe te schrijven aan de hygiënische ventilatie

Voorbeeld:

- woning met 500 m³/h uitgerust met een ventilator van 0,2 Wh/m³, d.w.z. 100 W

Continu werkend bij nominaal debiet: 886 kWh/jaar

Geregeld (equivalent $f_{\text{reduc,vent,heat}} = 0,43$): 380 kWh/jaar

⇒ **Verliezen gedeeld door 2,3!**

- Identieke redenering met 2 ventilatoren van 0,2 Wh/m³, d.w.z. 200 W

Continu werkend bij nominaal debiet: 1.772 kWh/jaar

Geregeld op uurbasis: 761 kWh/jaar



Aandachtspunten

► Elektriciteitsverbruik

Type de <u>détection</u> dans les espaces secs	Type de <u>régulation</u> de l' <u>alimentation</u> dans les espaces secs	Type de <u>détection</u> dans les espaces humides		
		Détection <u>locale</u> dans les espaces humides		Aucune détection ou autre détection
		Régulation locale de l'évacuation	Régulation centrale de l'évacuation	
CO₂ - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale	0,35	0,38	0,42
	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,41	0,45	0,49
	Centrale	0,51	0,56	0,61
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Centrale	0,60	0,65	0,70
CO₂ - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale CO₂ - centrale : un capteur ou plus dans le(s) conduit(s) d'évacuation	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,43	0,48	0,53
	Centrale	0,75	0,81	0,87
	Centrale	0,81	0,87	0,93
Présence - locale : un capteur ou plus dans chaque espace sec	Locale	0,54	0,60	0,64
	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,63	0,67	0,72
	Centrale	0,76	0,82	0,88
Présence - locale partielle : un capteur ou plus dans chaque chambre à coucher	Centrale	0,87	0,93	1,00
Présence - locale partielle : un capteur ou plus dans le séjour principal et un capteur ou plus dans la chambre à coucher principale	2 zones (jour/nuit) ou plus	0,66	0,72	0,78
	Centrale	0,87	0,93	1,00
Autre ou aucune détection dans les espaces secs	Aucune, locale, par zone, ou centrale	0,90	0,95	1,00

Tableau [1] : $f_{\text{reduc,vent,heat,zone}}$ pour les systèmes de ventilation A, B, C et D avec régulation de l'alimentation sur base des besoins dans les espaces secs et/ou de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides



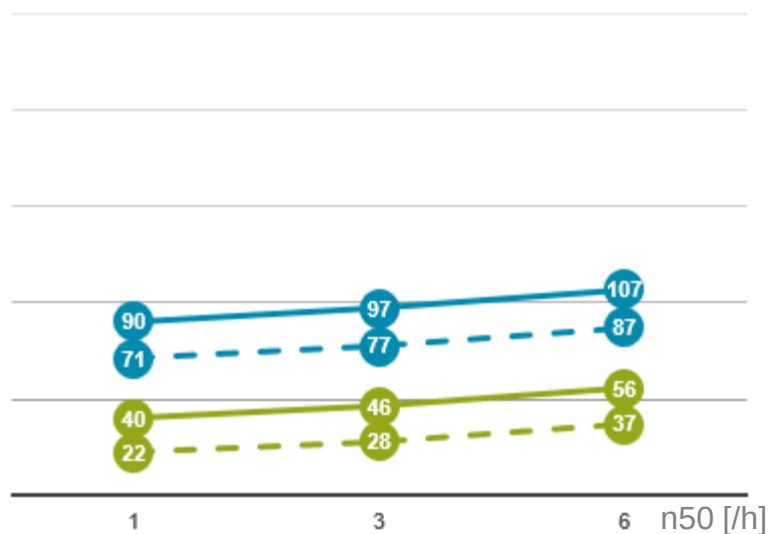
Aandachtspunten

- Impact op de gerenoveerde balans
 - Voorbeeld van systeem C

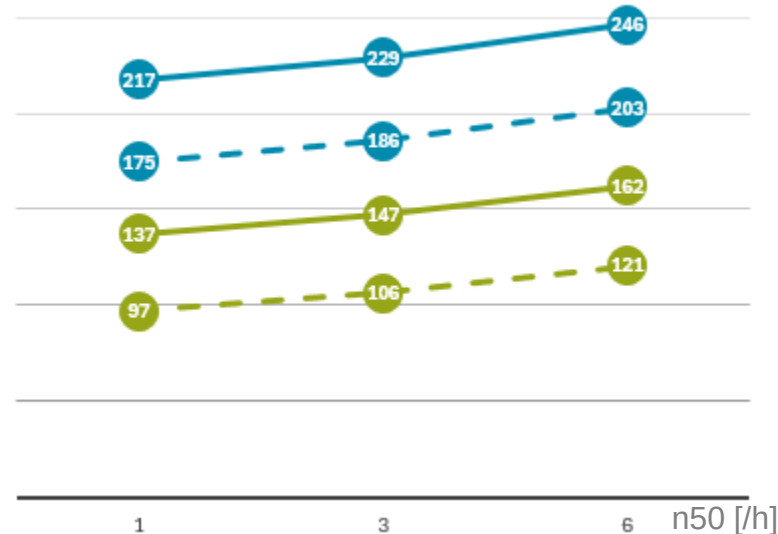
Legenda

- ENV-1 & Ventilation C par défaut
- ENV-3 & Ventilation C par défaut
- - -●- - - ENV-1 & Ventilation C régulé avec encodage détaillé
- - -■- - - ENV-3 & Ventilation C régulé avec encodage détaillé

In NEV
[kWh/m².jaar]



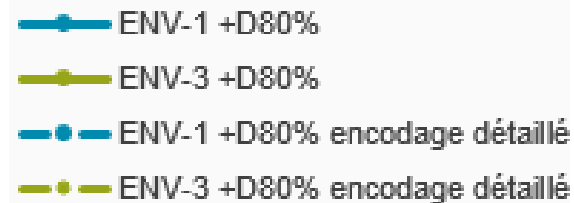
In PEV
[kWh/m².jaar]



Aandachtspunten

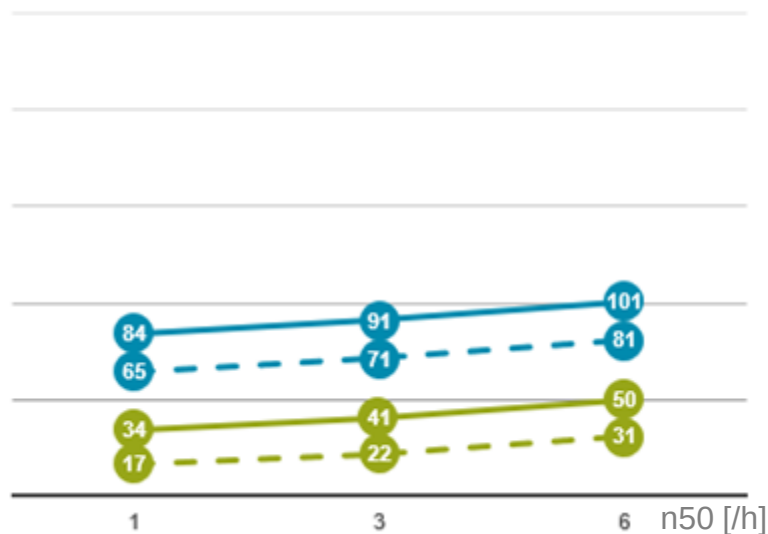
- Impact op de gerenoveerde balans
 - Voorbeeld van systeem D

Legenda

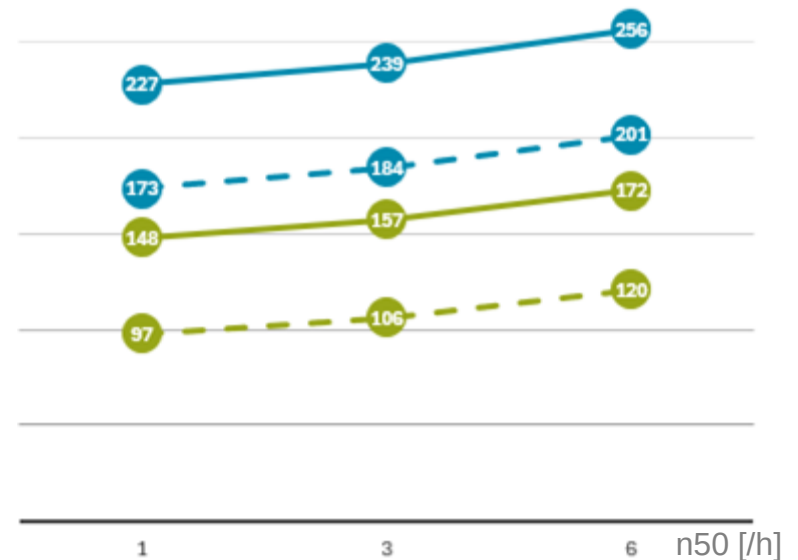


Regeling want uurbasis niet valoriseerbaar

In NEV
 [kWh/m².jaar]



In PEV
 [kWh/m².jaar]



Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



Ventilatieprofiel
Bron: Renson



Schuifventilatierooster
Bron: Renson



Kanaalventilator
Bron: Soler & Palau



Extractiegroep type C+
Bron: Renson



Kanalen uit verzinkt staal



Soepele aluminium kanalen

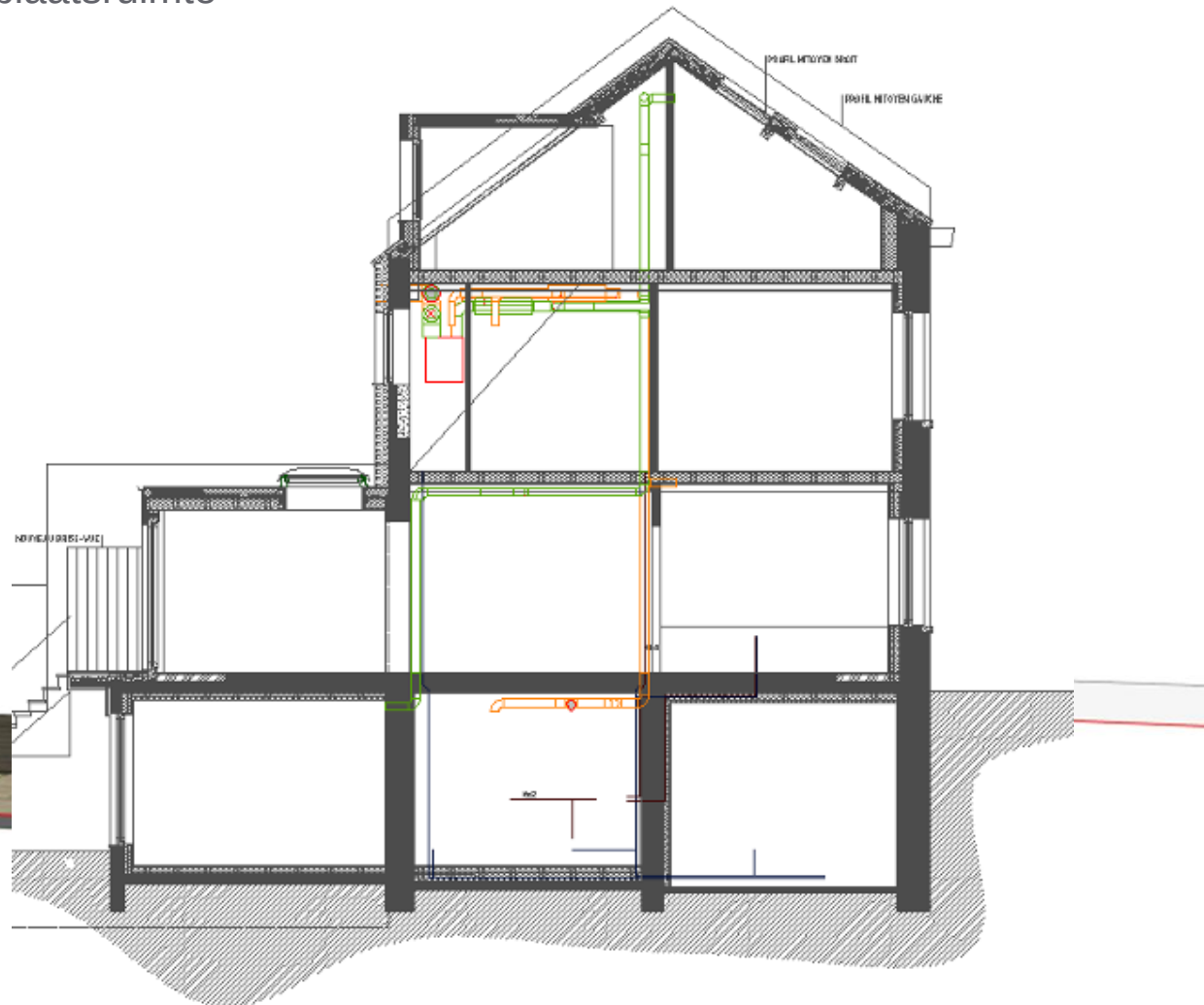


Ronde geluiddemper
Bron: Trox



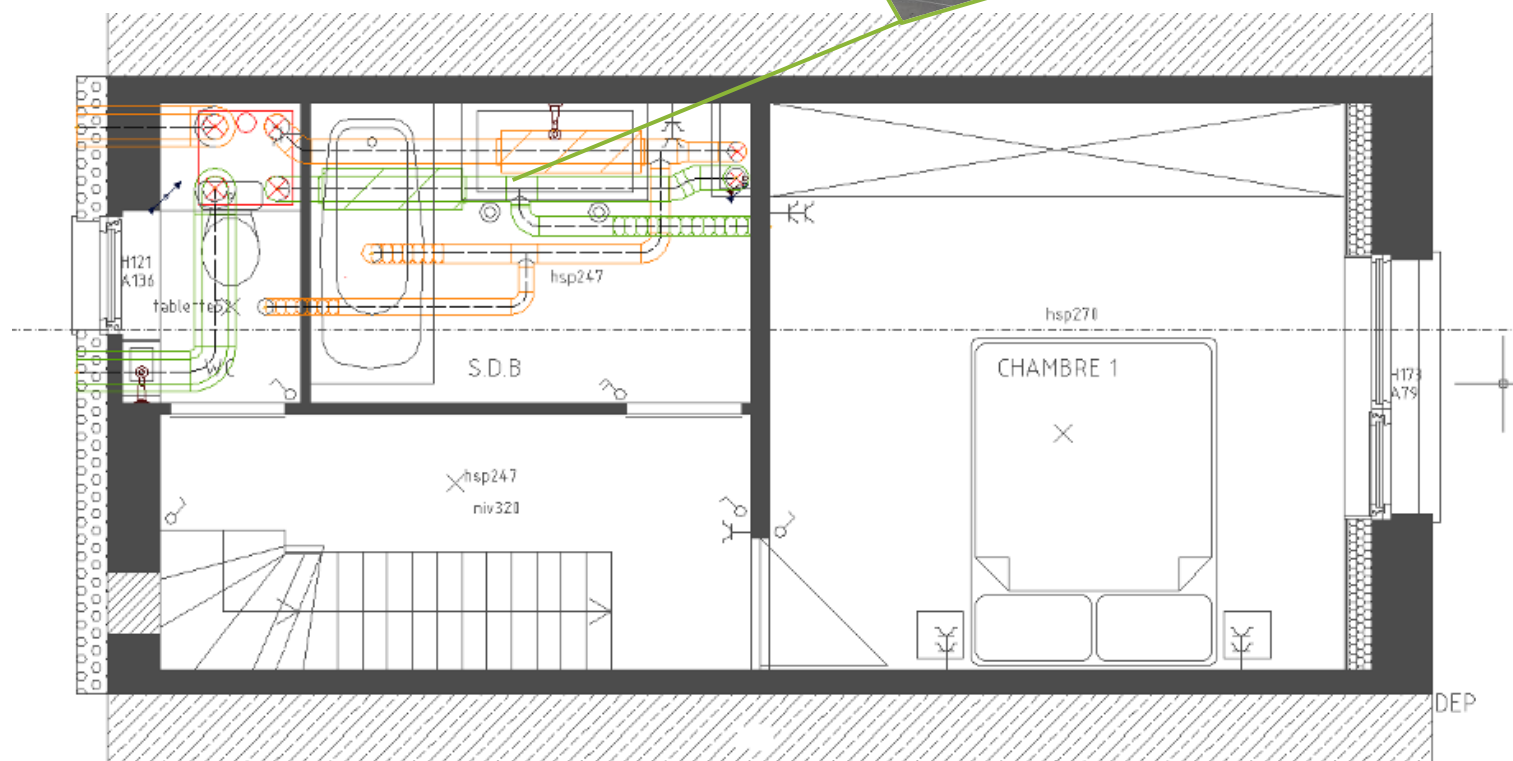
Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



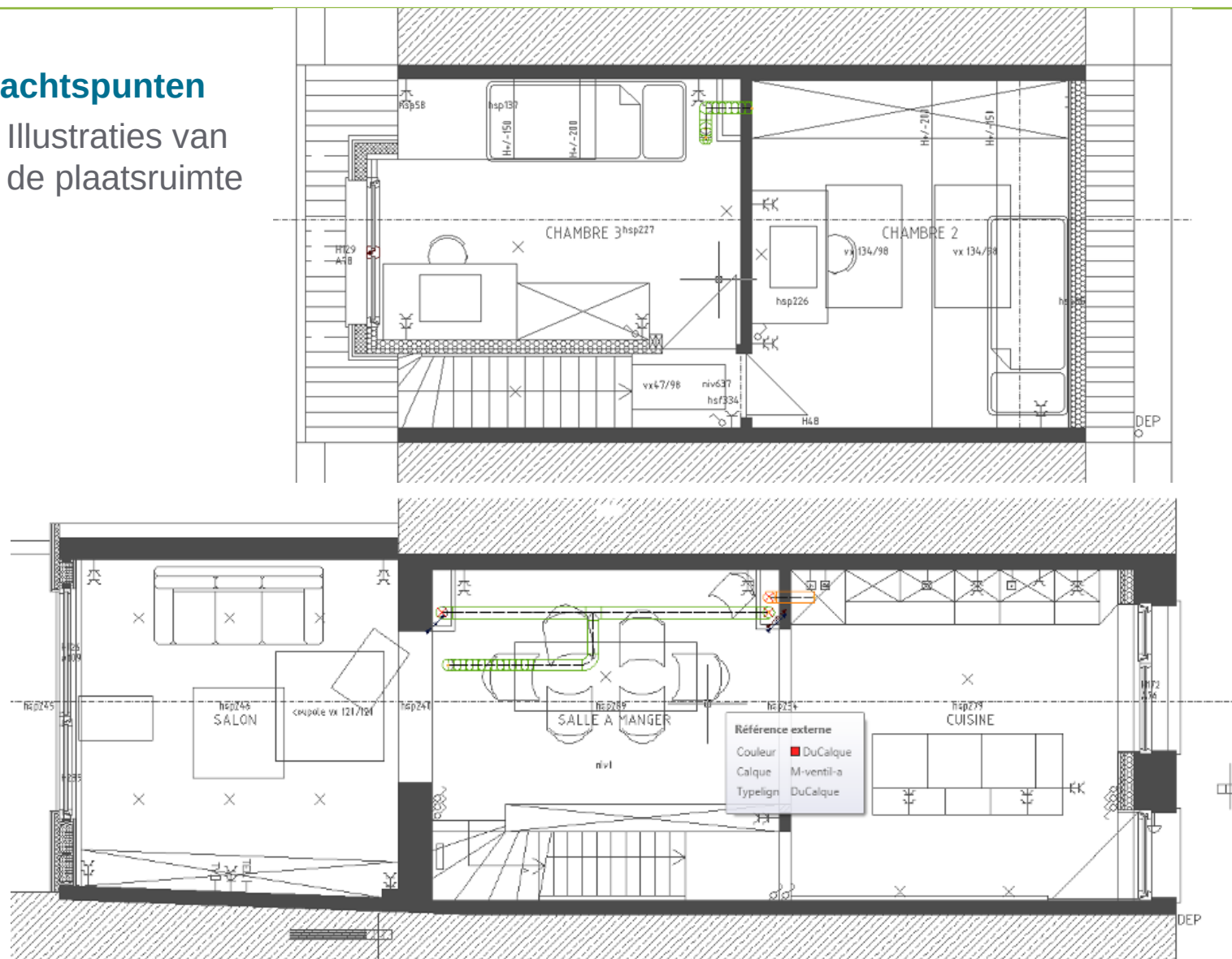
Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



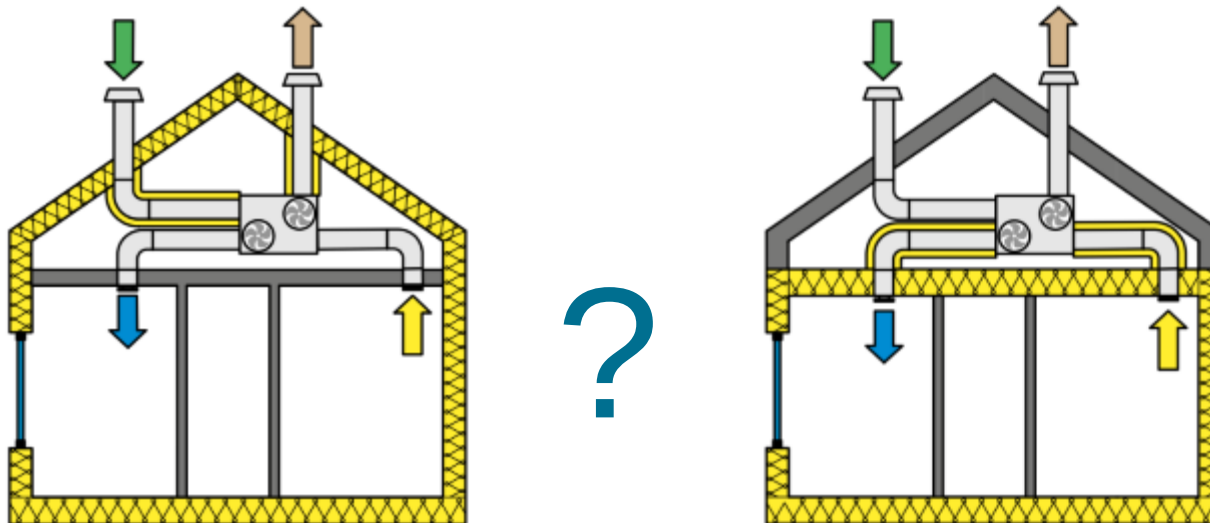
Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



Aandachtspunten

- Positie van de groep en van de luchtinlaten/-uitlaten



Aandachtspunten

- Positie van de groep en van de luchtinlaten/-uitlaten

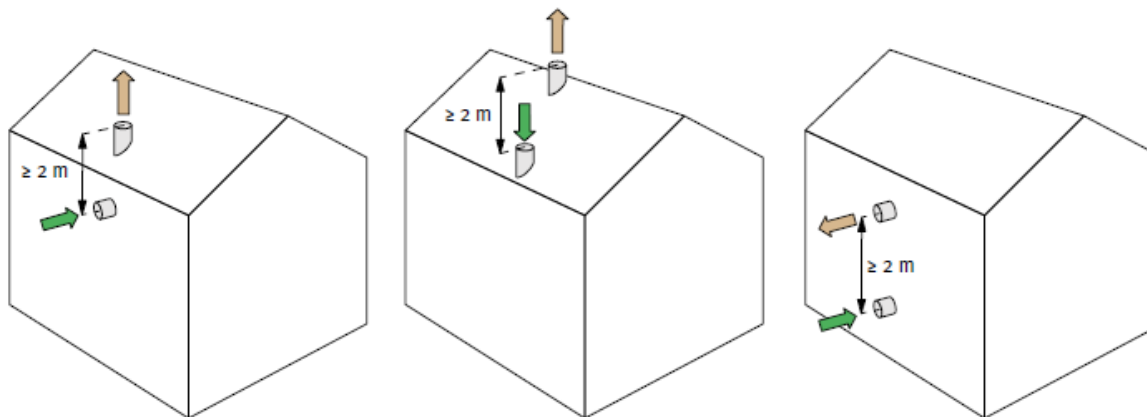


Fig. 20 Différence de hauteur minimale de 2 m entre une prise d'air et un rejet pour différentes situations (la prise d'air étant plus bas que le rejet).

