

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

EPB-EISEN
BIJ RENOVATIE

HERFST 2024

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-draadhuis (zie Dag 1).
- De optimalisatie van de invoer in de software vormt niet het prioritaire onderwerp



KENNISOPFRISSING

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

RICHTLIJNEN BEPALEN

INTELLIGENT ONTWERPEN

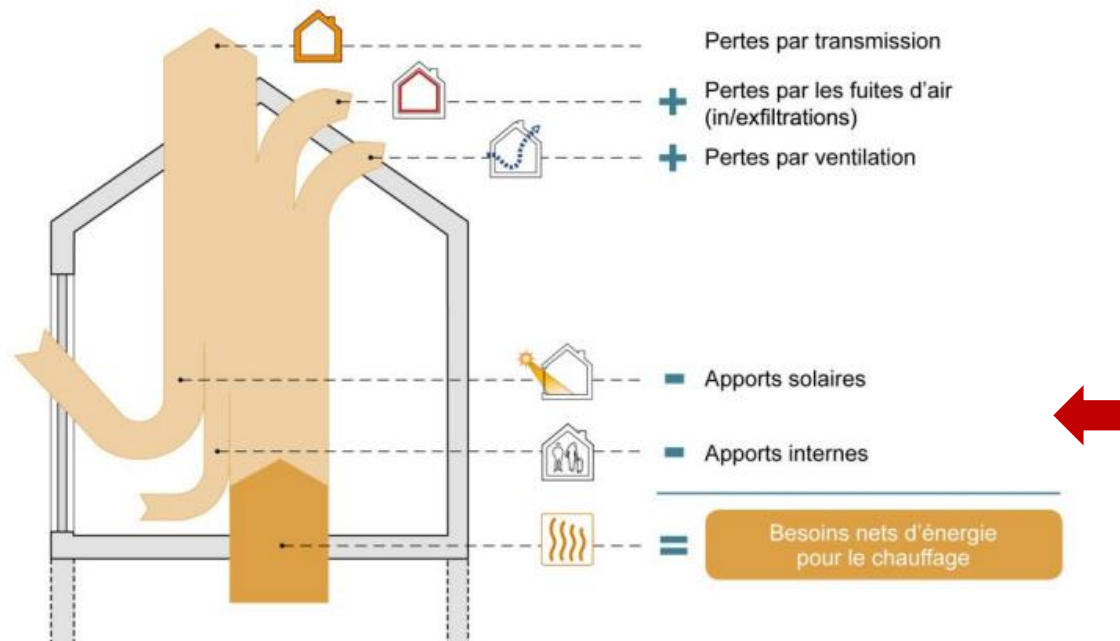


Indicatoren

NEV
PEV I
NEK



NEV = netto-energiebehoefte voor verwarming

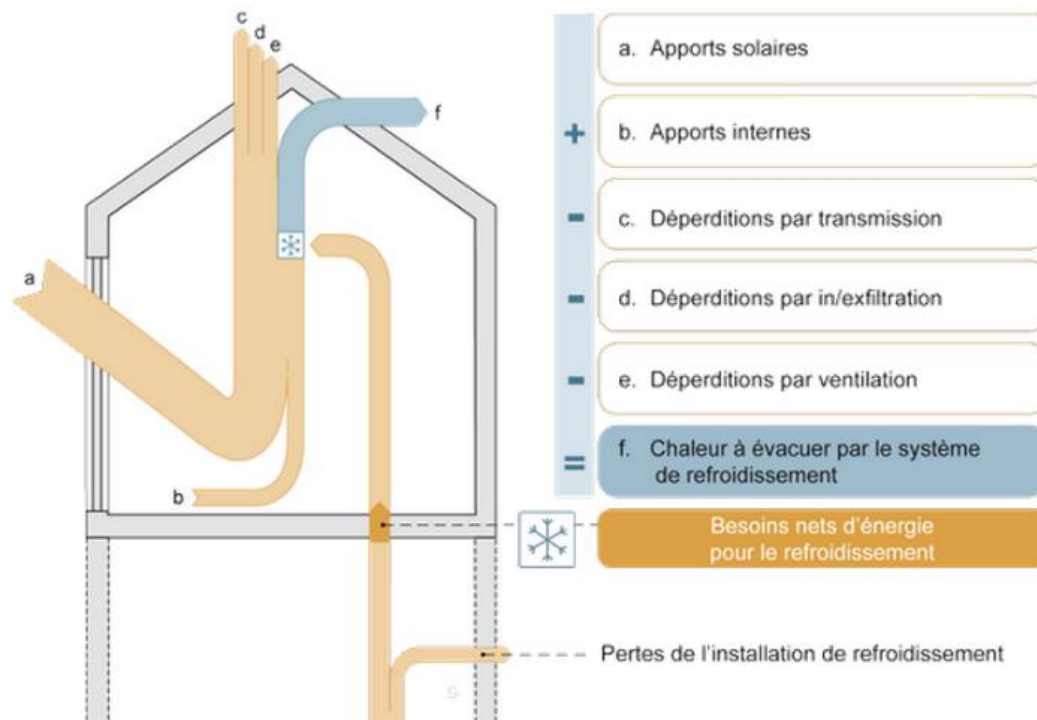


Gratis
warmte-
winsten

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



NEK = netto-energiebehoefte voor koeling

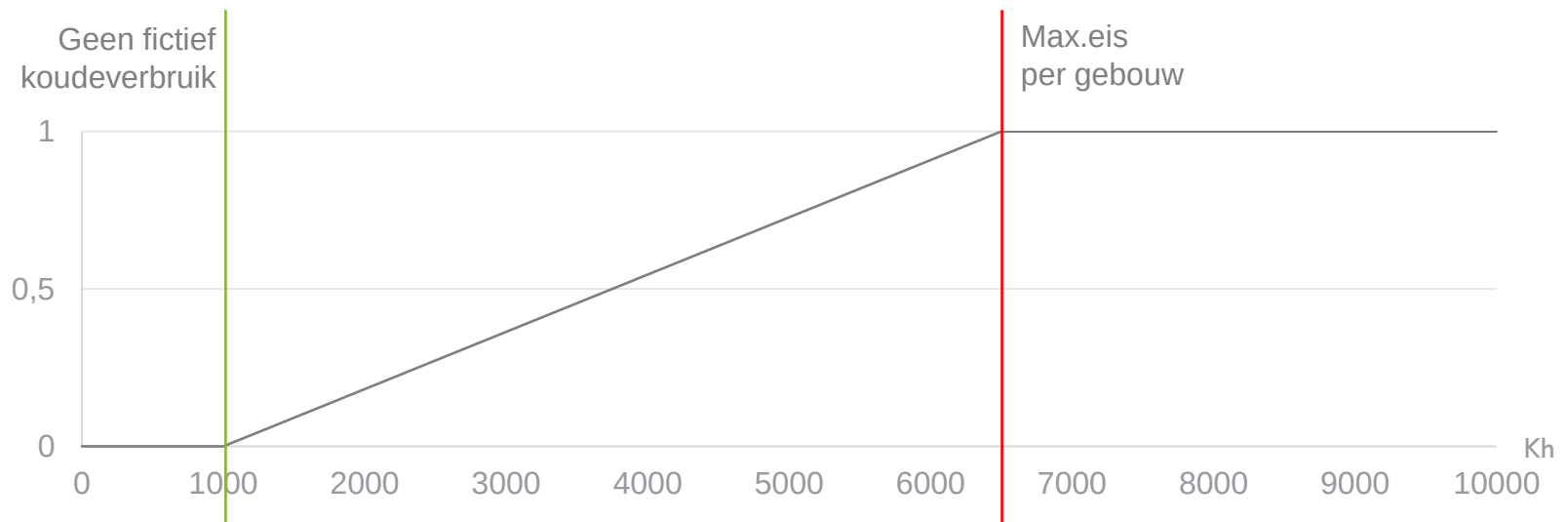


Bron: door het Waalse Gewest gepubliceerde EPB-gids
(Guide PEB 2021) nog niet beschikbaar in het Duits



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)

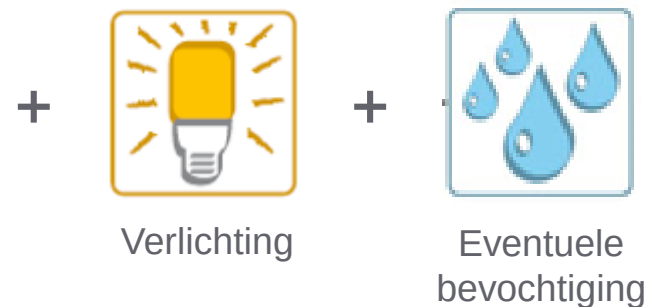


PEV = specifiek jaarlijks primaire-energieverbruik

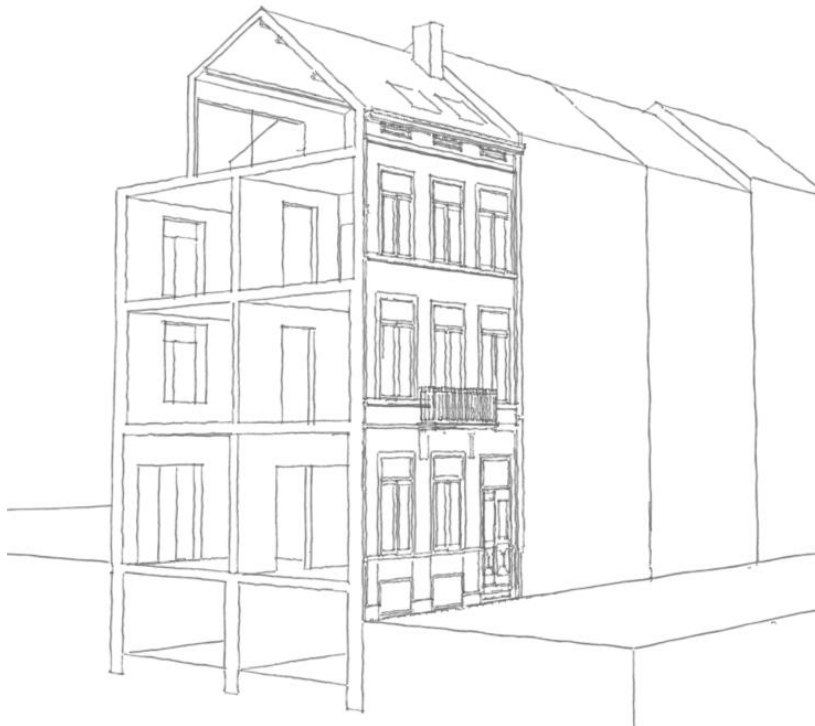
- EPW = EPB-wooneenheid



- 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

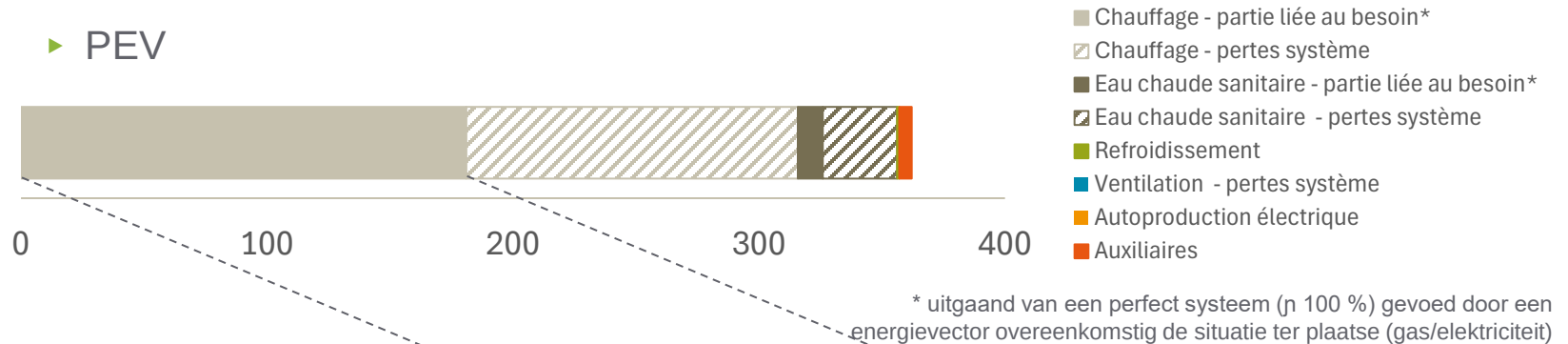


Wat waren de voornaamste conclusies van de studie van de scenario's?



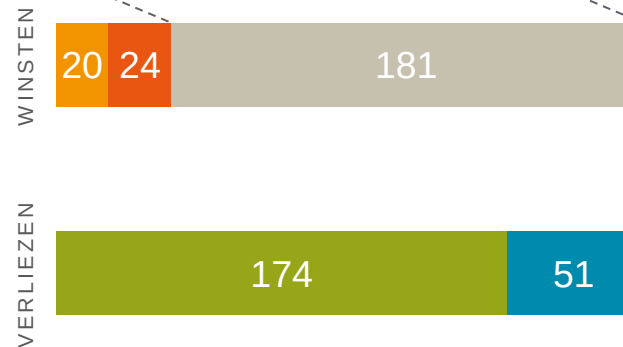
BASISGEVAL

► PEV



► 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

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

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

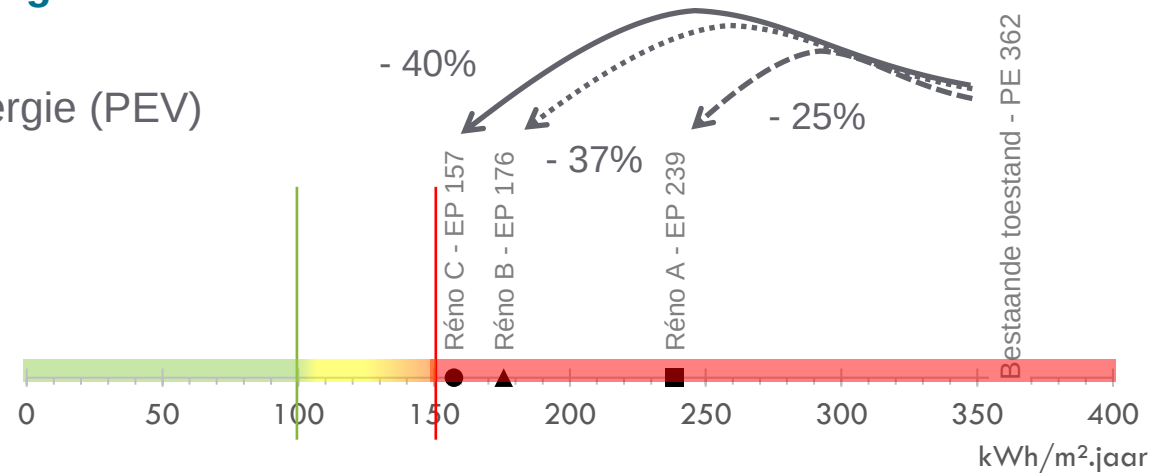
Dubbele stroom met recuperator - $\eta=80\%$

Dichtheid

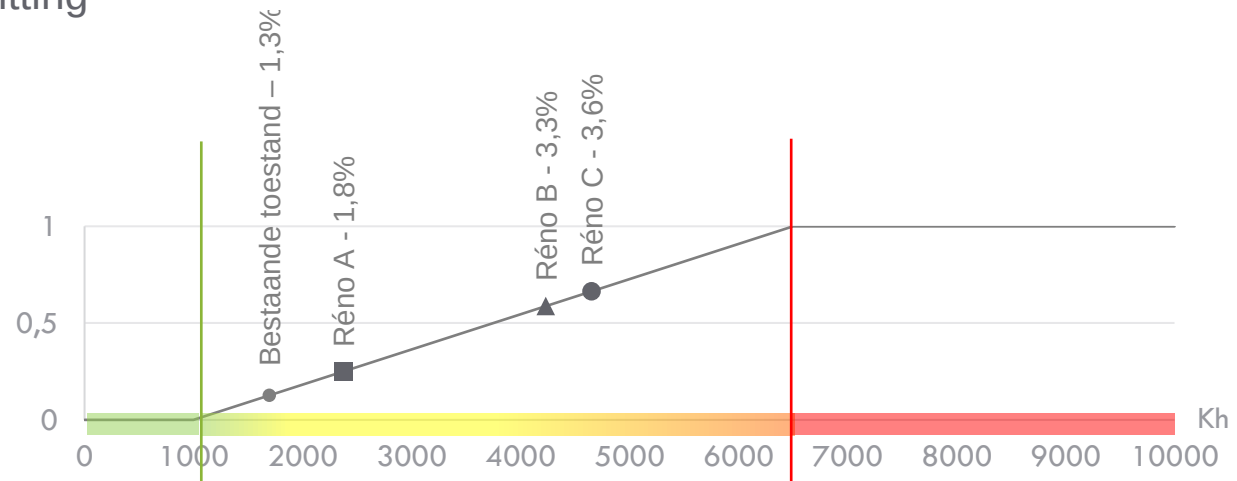
 $N50 = 3 \text{ Vol/h}$ 

Renovatie van de gebouwschil: resultaten

► Primaire energie (PEV)



► Oververhitting



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

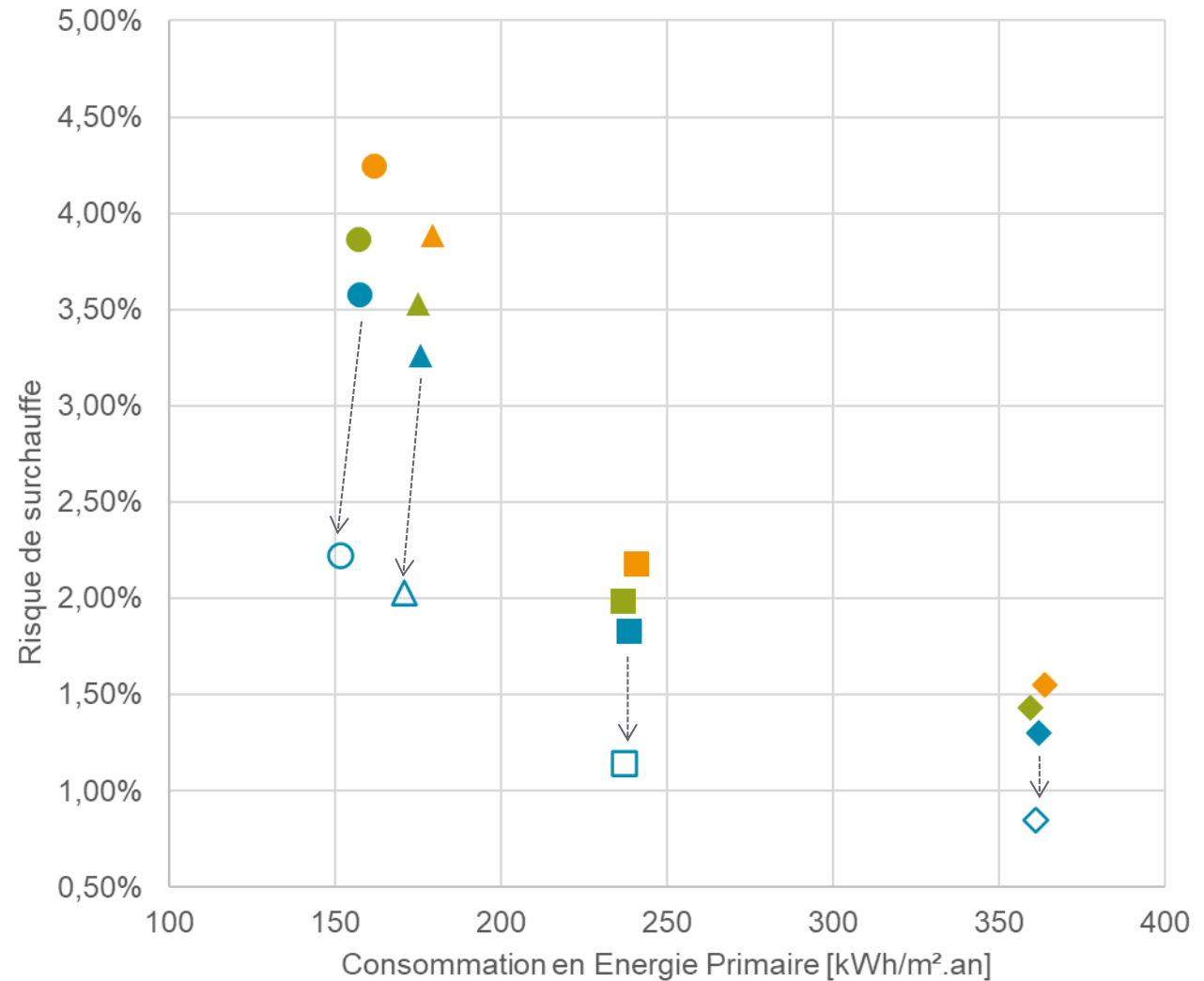
44



Legenda



Impact van de oriëntatie



KENNISOPFRISSING

RICHTLIJNEN BEPALEN

- ▶ **De energiedoelstellingen**
- ▶ In een geheel van doelstellingen

INTELLIGENT ONTWERPEN ...



Keuze van een prestatieniveau

De beste energie is deze die we niet verbruiken

- ⇒ De principes van de passiefnorm volgen...
- ⇒ Voor een globale benadering van de energiebehoeften kiezen (warmte – koude – elektriciteit - andere?)
- ⇒ Rekening houden met het verbruik omgerekend in primaire energie



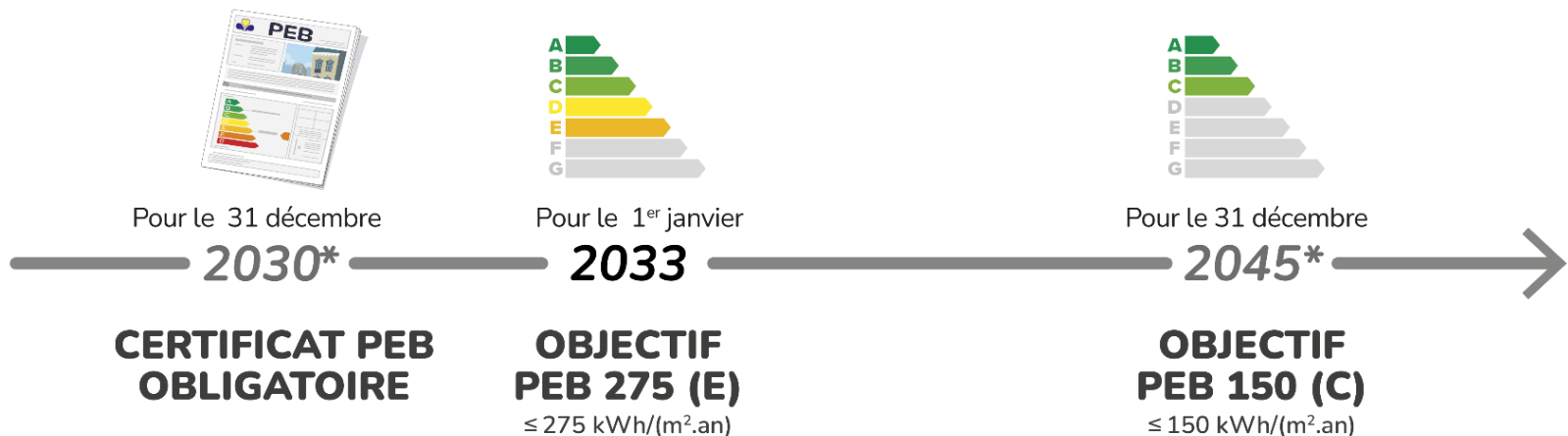
Keuze van een prestatieniveau

Vandaag reeds renoveren volgens de eisen van morgen

- ⇒ **Zich laten leiden door toekomstige voorschriften**
(bijv.: verbod op de verkoop van atmosferische verwarmingsketels)
of door voorschriften die betrekking hebben op nieuwbouwprojecten ...
- ⇒ **Anticiperen op verdere ontwikkelingen**



BWLKE - EPB-doelstellingen voor woningen tegen 2050



* Afhankelijk van de datum van inwerkingtreding van de Regeringsbesluiten.



KENNISOPFRISSING

RICHTLIJNEN BEPALEN

- De energiedoelstellingen
- **In een geheel van doelstellingen**

INTELLIGENT ONTWERPEN ...



Architecturale keuzes

Technische keuzes

Stedenbouwkundige aspecten

Erfgoedaspecten

Budgettaire eisen

Circulariteit

Bewoning / Fasering

...

- Welke hebben invloed op de energiedoelstelling?