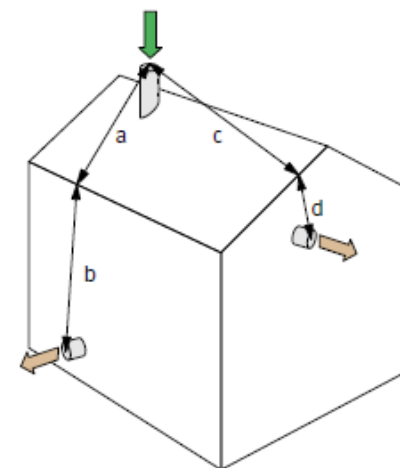


Fig. 21 Distance minimale de 10 m ($a + b + c + d$) entre un rejet et une prise d'air pour différentes situations (lorsqu'il n'est pas possible de placer la prise d'air 2 m plus bas que le rejet).

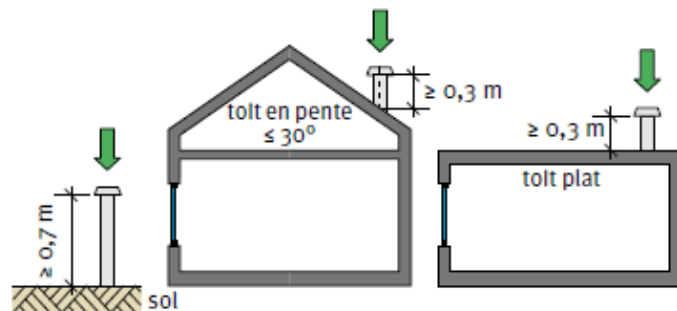


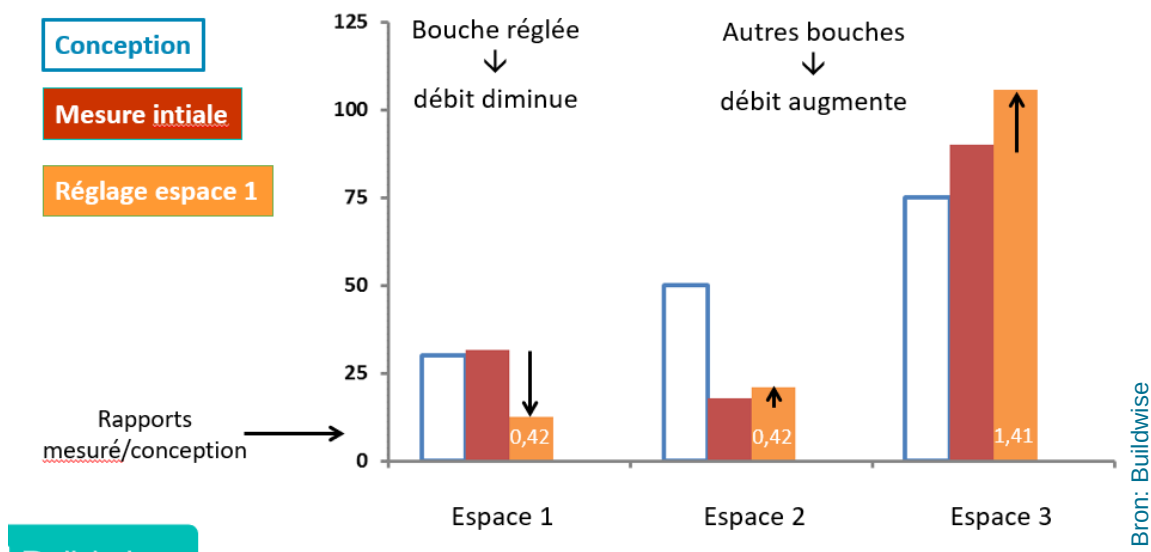
Fig. 23 Hauteur minimale des prises d'air placées au sol (à gauche) et sur une toiture dont la pente n'est pas supérieure à 30° (à droite).

→ Opgelet op de afstand tussen de buitenluchtinlaat en de uitlaat voor de rookgasafvoer / de schoorsteen van de buren, primaire ventilatie riolering



Aandachtspunten

- ▶ De debieten controleren
 - Noodzaak alle ventilatiemonden te meten
 - De regeling van een ventilatiemond → wijzigt het debiet aan de andere ventilatiemonden → de regeling kan al snel veel tijd vergen



- Zie methode Buildwise: <https://optivent-app.buildwise.be>



Quiz

- ▶ Mag ik mijn ventilatie uitschakelen?
- ▶ Mag ik de ramen openen als ik over een conforme ventilatie beschik?
- ▶ Wat gebeurt er op het vlak van de luchtkwaliteit als de woning niet over een conform ventilatiesysteem beschikt?
- ▶ Wanneer ben ik verplicht een conform ventilatiesysteem te installeren?
- ▶ Is hygiënische ventilatie een middel om oververhitting tegen te gaan?



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Energie: basisprincipes incl.
 - Hoe ventileren? Voorstelling van de verschillende systemen en hun voor- en nadelen
 - Ventilatie: ontwerp en afstelling

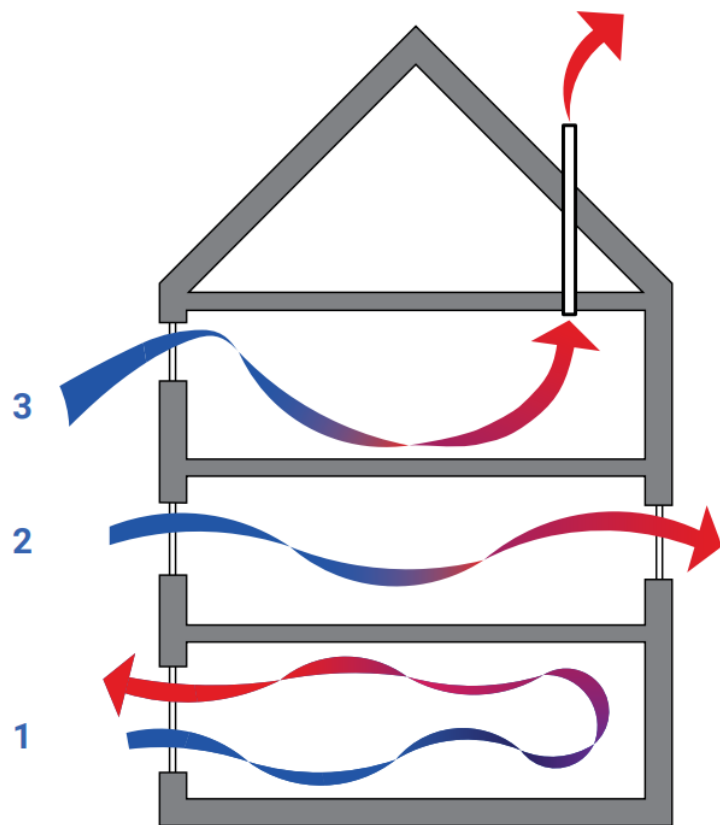


- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl. :
 - Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen
 - Luchtdichtheid van technische voorzieningen



- ▶ Homegrade
 - Ventilatie van een te renoveren woning
- ▶ Buildwise
 - Innovatieve ventilatiesystemen voor woningen in een renovatiecontext





© Dialoog vzw

1. **Eenzijdig:** wanneer deze wordt verkregen door één of meerdere openingen in één enkele gevel.
2. **Dwars:** wanneer deze wordt verkregen door openingen in meerdere gevels.
3. **Verticaal:** wanneer deze wordt verkregen door één of meerdere openingen in de gevel en een verticale afvoer (trappenhal, atrium, leidingen...). We spreken dan van “schoorsteeneffect”.

Bron : https://homegrade.brussels/wp-content/uploads/2024/12/Homegrade_brochure_veiligheid-gezondheid_ventilatie-woning-renoveren_NL.pdf



Monitoring uitgevoerd in 23 gelijkaardige woningen

Voorbeeld van de efficiëntie van een intensieve nachtelijke ventilatie voor twee aanpalende huizen (zie grafiek op de vorige pagina).

Eigenschap	Huis nr. 3	Huis nr. 5
Intensieve natuurlijke nachtventilatie	Ja	Neen
Beschermd volume	449 m ³	567 m ³
Globaal isolatiepeil K	13	
Inertie	Weinig massieve structuur	
Voornaamste oriëntatie van de beglazing	Zuiden	
Ventilatievoud bij n_{50}	0,64 h ⁻¹	0,57 h ⁻¹
Gemiddelde gemeten temperatuur	21,4 °C	26,7 °C

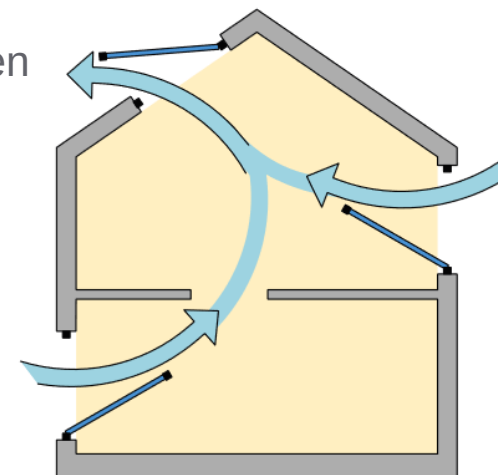
Bron: Buildwise

⇒ De praktijken van de bewoners hebben **een fundamentele impact** op de binnentemperatuur!



Herhaling van de cijfers

- ▶ Debiet intensieve ventilatie = aanzienlijke debieten
 - Verversingspercentage van de lucht van het lokaal van de orde van 6 tot 10 vol/uur (of meer!)
 - > 10x het debiet van de hygiënische basisventilatie
- ▶ Beproefde efficiëntie van de intensieve ventilatie met drie openingen
 - hetzij door de opening van ramen
 - hetzij door het gebruik van specifieke voorzieningen
 - al dan niet geautomatiseerd.



4

Principe van intensieve ventilatie met drie openingen

Bron: Buildwise



Herhaling van de cijfers

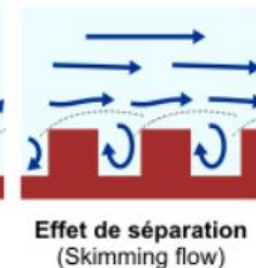
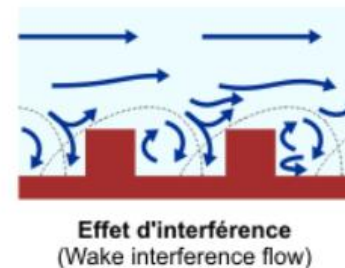
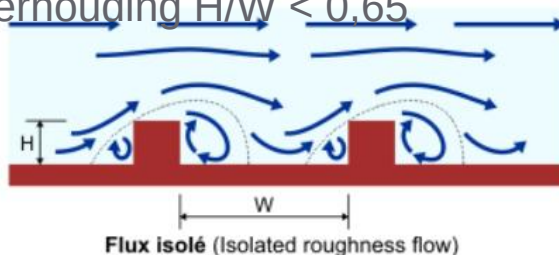
- Minimale opening

Ouvertures minimum nécessaires à la ventilation naturelle intensive en % de la surface au sol des locaux			
	Selon la NBN D50-001 pour les locaux d'hébergement (notion de ventilation intensive)		selon les résultats du projet de recherche NatVent
Ventilation par des ouvertures sur une seule façade	6,4 %	1,02 m ²	4 % 0,64 m ²
Ventilation par des ouvertures sur des façades opposées	3,2 %	0,51 m ²	2 % 0,32 m ²

Voorbeeld voor een lokaal van 16 m²

Bron: EnergiePlus

- Voor zover er voldoende wind is en deze de huizen bereikt ... →
verhouding $H/W < 0,65$



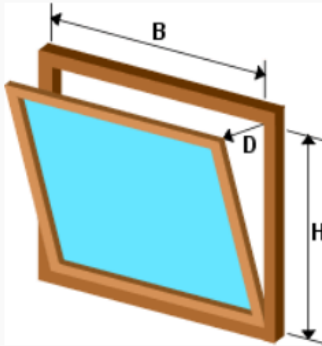
Bron: EnergiePlus



Aandachtspunten

- Combineren van openend oppervlak en intrusierisico!

Calcul de la surface d'ouverture "A" d'un châssis oscillant

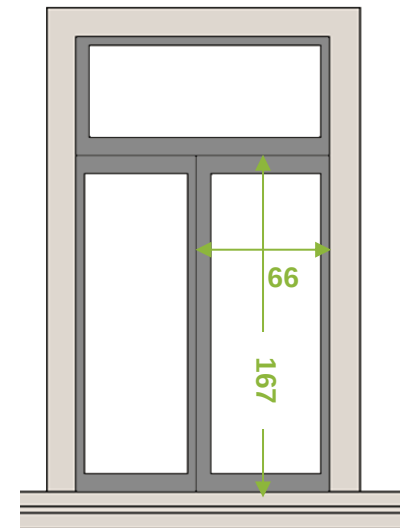

$$A = A_1 A_2 / A_1 + A_2$$
$$A_1 = B \times H$$
$$A_2 = D \times (H + B)$$

Bron: EnergiePlus

- Voorbeeld voor een raam van 167 x 66 cm

Opengedraaid: $A = 1,1 \text{ m}^2$

Opengekiept: $A = 0,26 \text{ m}^2$



Voor meer informatie...



- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Beheer van de oververhitting in de zomer
 - Energie: basisprincipes incl.
 - Hoe het comfort verzekeren in de zomer?



- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl. :
 - Overhitting
 - Het thermisch comfort verzekeren
 - De beste productiewijzen voor hernieuwbare koeling kiezen
 - Een passieve koelstrategie toepassen
- ▶ Energie +
 - Ventilation intensive naturelle d'été
 - Ventilation intensive mécanique d'été

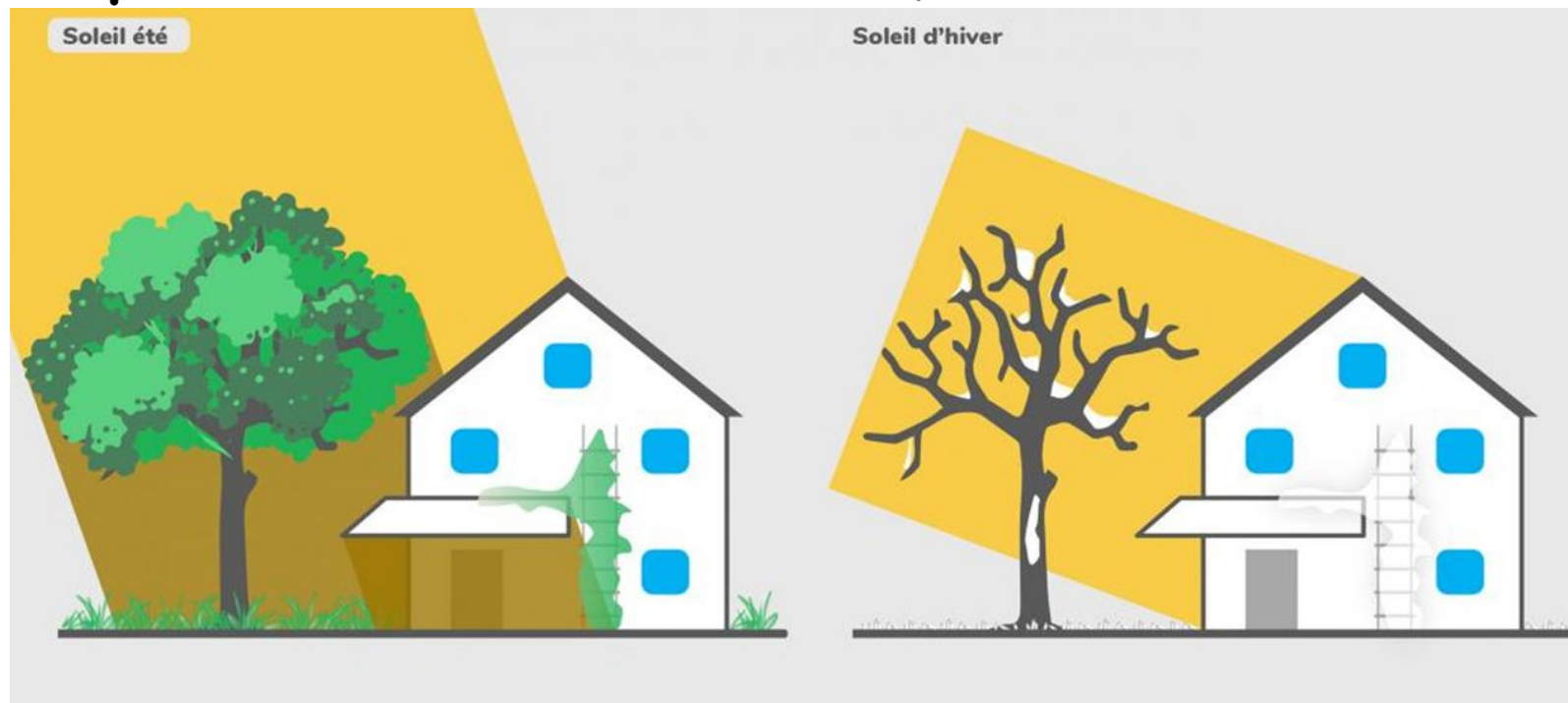




zomerzon



winterzon



Welke parameters hebben er invloed op?

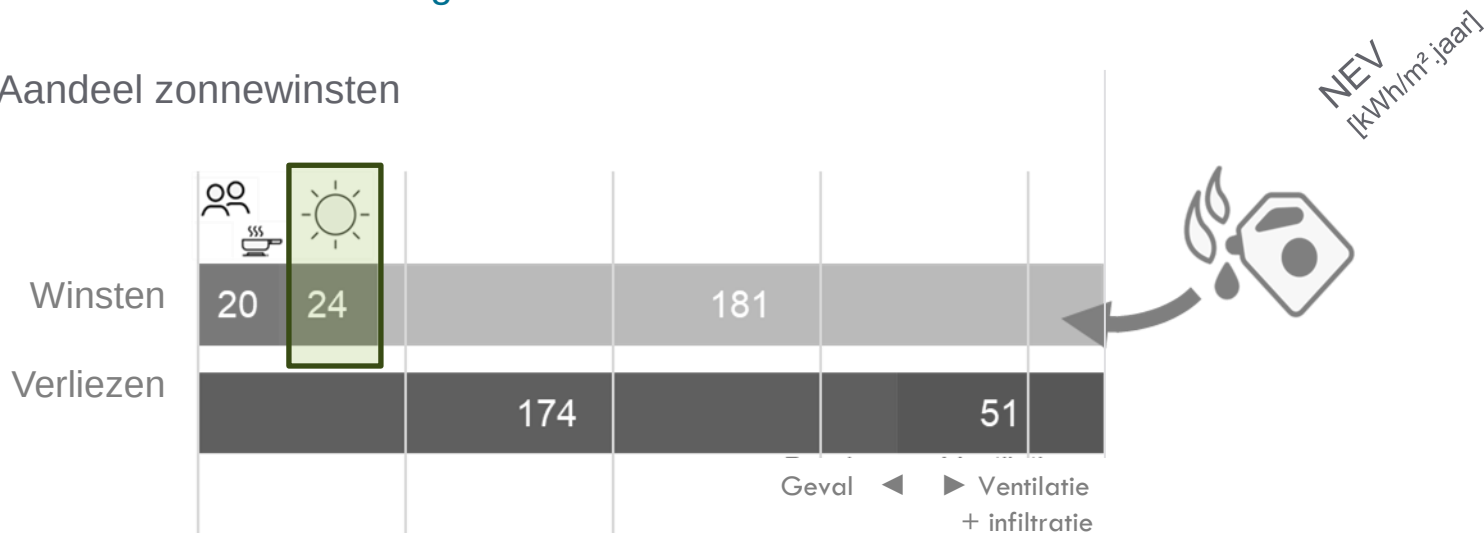


Herhaling van de cijfers

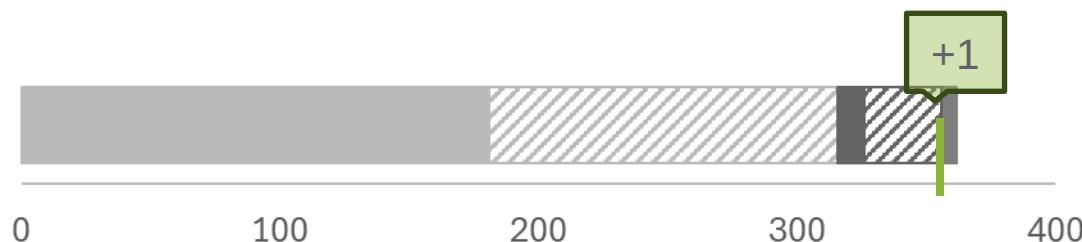
Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

- Aandeel zonnewinsten

Basis-
geval



- Maar ook een fictief koudeverbruik en een oververhittingspercentage...