Voorbeelden:

- De wens typische binneninrichtingen van het huis uit 1900 te behouden

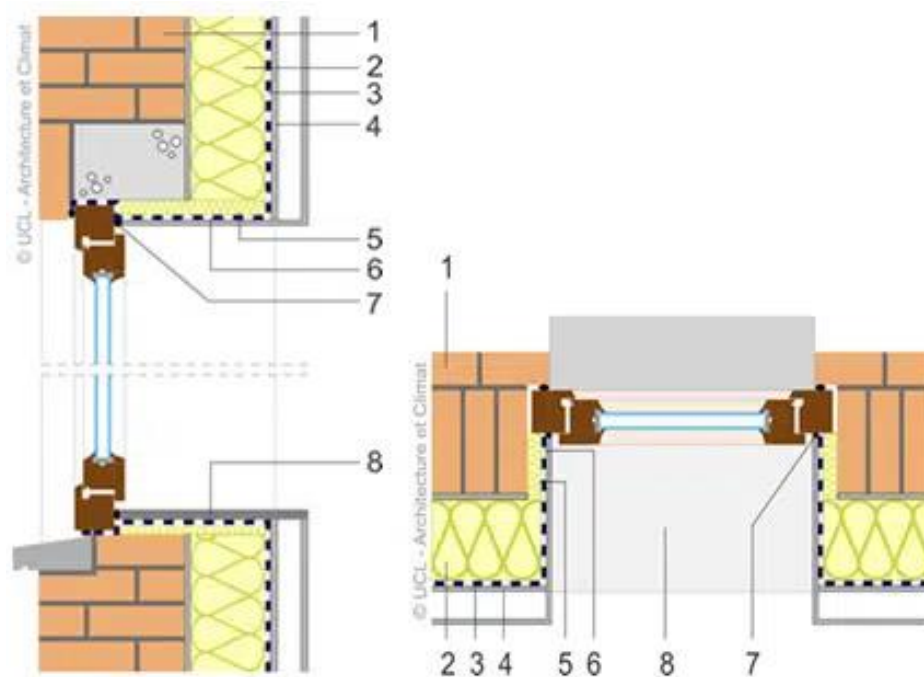


Bron: ecorce



Voorbeelden:

- ▶ De wens typische binneninrichtingen van het huis uit 1900 te behouden
- ▶ Positie van het raam in de voorgevel



Bron: energie +



Voorbeelden:

- ▶ De wens typische binneninrichtingen van het huis uit 1900 te behouden
- ▶ Positie van het raam in de voorgevel
- ▶ De wens de bestaande vloeren te behouden



Bron: ecorce



Voorbeelden:

- ▶ De wens typische binneninrichtingen van het huis uit 1900 te behouden
- ▶ Positie van het raam in de voorgevel
- ▶ De wens de bestaande vloeren te behouden
- ▶ Dubbele hoogte
- ▶ ...



Bron: A+ / Renolab.B



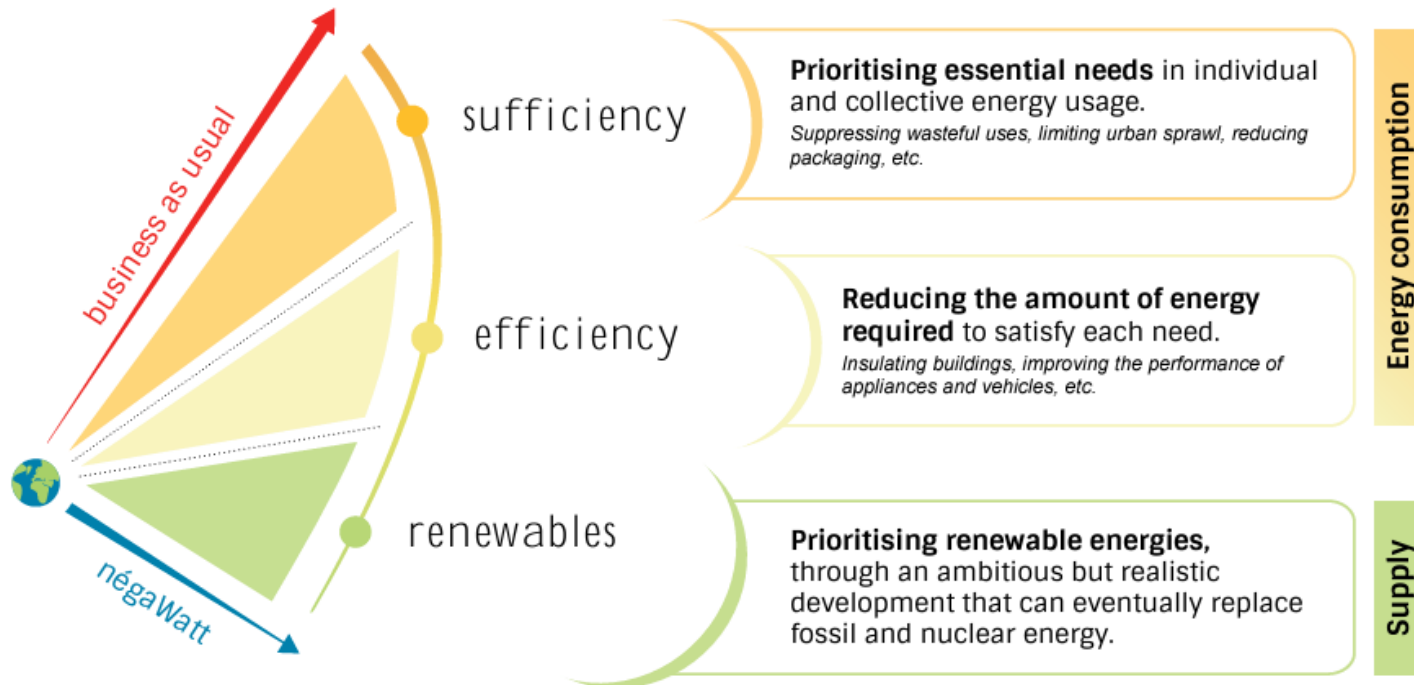
KENNISOPFRISSING

RICHTLIJNEN BEPALEN

INTELLIGENT ONTWERPEN ...



Inleiding



Bron: © Association négaWatt



KENNISOPFRISSING

RICHTLIJNEN BEPALEN

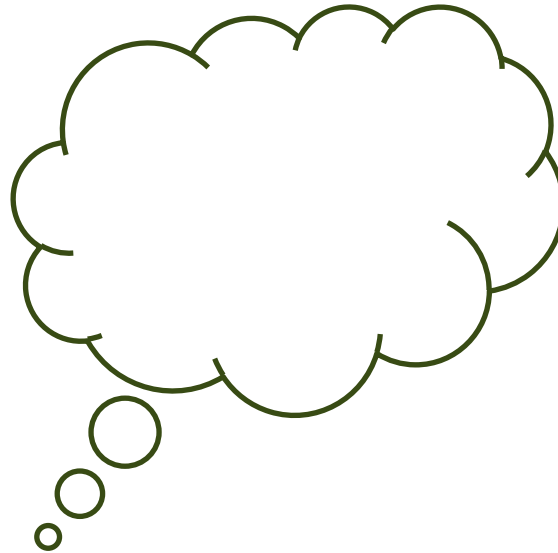
INTELLIGENT ONTWERPEN ...

- ▶ **Soberheid**
- ▶ Efficiëntie
- ▶ Hernieuwbare energiebronnen



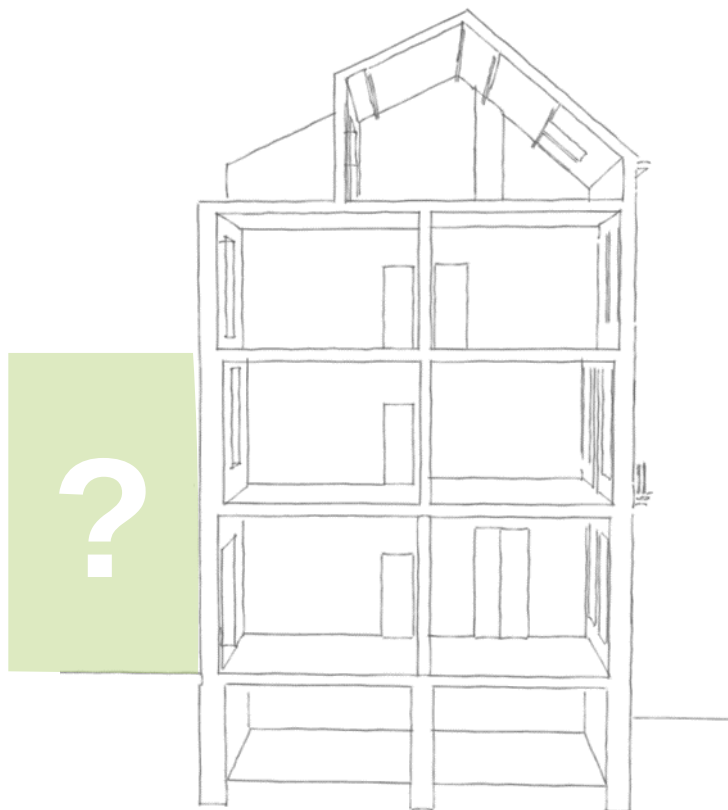
Wat zijn de essentiële energiebehoeften van een woning?

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

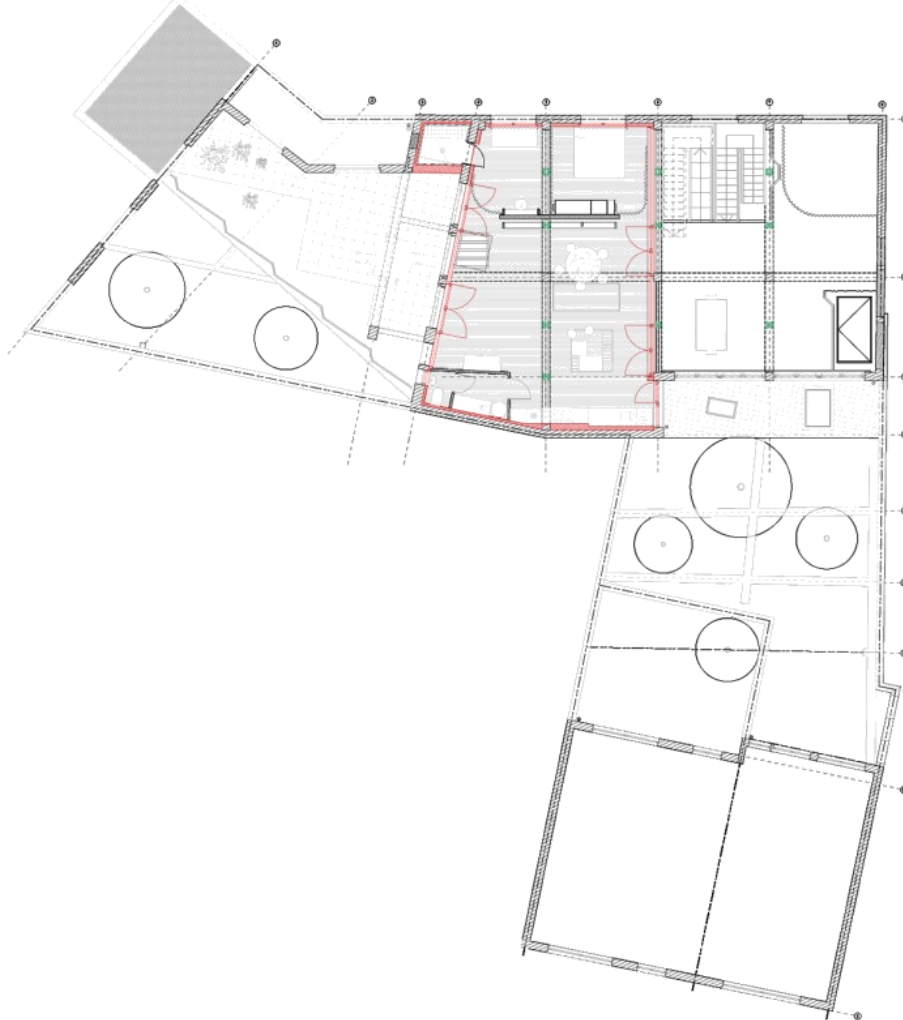
versus

Beschermd volume

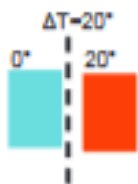


Wat is het te verwarmen volume? – Voorbeeld 1

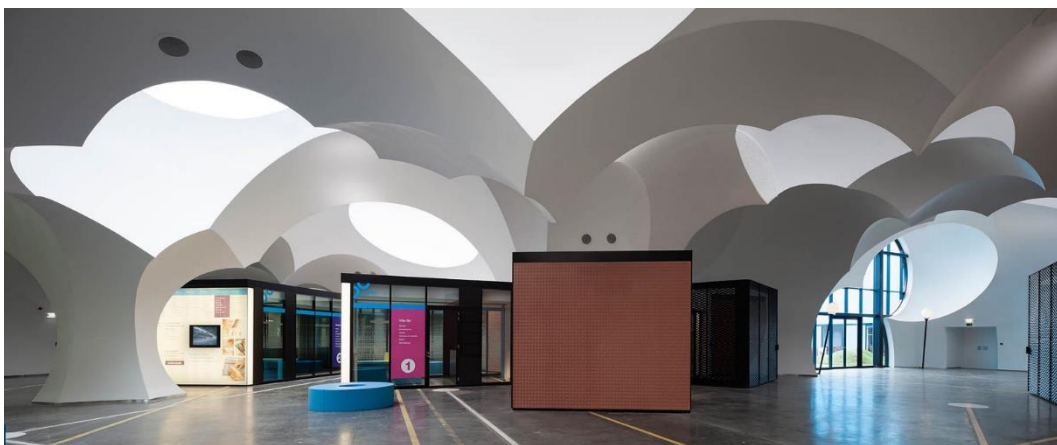
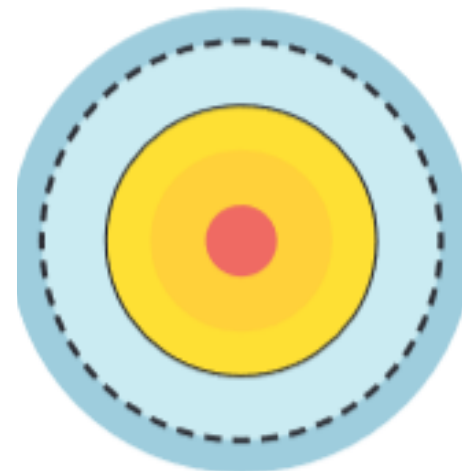
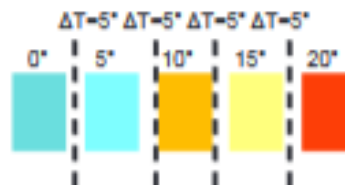
Bron: Agwa - 1718_VERBIEST