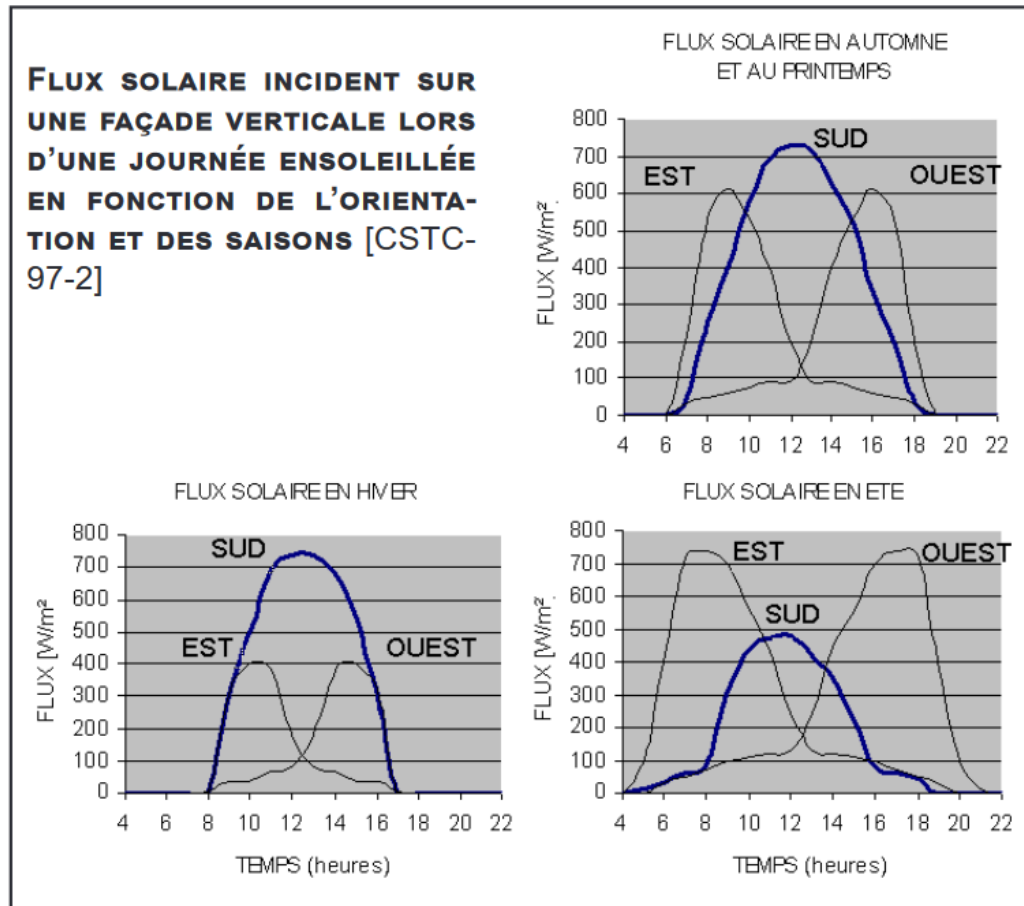


... die de neiging vertonen toe te nemen naarmate men isoleert!



Aandachtspunten

- Capteren
 - Vooral zuidelijk
 - oostelijk
 - westelijk
- Beschermen
 - van oost tot west

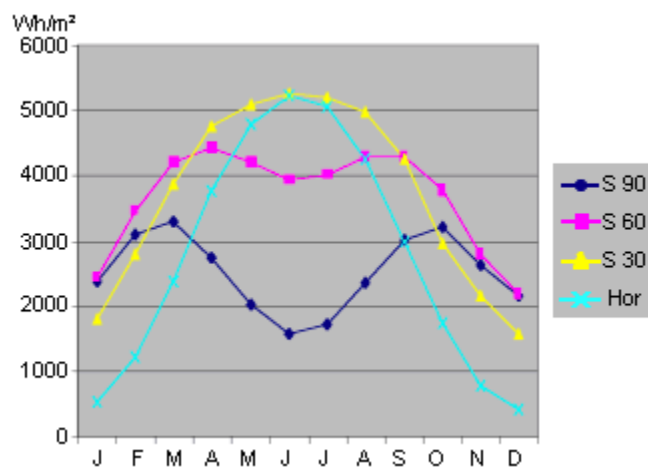


Bron: [Guide pratique pour les architectes. La fenêtre et la gestion de l'énergie \[2018\] \(FR\)](#)



Aandachtspunten

- De schuine vlakken niet vergeten



Bron: Energie+



Hoe de passende zonneweringen kiezen?



- Laat ons samen een samenvatting geven, met focus op de beheersing van zonnewinsten!

	O	ZO	Z	ZW	W
Inrichting parallel aan de gevel					
Inrichting dwars op de gevel - horizontaal of schuin					
Inrichting dwars op de gevel - verticaal					





- ▶ Lesmateriaal van de [Opleidingen Duurzame Gebouwen](#)
 - [Beheer van de oververhitting in de zomer](#)
 - [Energie: basisprincipes](#) incl.
 - [Hoe het comfort verzekeren in de zomer?](#)

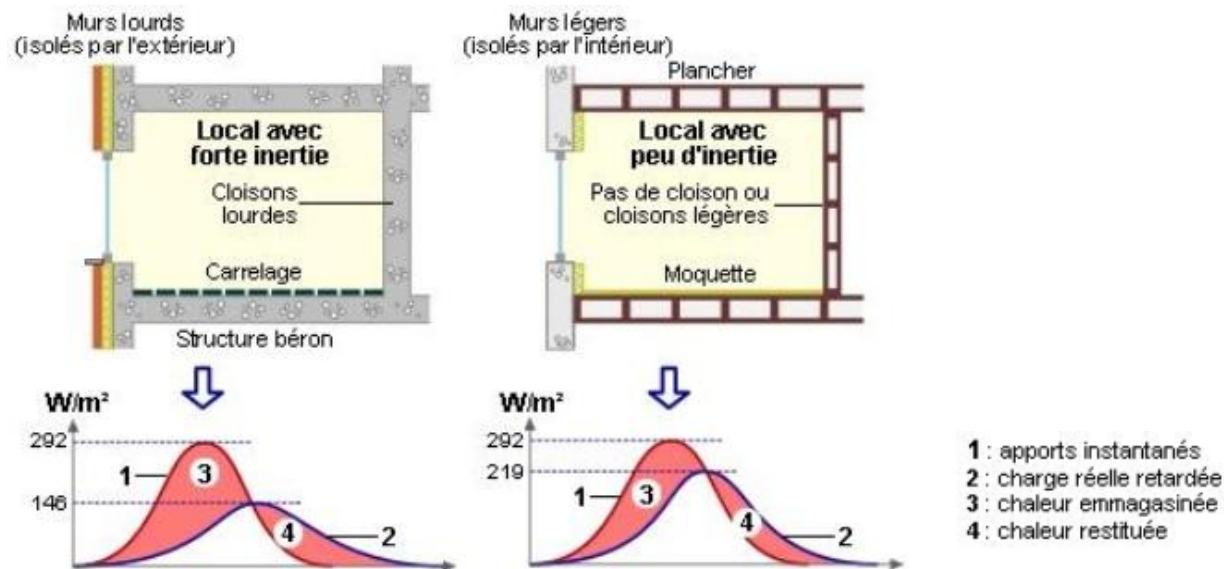


- ▶ Gids Duurzame Gebouwen [Energie](#)
 - Incl. :
 - [Overhitting](#)
 - [Het thermisch comfort verzekeren](#)
 - [Warmtelasten beperken - Elementen voor een duurzame keuze](#)
 - [Een passieve koelstrategie toepassen](#)
- ▶ Andere
 - Buildwise-video [De karakteristieken van zonweringen begrijpen](#)
 - Buildwise-tools [Zonwerende voorzieningen gecombineerd met beglazing](#)
 - Dimensionering van vaste zonweringen: [Susdesign](#)
 - Visualisering van de beschaduwing overeenkomstig het tijdstip: [Sketchup](#)
 - Vergelijking van types wanden: faseverschuiving, prestaties... : [Ubakus](#)



Thermische inertie van een gebouw

- Dat is de eigenschap van het gebouw om **temperatuurschommelingen tegen te gaan**
 - Het gaat om het gebouw **met al zijn onderdelen**, in het bijzonder de wanden van de buitenschil, maar ook de binnenwanden

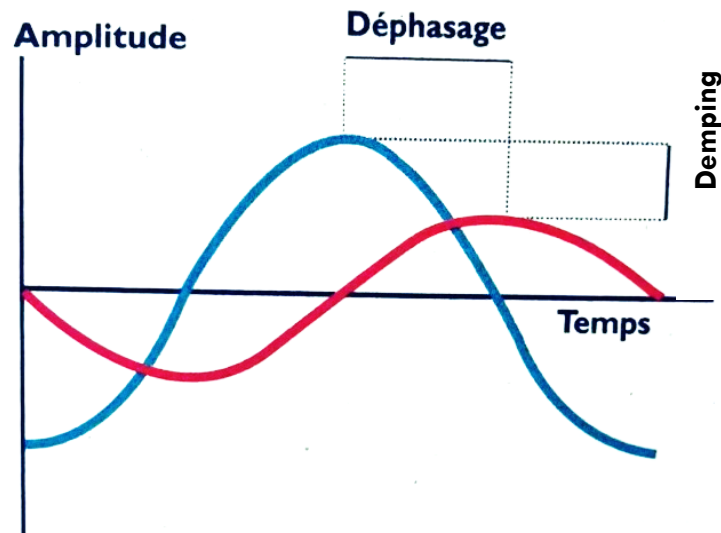


Bron: Architecture et Climat, UCL



Thermische inertie van een gebouw

- ▶ Deze leidt tot
 - het dempen van de amplitude van de thermische golf
 - het verschuiven van de afgifte ervan in de tijd

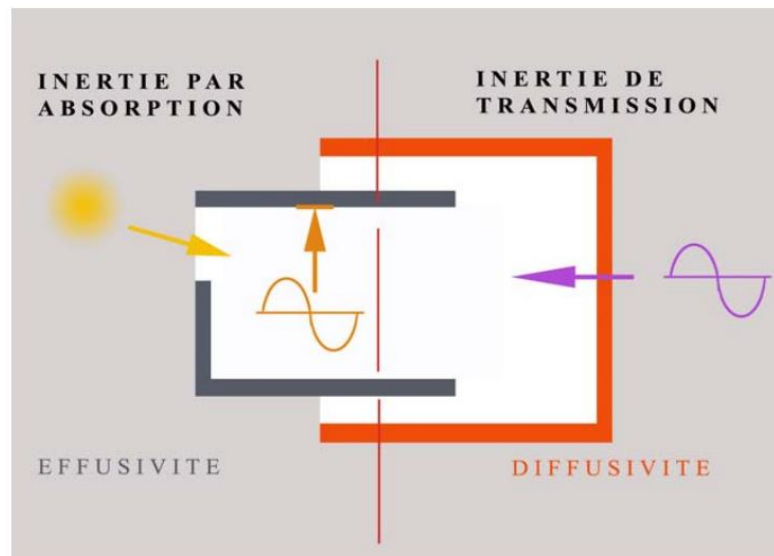


Bron: La conception bioclimatique, Samuel Courgey en Jean Pierre Oliva



Thermische inertie van een gebouw

- We kunnen twee situaties onderscheiden waarin thermische inertie een rol speelt



Bron: Julie LELONG

> Vermindering van de schommelingen in binnentemperaturen veroorzaakt door **intermitterende interne warmtebronnen** en het binnendringen van zonlicht door de vensteropeningen.

> Heeft betrekking op de **binnenwanden**

> Vermindering van de schommelingen in buitentemperaturen veroorzaakt door **> de thermische amplitudes van het klimaat** en door de effecten van de zonnestraling op de scheidingsconstructies van de gebouwschil

> Heeft betrekking op de **scheidingsconstructies van de gebouwschil**



Vergelijking van verschillende soorten scheidingsconstructies

Voor eenzelfde warmtegeleidend vermogen vergelijken we de volgende parameters

► Faseverschuiving [h]

- geeft de tijd weer die verstreken is tussen de warmtepieken binnen en buiten

Een waarde van 12 uur betekent hier dat de maximale binnentemperatuur bereikt wordt 12 uur na de maximale oppervlaktetemperatuur buiten.

► Damping (= tempering van de warmtestroom)

- geeft de verhouding weer van de warmtegolf die van buiten naar binnen wordt overgedragen

Een waarde van 10 betekent dat de oppervlakte aan de buitenzijde 10 keer meer in temperatuur varieert dan de oppervlakte aan de binnenzijde.