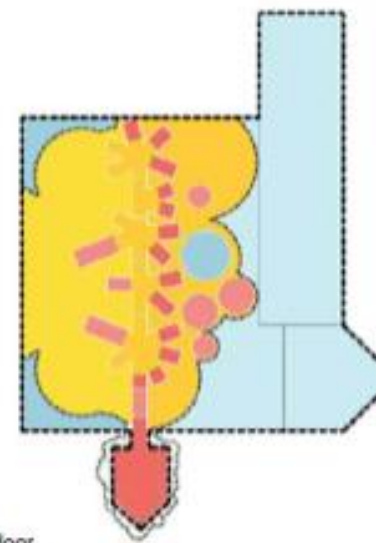
Wat is het te verwarmen volume? – Voorbeeld 2



versus

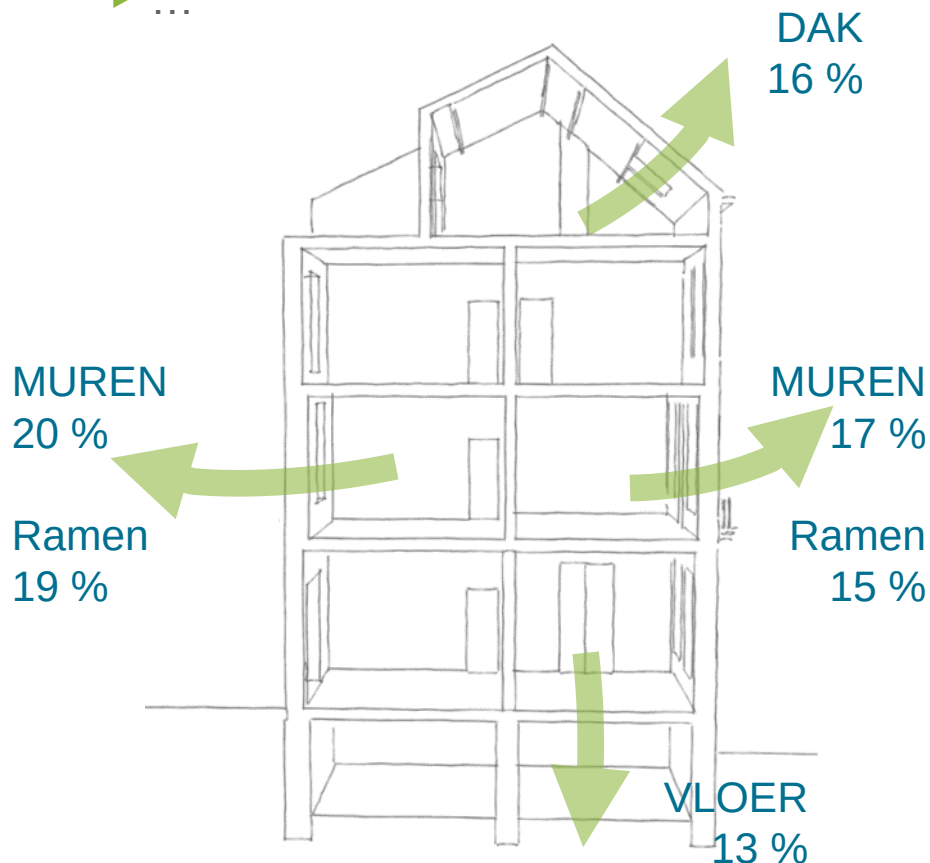


Bron: passive architecture – Municipality of Oostcamp – architect: Carlos Arroyo



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

RICHTLIJNEN BEPALEN

INTELLIGENT ONTWERPEN ...

- ▶ Soberheid
- ▶ **Efficiëntie**
 - **Definities**
 - Een strategie implementeren
 - Toepassing in de praktijk
- ▶ Hernieuwbare energiebronnen



Efficiëntie

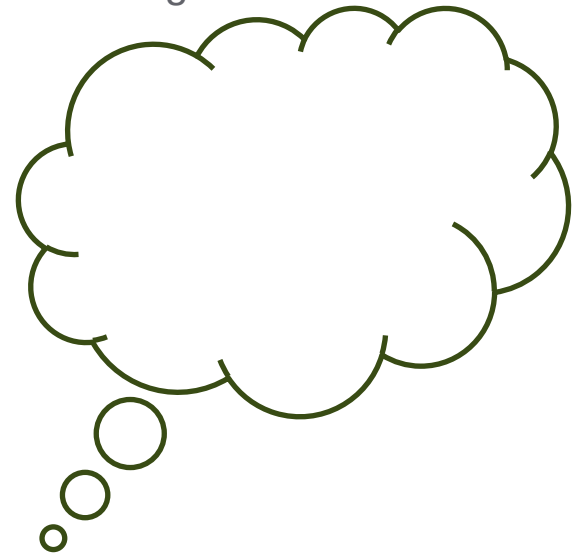
- ▶ De hoeveelheid energie die vereist is om aan een behoefte te voldoen, verminderen

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

RICHTLIJNEN BEPALEN

INTELLIGENT ONTWERPEN ...

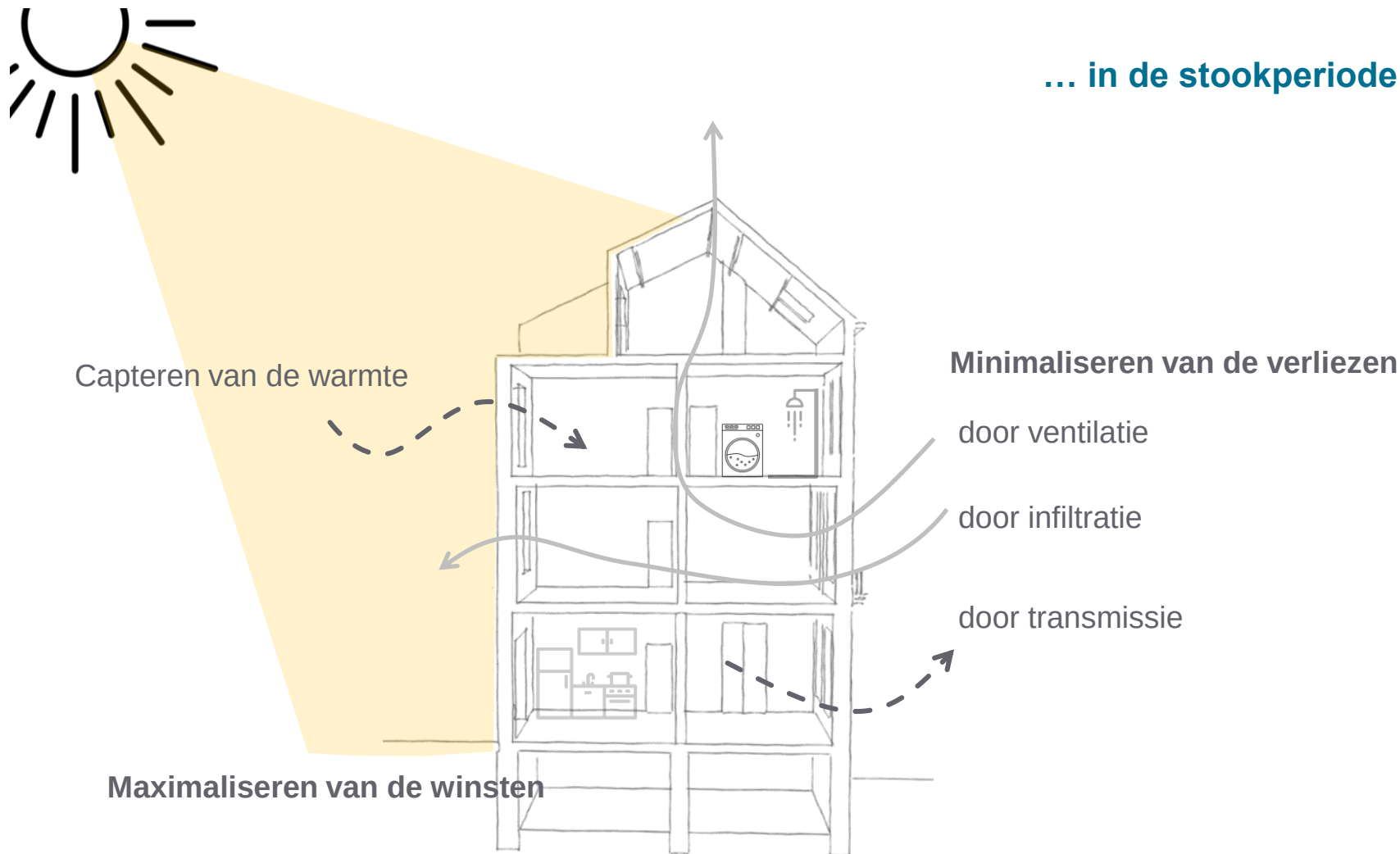
- ▶ Soberheid
- ▶ **Efficiëntie**
 - Definities
 - **Een strategie implementeren**
 - Praktische toepassing
- ▶ Hernieuwbare energiebronnen