Voorbeeld: Voor een dempingswaarde 10 en

een T_{buiten} die varieert van 15 tot 35 °C (variatie van 20 °C)

zal de T_{binnen} een variatie van 2 °C hebben

► Opslagcapaciteit [kJ/m³K]

- ⇒ Deze indicatoren **worden uitsluitend gebruikt voor de vergelijking van verschillende componenten** en zeggen niets over de werkelijk verwachte binnentemperatuur

Simulaties uitgevoerd met behulp van de tool [ubaktus](#)



Vergelijking van verschillende soorten scheidingsconstructies

- Daken – Warmtegeleidend vermogen $U = \sim 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hellend dak

Sarking-
isolatie

- Dak 01: houtstructuur + PUR
- Dak 02: houtstructuur + houtvezel

Isolatie tussen
kepers

- Dak 03: houtstructuur + houtvezel
- Dak 04: houtstructuur + droge grassen
- Dak 05: houtstructuur + cellulose

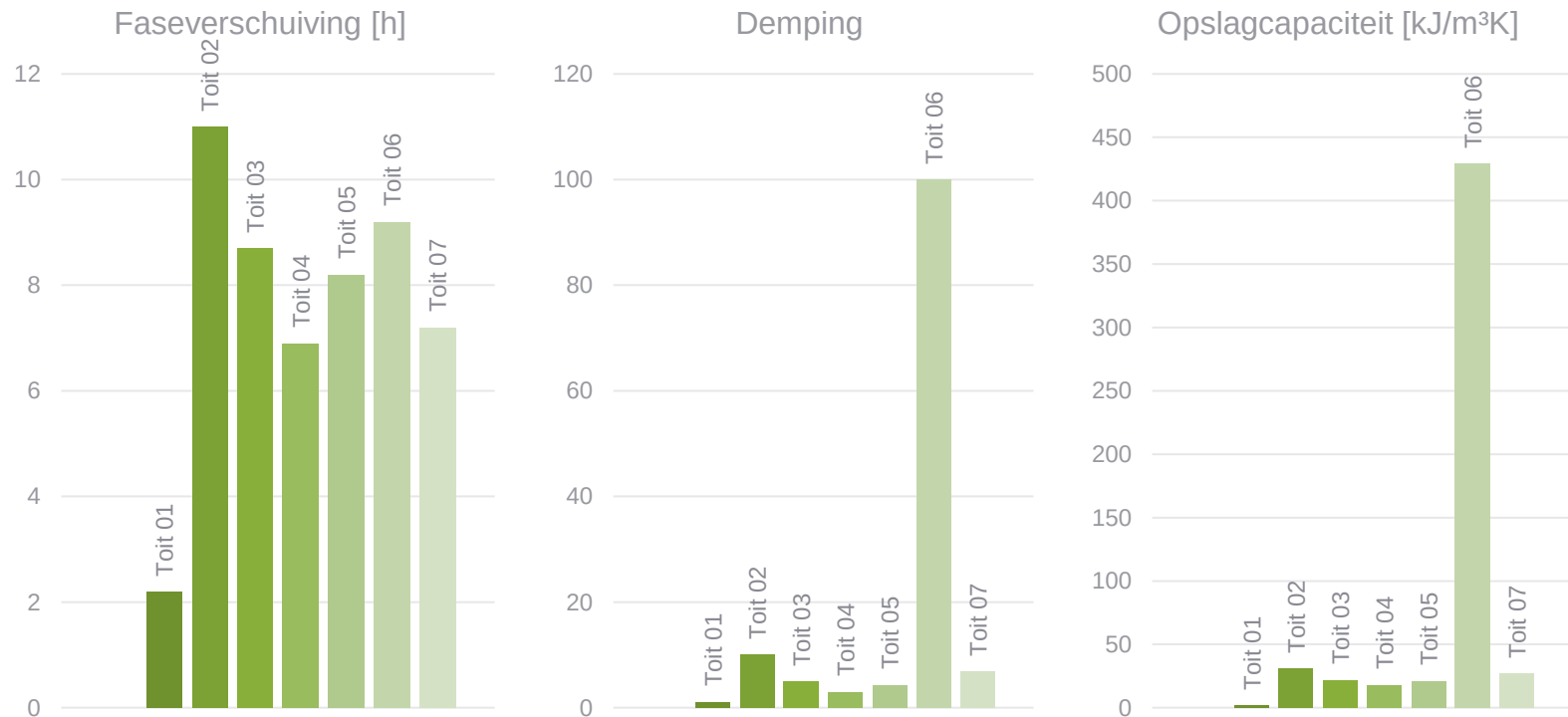
Plat dak

- Dak 06: EPDM + PUR + betonstructuur
- Dak 07: EPDM + houtvezel + houtstructuur + houtvezel



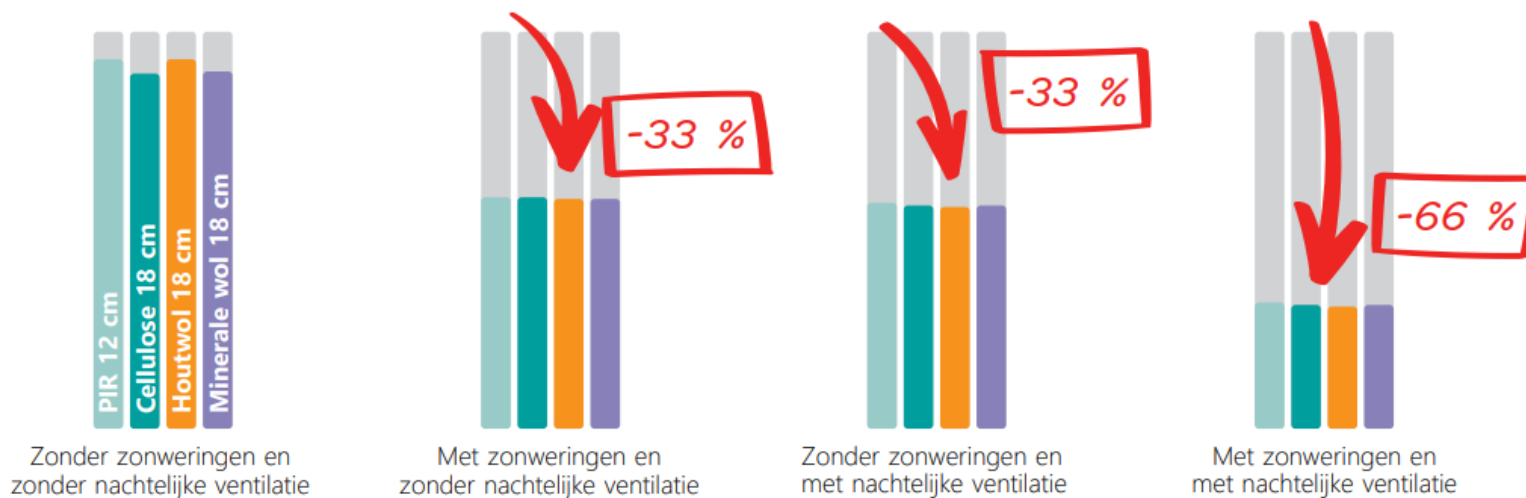
Vergelijking van verschillende soorten scheidingsconstructies

- Daken – Warmtegeleidend vermogen $U = \sim 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$



Vergelijking van verschillende soorten scheidingsconstructies

- Uittreksel uit de resultaten van een studie van Buildwise over de impact van de aard van de isolatie van hellende daken.



- 2 | Vergelijking van de impact van de installatie van zonweringen of van nachtelijke ventilatie op de oververhittingsindicatoren vanaf een temperatuur van 25 °C.

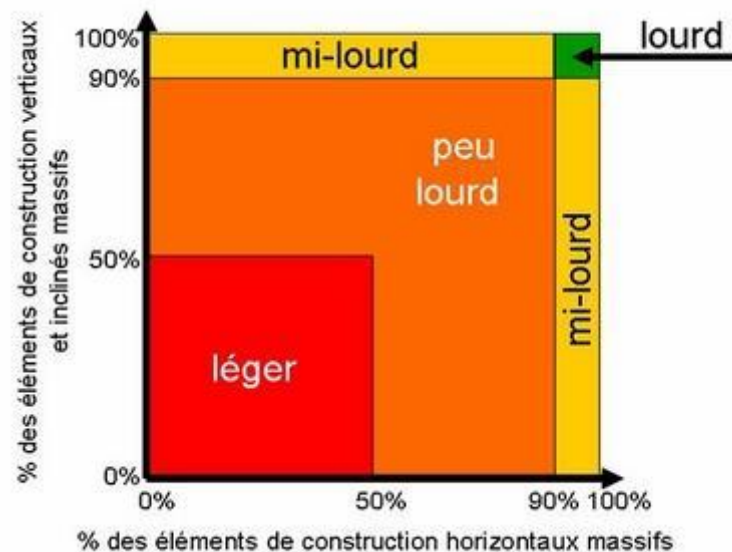
Bron: Buildwise Contact 2021/2

⇒ De aard van de isolatie heeft een kleine impact op de oververhitting



Herhaling van de cijfers

- ▶ EPB = vereenvoudigde benadering



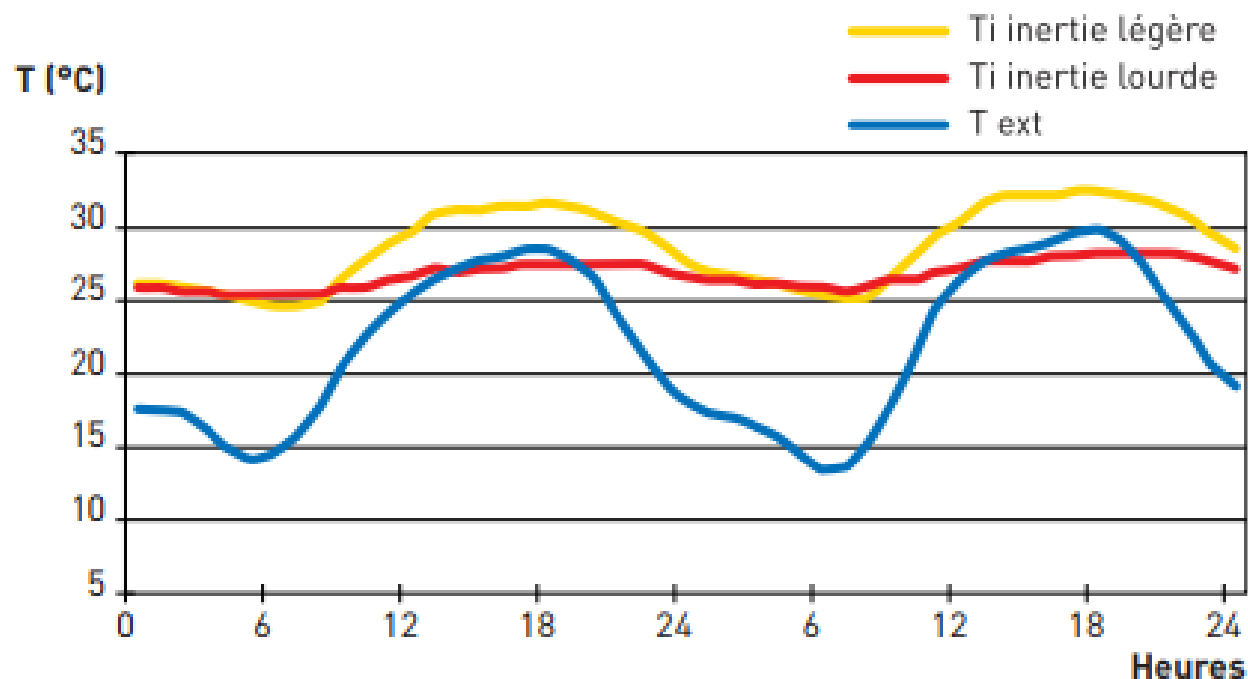
massief bouwelement: massa van minstens 100 kg/m², bepaald vertrekkend van de binnenomgeving tot aan een luchtlaag of een laag met een warmtegeleidend vermogen kleiner dan 0,20 W/(m.K)



Impact van de inertie op het thermische zomercomfort in een woongebouw

► Tribu study

Maison individuelle (été)
Températures Intérieures - Influence de l'Inertie.