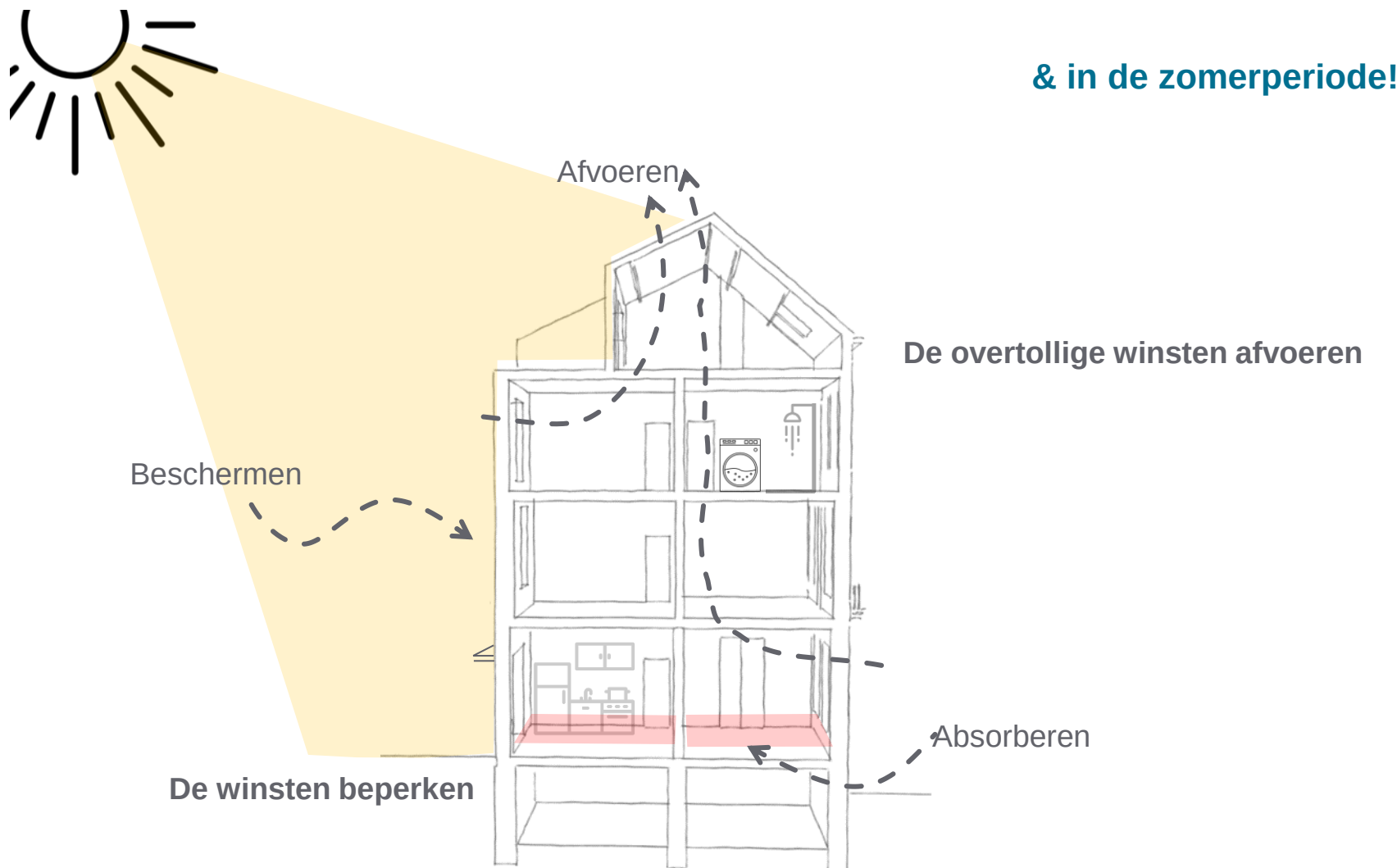


41

EEN STRATEGIE IMPLEMENTEREN ...

... in de stookperiode





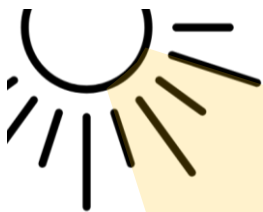
KENNISOPFRISSING

RICHTLIJNEN BEPALEN

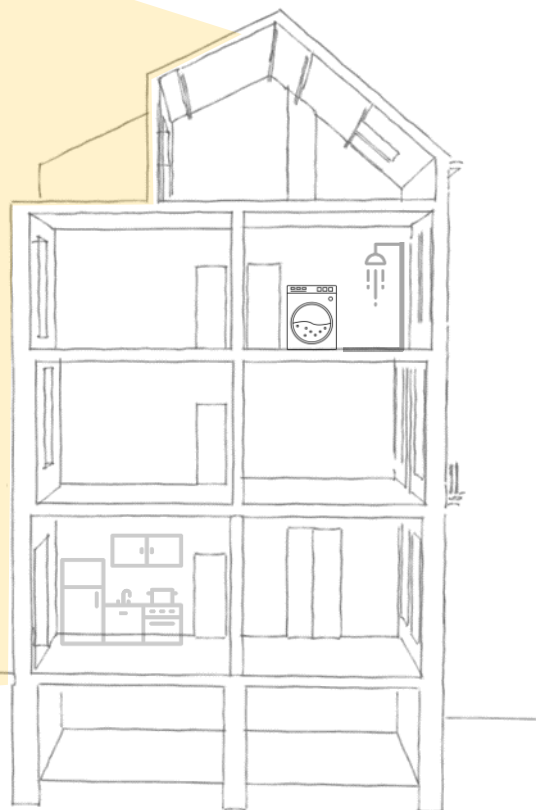
INTELLIGENT ONTWERPEN ...

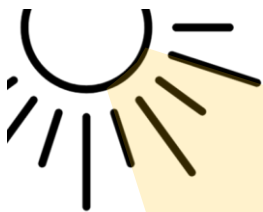
- ▶ Soberheid
- ▶ **Efficiëntie**
 - Definities
 - Een strategie implementeren
 - **Praktische toepassing**
- ▶ Hernieuwbare energiebronnen



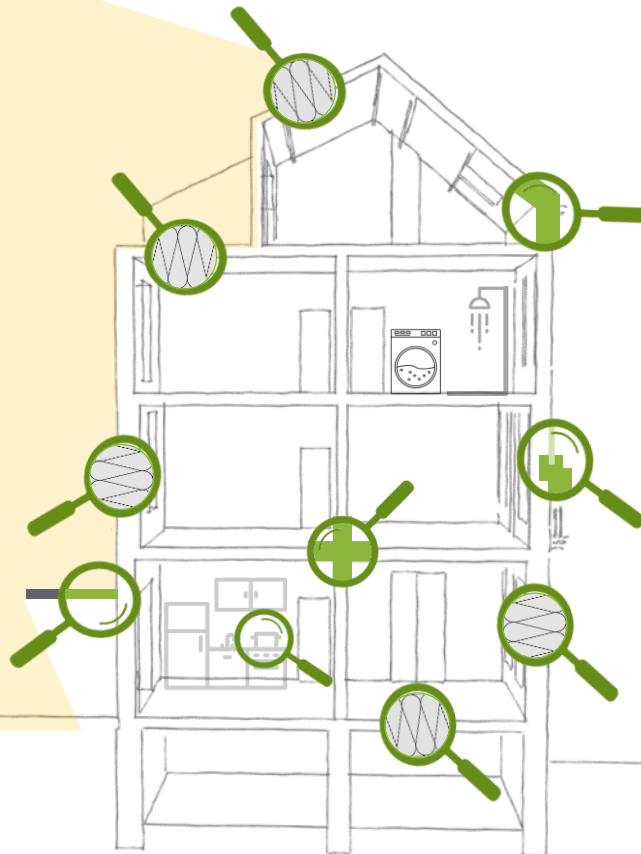


**Waar en hoe kan het Brusselse huis worden verbeterd?
Wat zijn de belangrijkste aandachtspunten / moeilijkheden?**





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



Maar ook

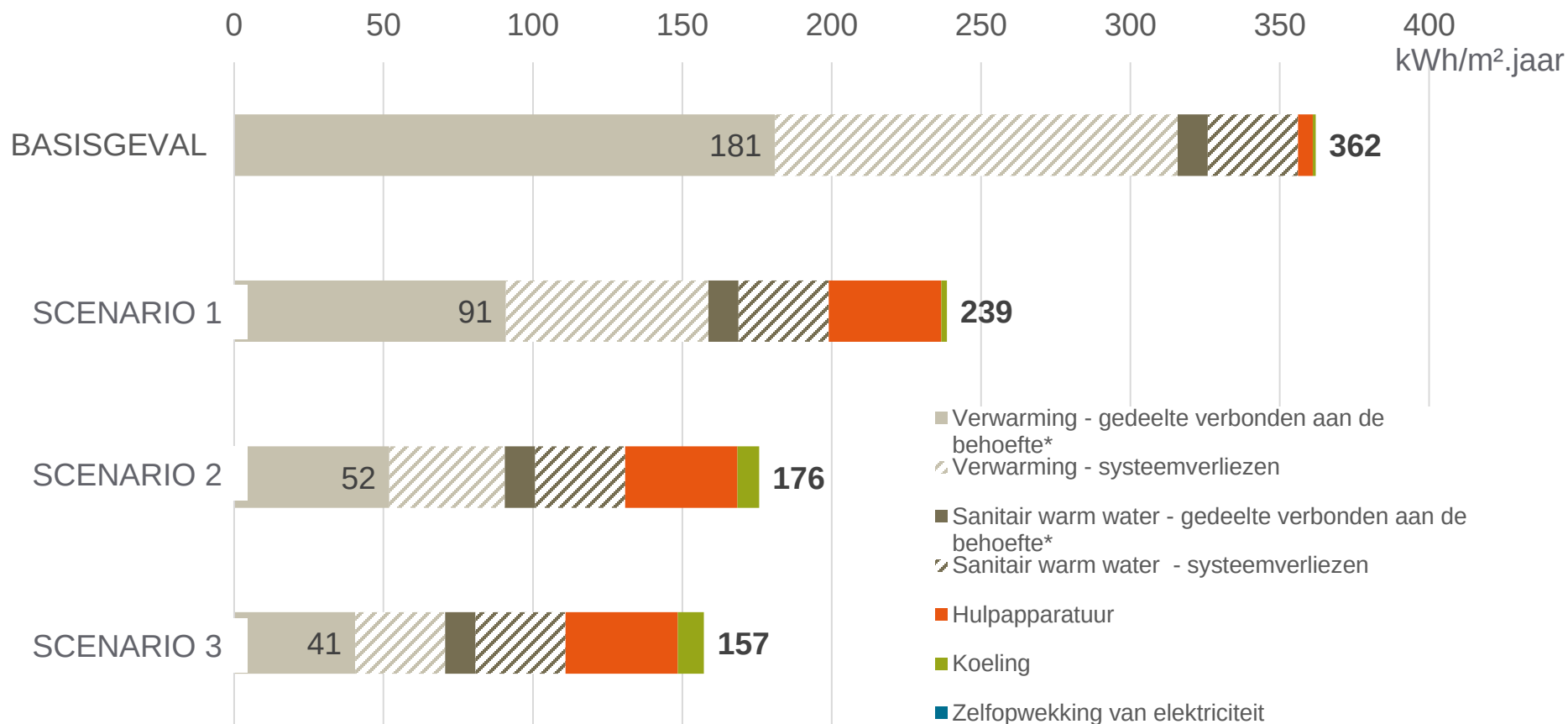
-  Ventilatie
-  Overventilatie
-  Luchtdichtheid

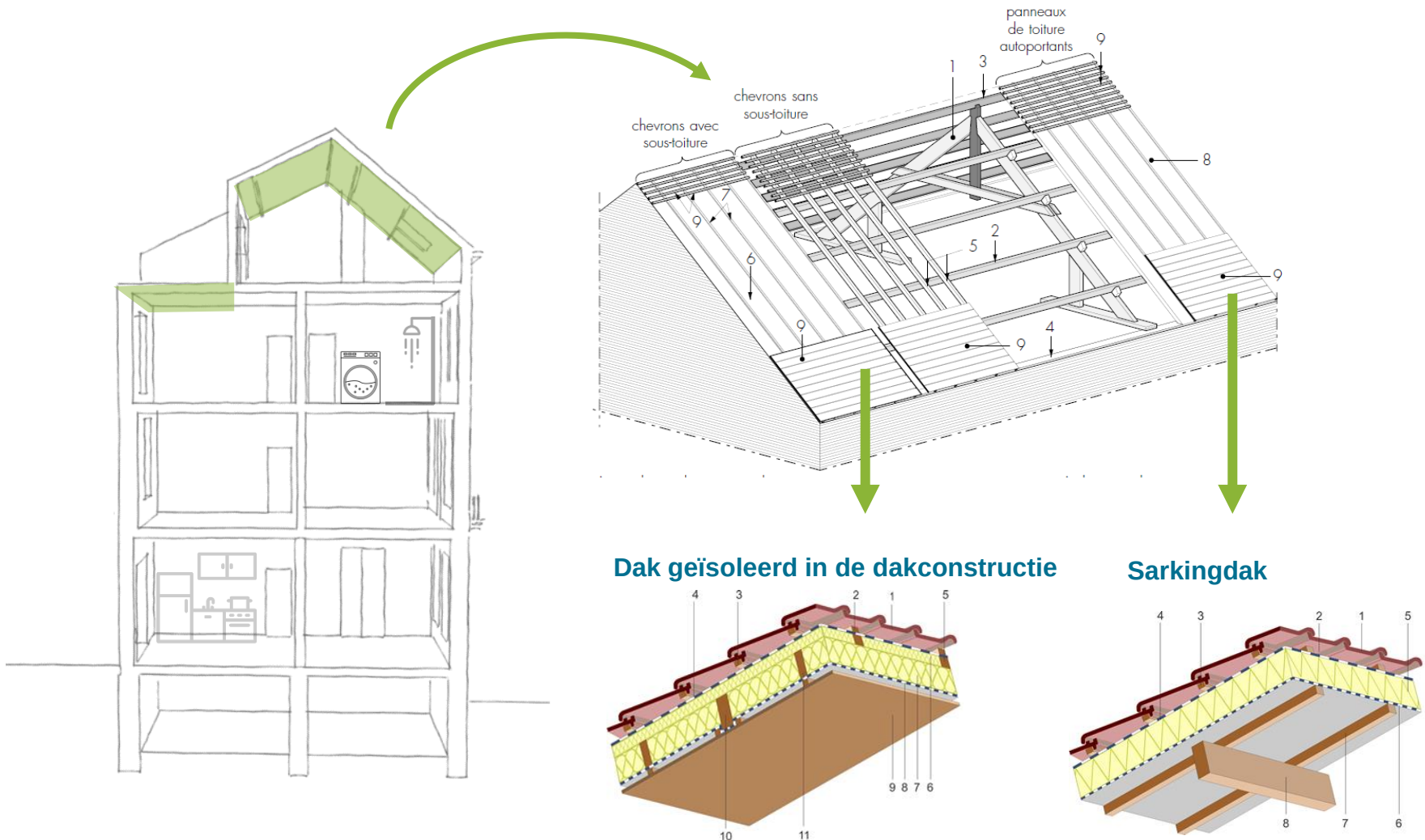
→ Conclusie?



Renovatie van de gebouwschil: resultaten

- Primaire energie (PEV) en aandeel van NEV





Bronnen: UCL – Architecture et climat

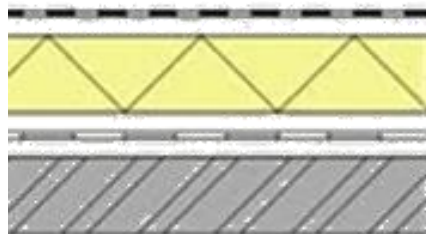




Continue structuur

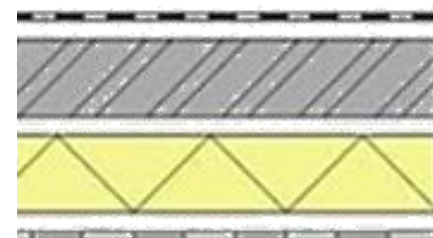
- Beton en derivaten (plaat, holle betonelementen, balken en vulelementen, ...)
- Metaal: stalen dakplaat (al dan niet geïsoleerd)
- Hout: CLT

Warm dak

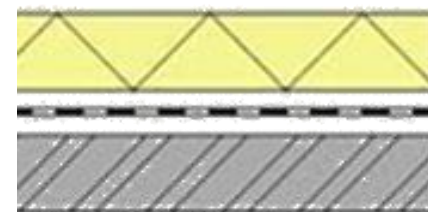


Plaats van de isolatie?

Koud dak



Omkeerdak



Bronnen: IKO.com



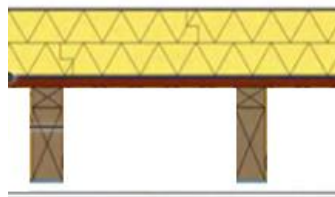
Discontinue structuur

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

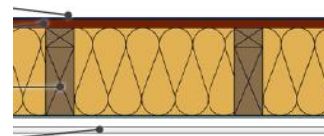


Plaats van de isolatie?

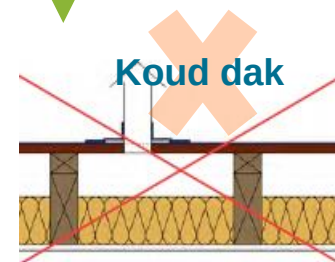
Warm dak



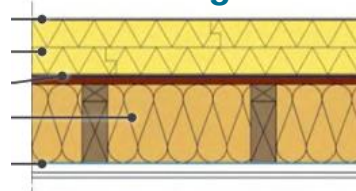
Compact dak



Koud dak



Gemengd dak

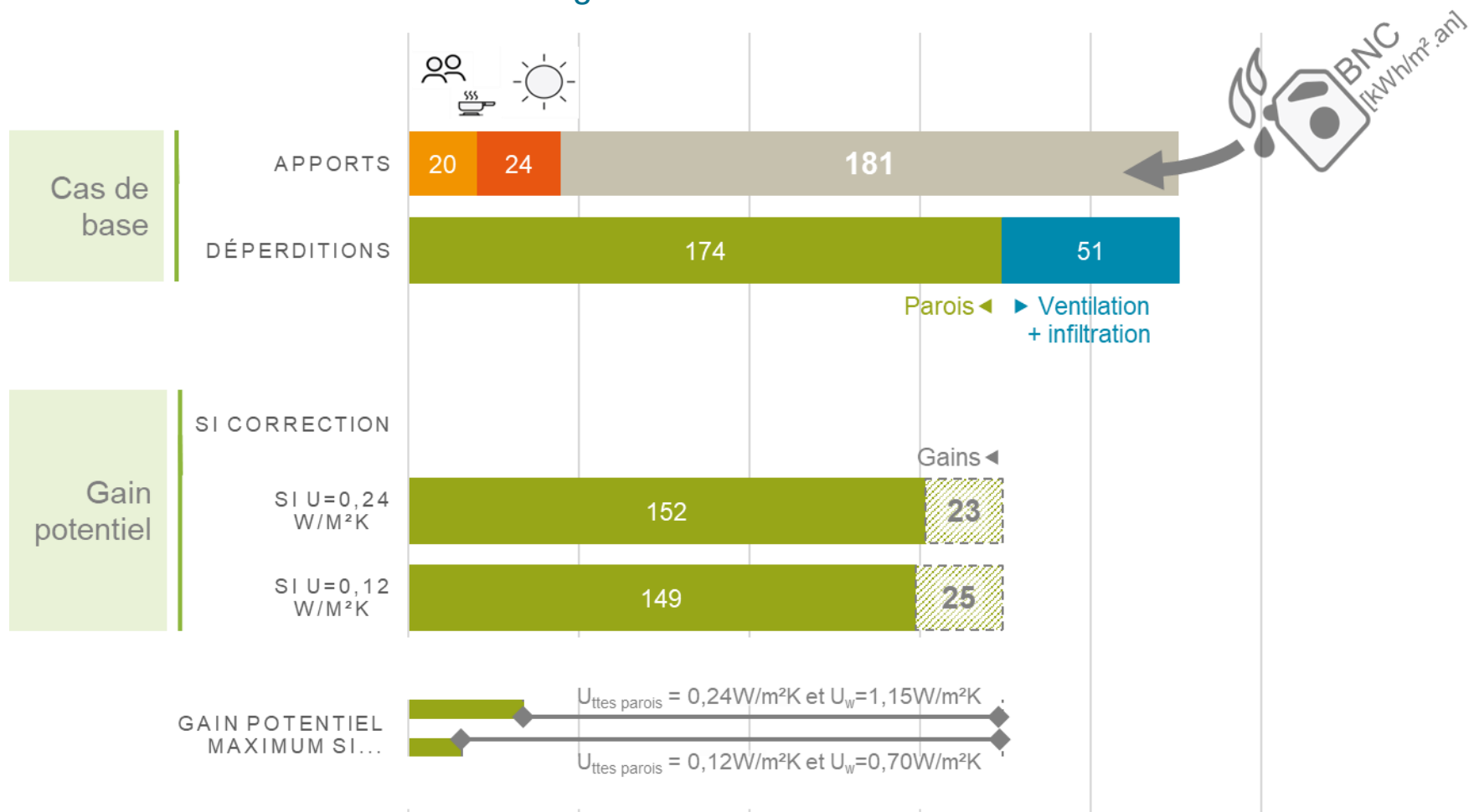


Bronnen: Homegrade



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



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

Caractéristiques de matériaux d'isolation couramment utilisés dans les toitures à versants et comparaison avec deux autres matériaux courants.

Matériaux	Conductivité thermique [W/mK]	Densité [kg/m³]	Chaleur spécifique massique [kJ/kgK]	Chaleur spécifique volumique [kJ/m³K]
PIR	0,023	30	1,4	42
Cellulose	0,038	50	2	100
Laine de bois (*)	0,038	160	2,1	336
Laine minérale	0,035	25	1,03	25
Béton armé	–	2500	0,79	1997
Carreaux de plâtre	–	950	1,08	1026

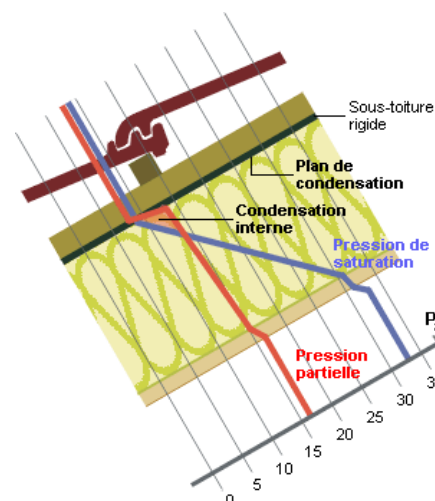
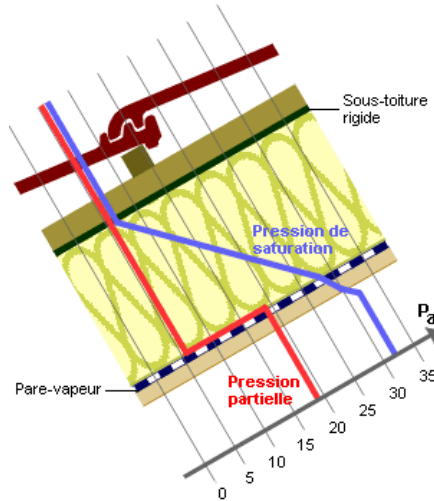
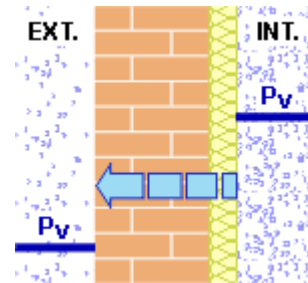
(*) Afin de maximiser l'influence sur l'inertie thermique, l'un des matériaux les plus lourds du marché a été utilisé lors des simulations.