Bron: Tribu





- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Beheer van de oververhitting in de zomer



- ▶ Vergelijking van types wanden: faseverschuiving, prestaties... : Ubakus



Interne warmtewinsten

- ▶ De interne warmtewinsten zijn afkomstig van...
 - de mensen
 - de uitrustingen
 - de verlichting

- ▶ In EPB zijn ze geforfaitiseerd. Waarom?

- ▶ In de praktijk zijn er verscheidene parameters die belangrijk zijn
 - Het vermogen
 - De werkingstijd
 - De gebruikperiode (stookperiode/zomerperiode)

2000 W gedurende 1 uur = 20 W gedurende 100 uur



Nadenken over

- ▶ de plaats van de uitrustingen
 - Welke uitrustingen zijn er aanwezig?
 - In of buiten het beschermde volume?
 - Nabij wat?

- ▶ de keuze van performant / energiezuinig materieel





- ▶ Lesmateriaal van de Opleidingen Duurzame Gebouwen
 - Beheer van de oververhitting in de zomer



- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl.: Beperken van de interne winsten



Becijferde synthese van de impact op NEV

- De verliezen via de opake scheidingsconstructies beperken

basisgeval

$$U_{\text{gem.}} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

	U = 0,64	U = 0,24	U = 0,12
Dak		-23	-25
Voorgevel	-21	-27	-29
Achtergevel	-25	-32	-34
Vloer op kelder	-5	-13	-15

- De verliezen via de beglaasde scheidingsconstructies beperken

$$U_{\text{gem.}} = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

	Uw = 2	Uw = 1,15	Uw = 0,7
Ramen	-24	-40	-49

- De verliezen via de ventilatie beperken

$$n_{50} = 4,32 / \text{h}$$

	n50 3	n50 1
Luchtdichtheid	-4*	-11*
*Ten opzichte van de EPB-waarde bij ontstentenis en niet ten opzichte van de werkelijke verliezen		
	Geoptimaliseerd	
Ventilatie	-19	

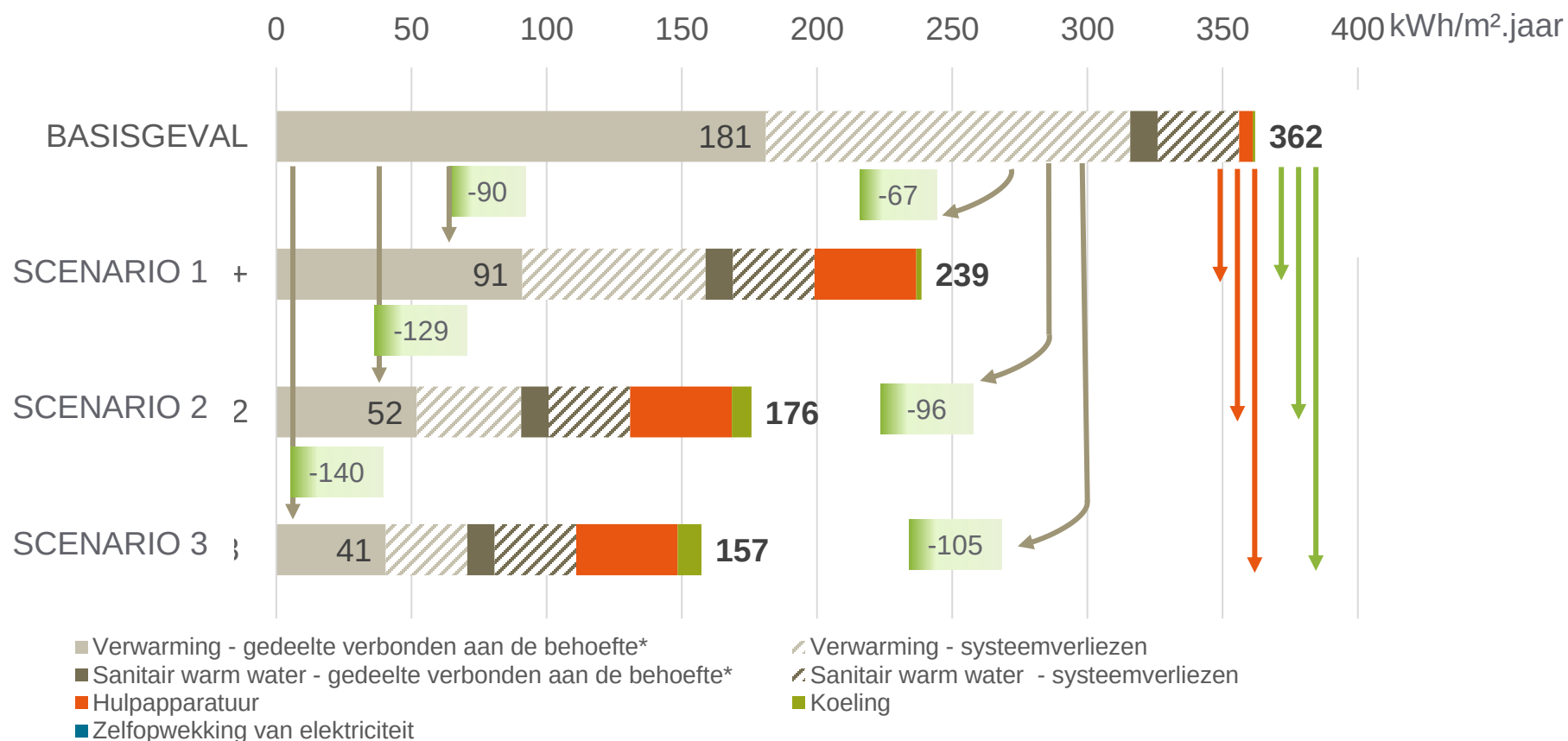
Andere niet-becijferde impact

- Bouwknopen
- Inertie
- Zonnewinsten / koeling



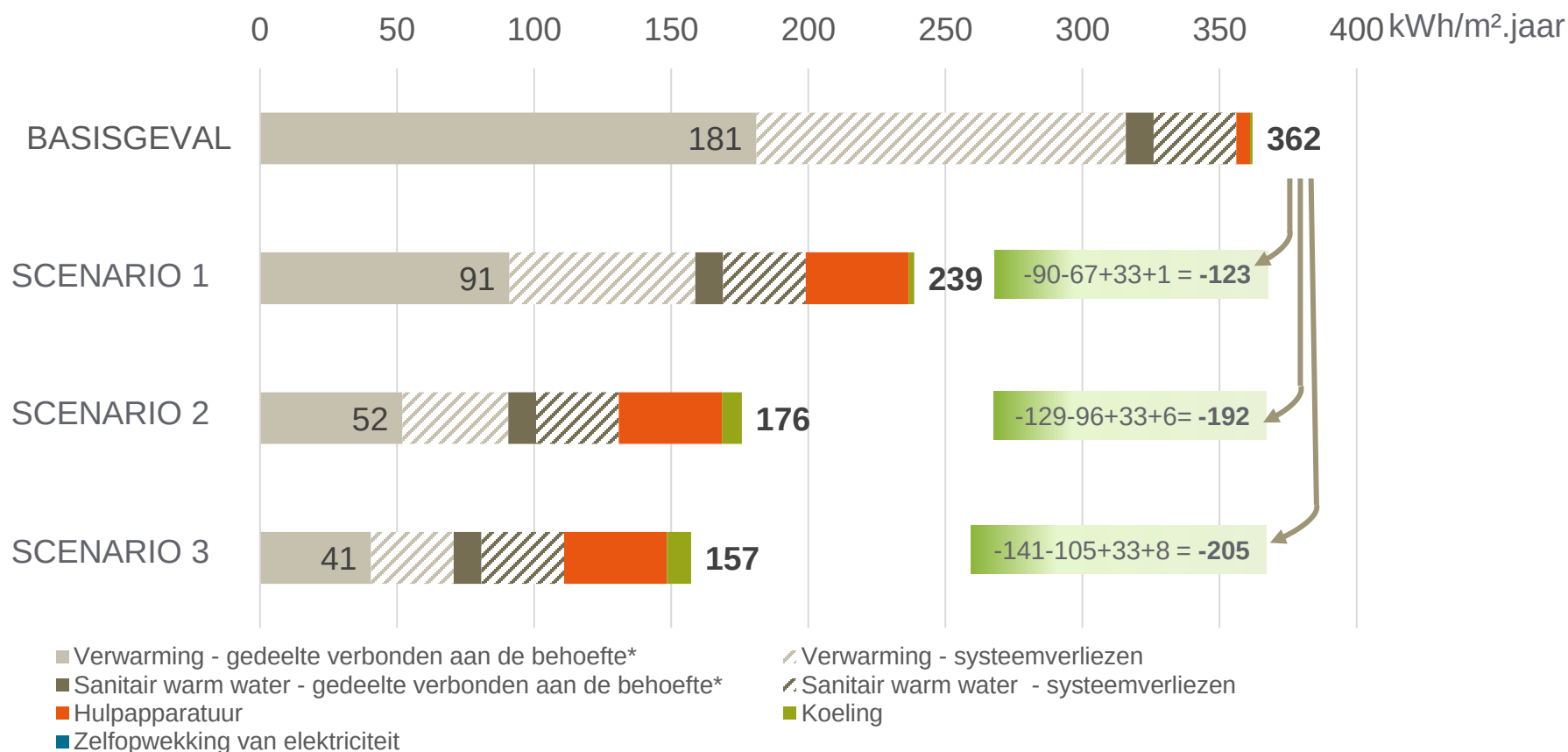
Renovatie van de gebouwschil

- Effect m.b.t. primaire energie (PEV) en aandeel van NEV



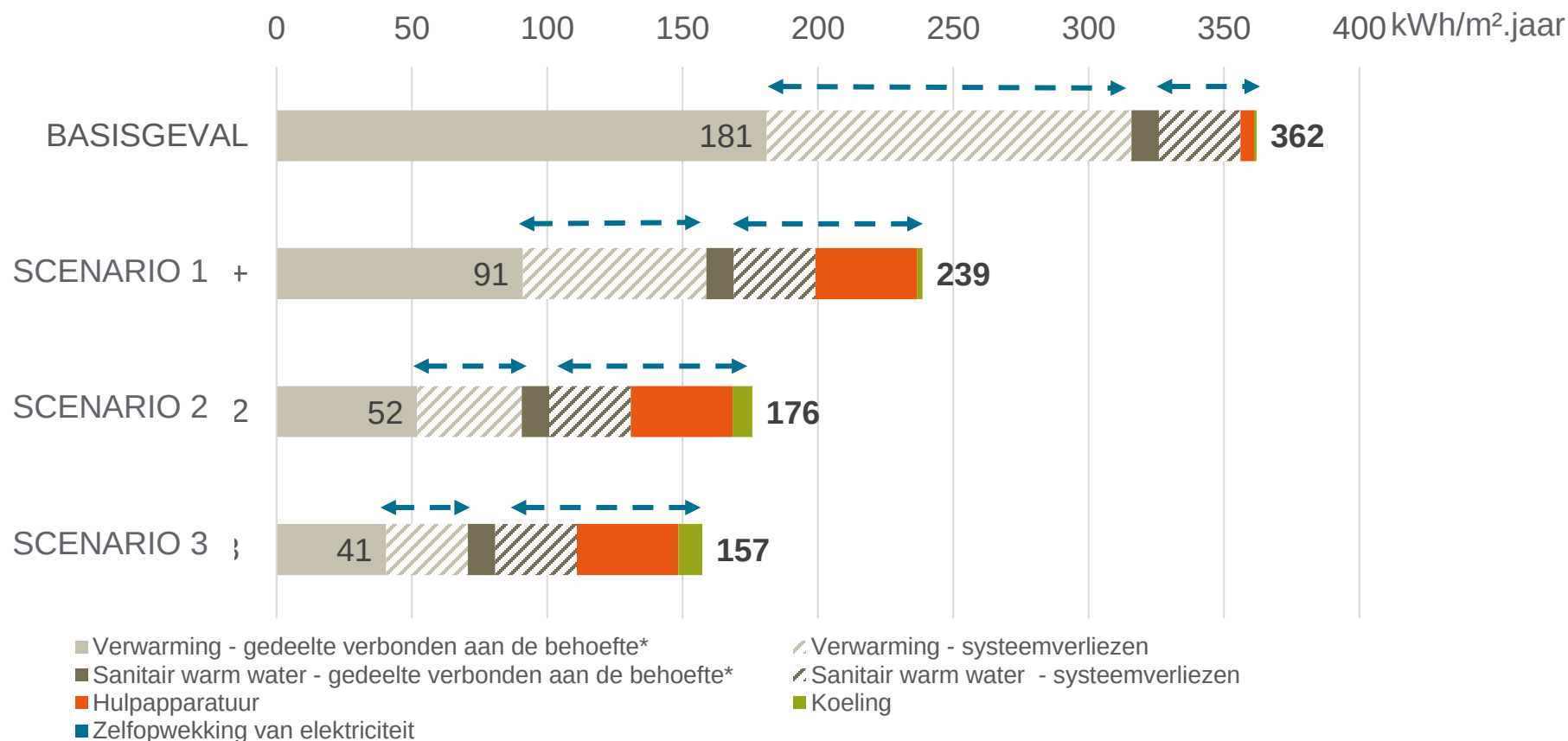
Renovatie van de gebouwschil

- Effect m.b.t. primaire energie (PEV) en aandeel van NEV



Renovatie van de gebouwschil + **stysteemoptimalisatie** [buiten hernieuwbare energiebronnen]

► Actiepotentieel ...