Bron: WTCB 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

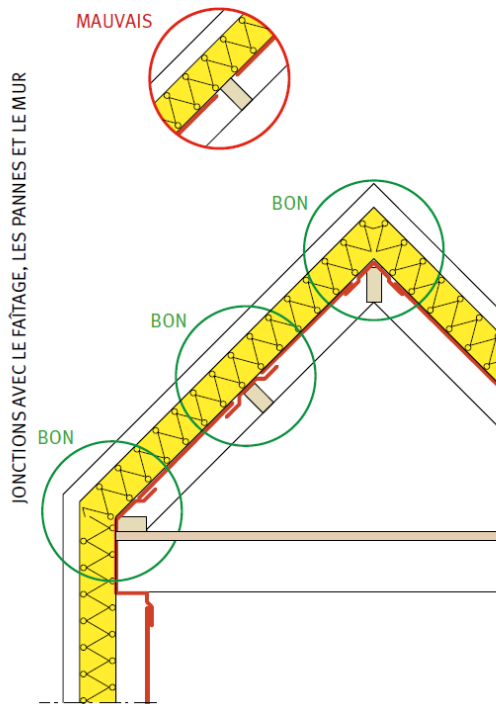


Bron: écorce



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

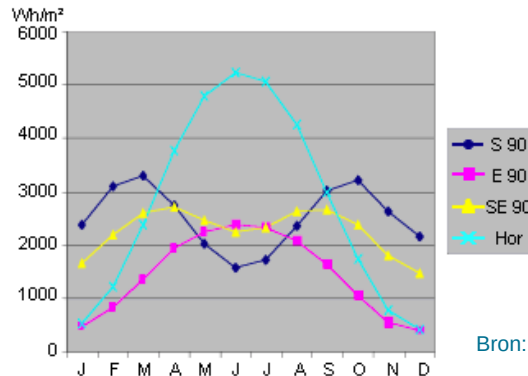
- Verliezen

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

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

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

- 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



ISOLEREN LANGS DE BINNENZIJDDE



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



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

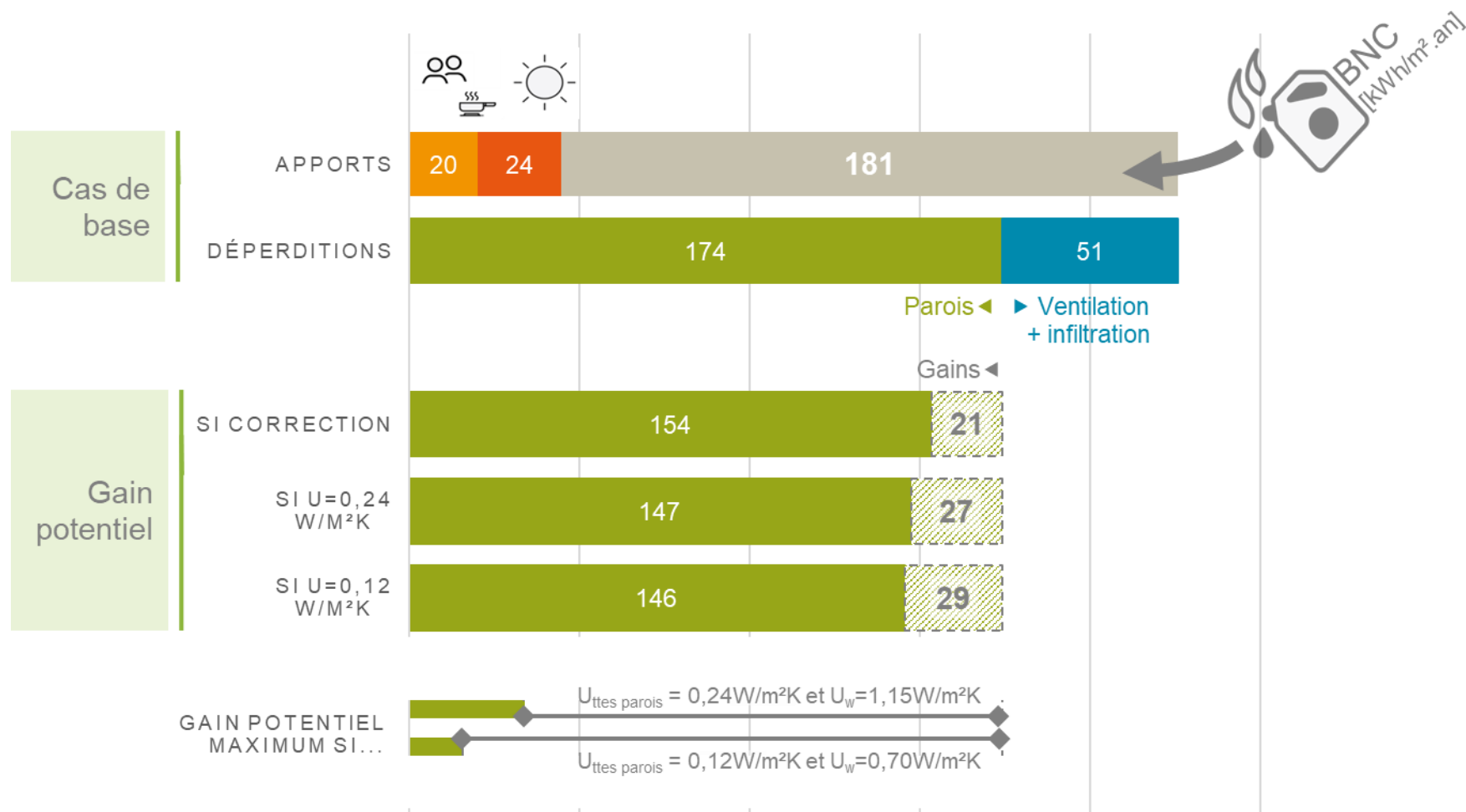


Thermische isolatie
(isolatie van EPB-
aanvaard type of beter)



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, ses caractéristiques et les conditions climatiques des locaux concernés, 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, celui-ci ne peut pas être considéré comme tel sans qu'il ne soit soumis à un diagnostic préalable portant sur l'état du mur, ses caractéristiques et les conditions climatiques des locaux concernés, ainsi que le climat intérieur attendu dans la bâtisse.

Les informations sont globalement déduites d'observations directes sur place et des données techniques disponibles. Il n'est donc pas impossible qu'un mur pour lequel le diagnostic a montré l'opportunité de cette technique présente néanmoins des défauts de construction ou d'entretien, ce qui peut de ce fait compromettre l'efficacité de l'isolation. Les défauts de construction ou d'entretien, voire complètement absents.

Les informations sont globalement déduites d'observations directes sur place et des données techniques disponibles. Il n'est donc pas impossible qu'un mur pour lequel le diagnostic a montré l'opportunité de cette technique présente néanmoins des défauts de construction ou d'entretien, ce qui peut de ce fait compromettre l'efficacité de l'isolation. Les défauts de construction ou d'entretien, voire complètement absents.

Les informations sont globalement déduites d'observations directes sur place et des données techniques disponibles. Il n'est donc pas impossible qu'un mur pour lequel le diagnostic a montré l'opportunité de cette technique présente néanmoins des défauts de construction ou d'entretien, ce qui peut de ce fait compromettre l'efficacité de l'isolation. Les défauts de construction ou d'entretien, voire complètement absents.

Bien que demandant plus de prudence que d'autres techniques d'isolation thermique des façades, l'isolation par l'intérieur constitue, dans certains cas, la seule option pour améliorer le niveau d'isolation des murs existants, notamment en milieu urbain. Cet article présente les bases d'une méthode de diagnostic visant à déterminer, à partir d'observations du mur à isoler et de son environnement, si la technique d'isolation par l'intérieur est applicable, demande des études plus poussées ou est éliminée en l'état.

CT Hygrothermie

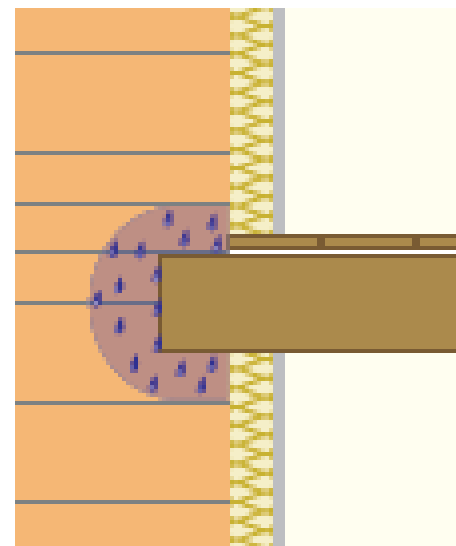
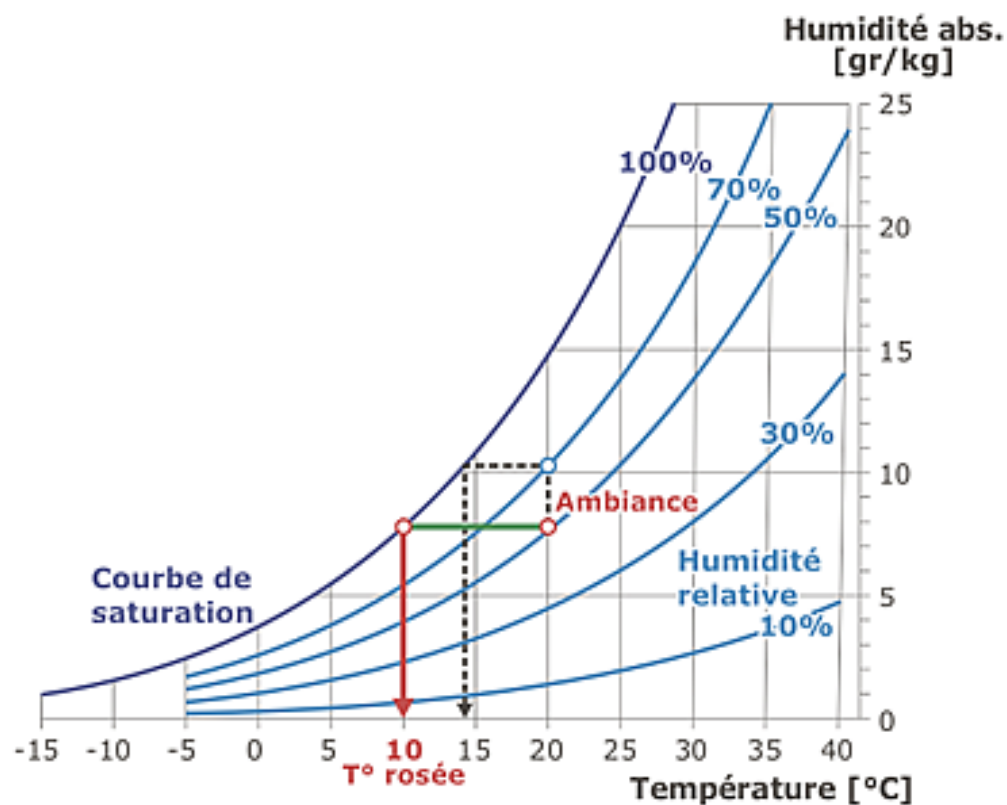
Les documents du C2SC 2024 16

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

► Uitvoering

- voorbeeld houten vloer

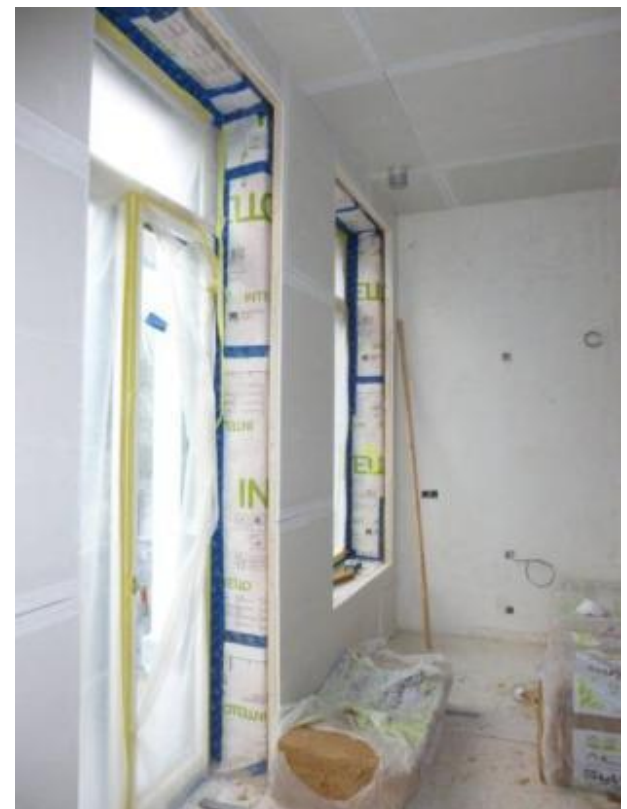


Bron: ecorce



Aandachtspunten

- **Uitvoering**
 - voorbeeld houten vloer



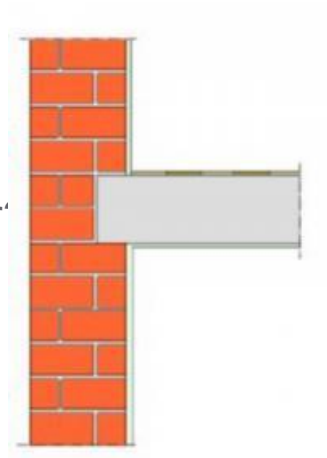
Bron: J. Kessler – UP8 Architects



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



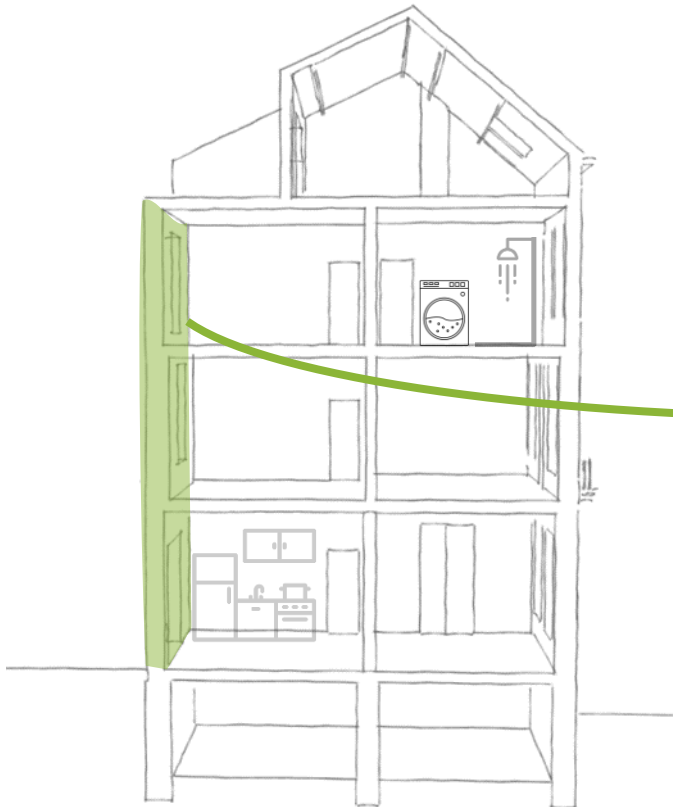
- ▶ Gids Duurzame gebouwen Energie | Isolatie van een muur aan de binnenkant
 - Incl. **Stap 1 - diagnose: kan ik mijn wand aan de binnenzijde isoleren?**



- ▶ 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.