Renovatie van de gebouwschil + **systeemoptimalisatie** [buiten hernieuwbare energiebronnen]

► Actiepotentieel dat het volgende omvat:

- Verwarming - systeemverliezen
- ~~• Sanitair warm water - gedeelte verbonden aan de behoefte~~
- Sanitair warm water - systeemverliezen
- Hulpapparatuur
- Koeling



Hoe op de andere parameters inwerken zodra de verwarmingsbehoefte geminimaliseerd is?

- ▶ Sanitair warm water - gedeelte verbonden aan de behoefte
- ▶ Verwarming - systeemverliezen
- ▶ Sanitair warm water - systeemverliezen
- ▶ Hulpapparatuur
- ▶ Koeling



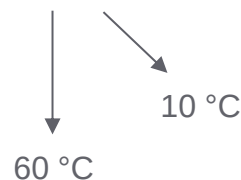
Orde van grootte

- SWW-verbruik $\approx$ 25 tot 60 l/persoon/dag bij 60 °C

Hoe een hoeveelheid water in kWh omzetten?

$$\Rightarrow E \text{ [kWh]} = v * V \text{ [m}^3\text{]} * (T_w - T_k)$$

met $v = 1,16 \text{ kWh}/(\text{m}^3\text{K})$

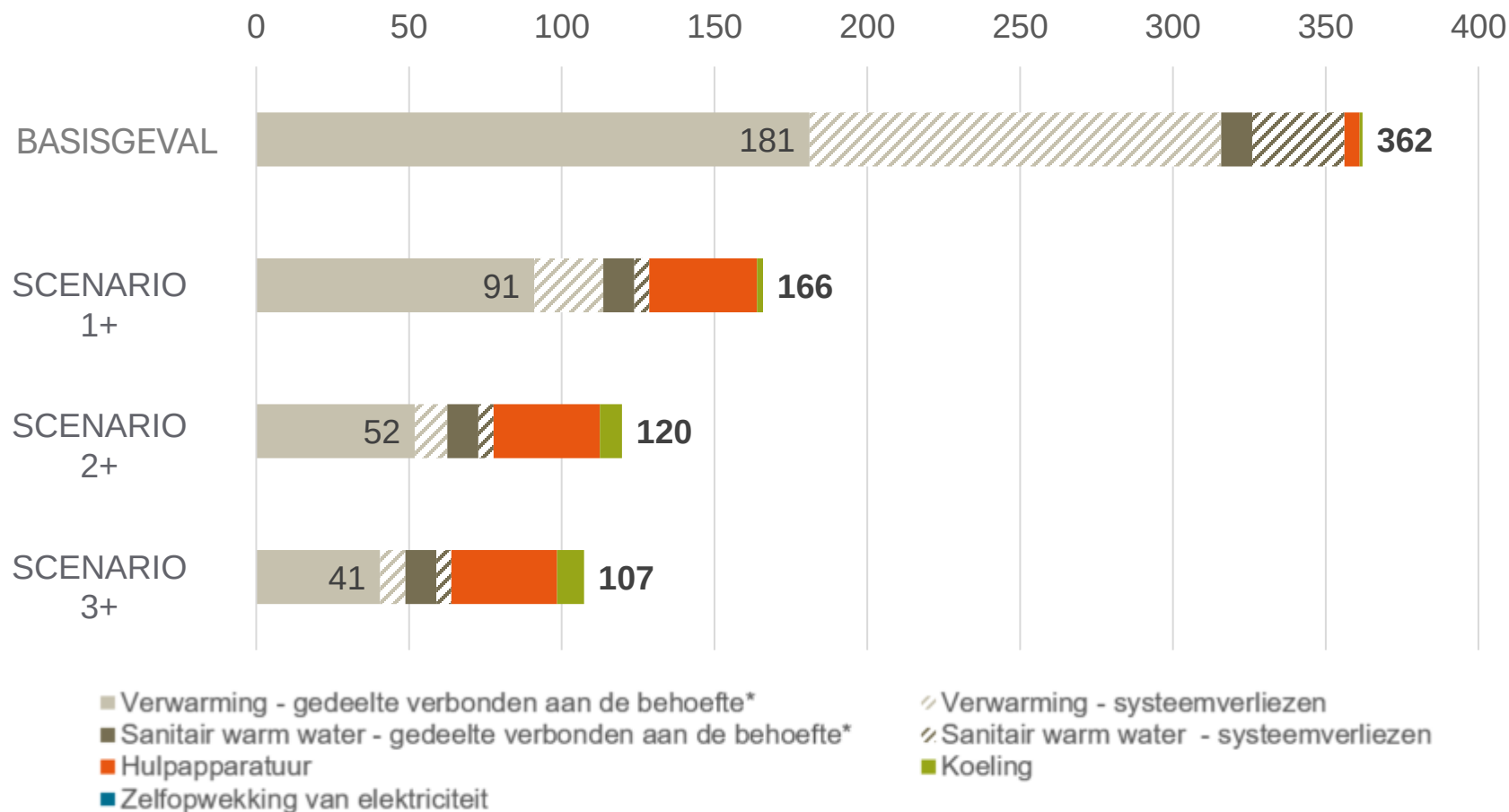


	Volumebehoefte [m ³]	Energiebehoefte [kWh/jaar]	Bij vloeroppervlakte van 245 m ²
4 personen en elk 25 l/dag	36	2117	9
4 personen en elk 60 l/dag	88	5080	21
Volgens EPB voorbeeldhuis		2480	10



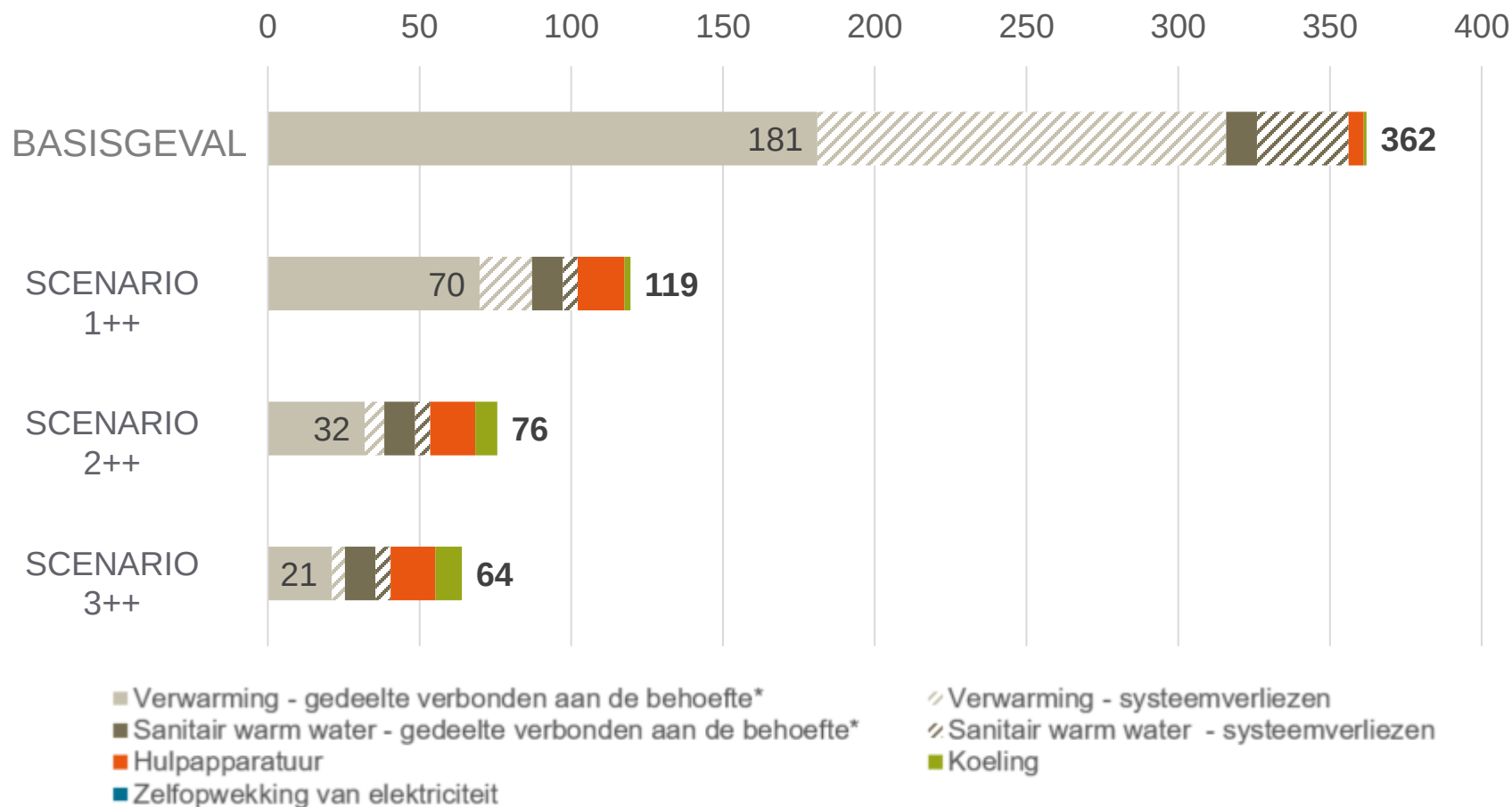
Orde van grootte

- Vervanging van de niet-condenserende verwarmingsketel door een condenserende verwarmingsketel



Orde van grootte

- Ventilatie + gedetailleerde hulpapparatuur





- ▶ De regelgevingen vormen bakens
 - om projecten die eraan moeten voldoen, onderling te vergelijken
 - om projecten die er niet aan moeten voldoen, te sturen (streven naar...)
- ▶ Parallel is een projectspecifieke reflectie vereist (soberheid, tijdsaspect,...)
- ▶ Een intelligent ontwerp vereist
 - het aanpakken van de behoeften voor de systemen worden aangepakt
 - de implementatie van een strategie die zowel voor de stookperiode als voor de zomerperiode werkt
 - een nauwgezette opvolging van de uitvoering
- ▶ Voor niet-standaardgevallen zijn er studies vereist!



Florence Grégoire, Sophie Haine

Projectingenieurs

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