ISOLEREN LANGS DE BUITENZIJDE

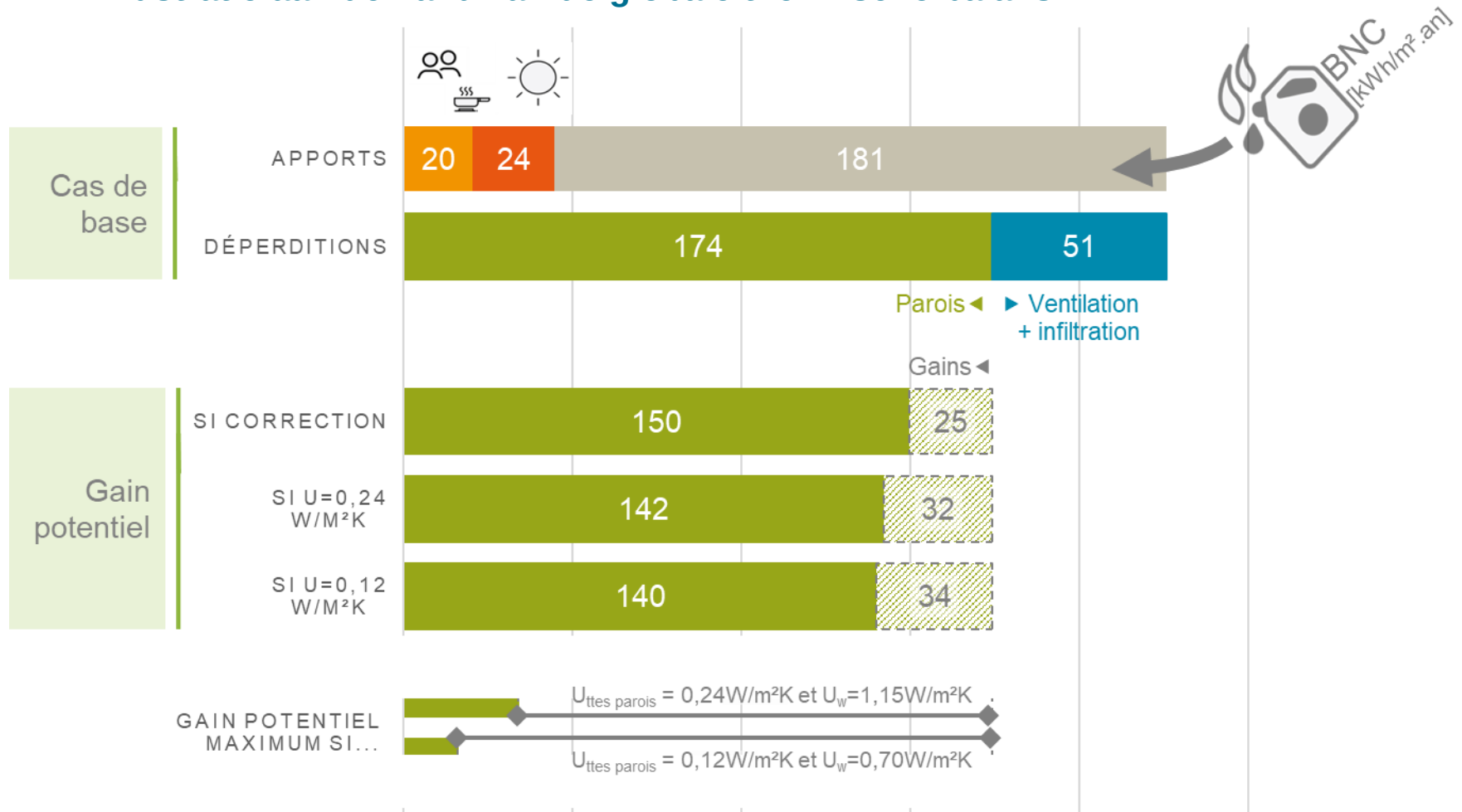


In de meeste gevallen is plaatsing
langs de buitenzijde mogelijk



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



Aandachtspunten

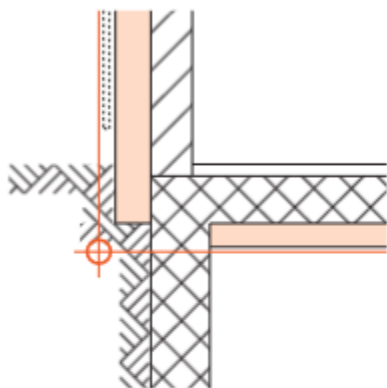
- ▶ Niet uitvoerig behandeld [cf. traditionele constructie]
- ▶ Focus op de vorstindringdiepte



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 $W/(m \cdot K)$

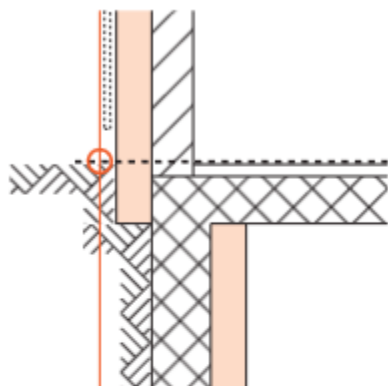
Bron: suisseenergie – Catalogue des ponts thermiques



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

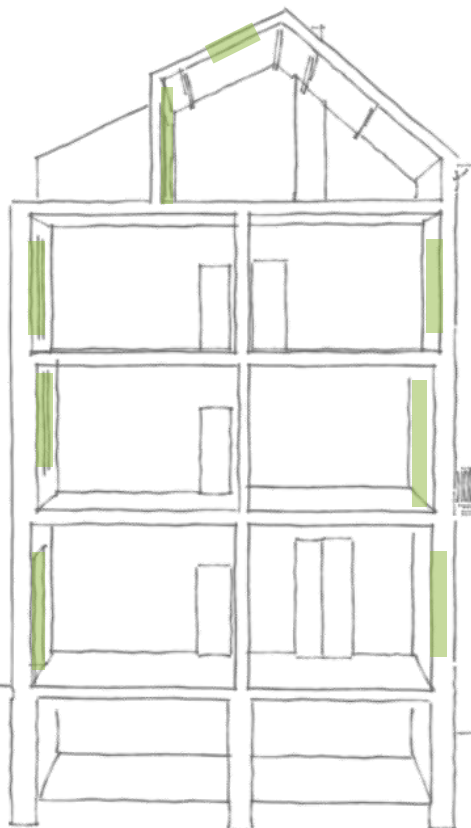


- ▶ Homegrade
 - Gevels isoleren via de buitenzijde – Principes en technieken
 - Wat zijn de aandachtspunten bij het isoleren van de gevel via de buitenzijde?



- ▶ Energie+: Technique d'isolation des murs (FR)





Evenwicht winsten/verliezen in alle seizoenen

**Voorgevel**

Vensterwerk en
beschaduwing +/- vast

Positie van het raam is
soms voorgeschreven

**Achtergevel**

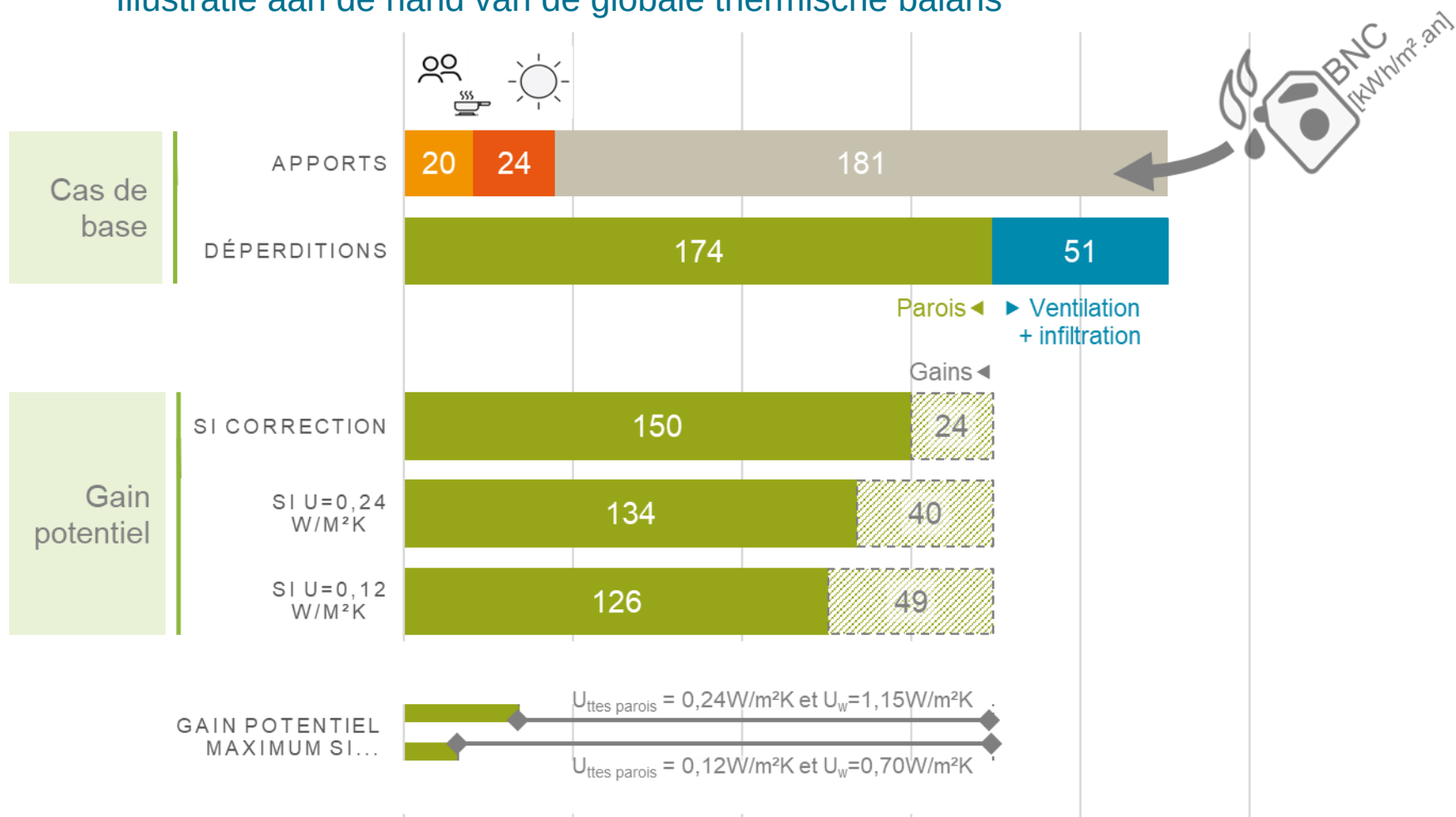
Grotere vrijheid inzake
vensterwerk

Vrije positie voor het raam



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



Aandachtspunten

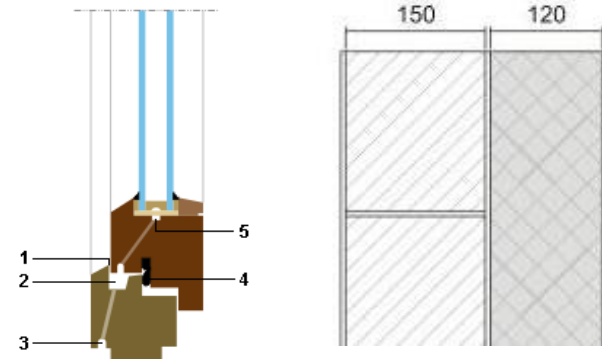
- ▶ Keuzecriteria voor een 'product'
- ▶ Uitvoering:
 - Bouwknopen
 - Luchtdichtheid
- ▶ Behoud van een bestaand raam

Bron: écorce



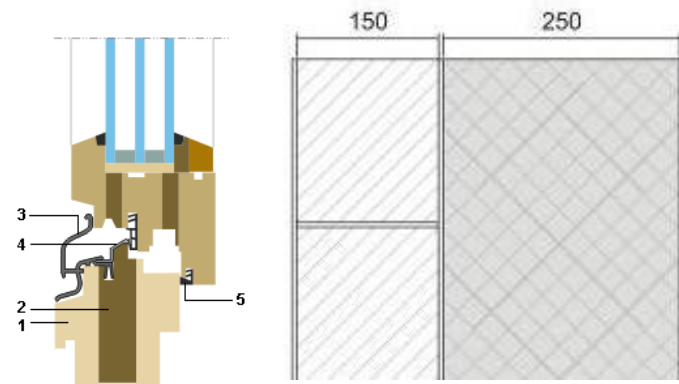
Aandachtspunten

- 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

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

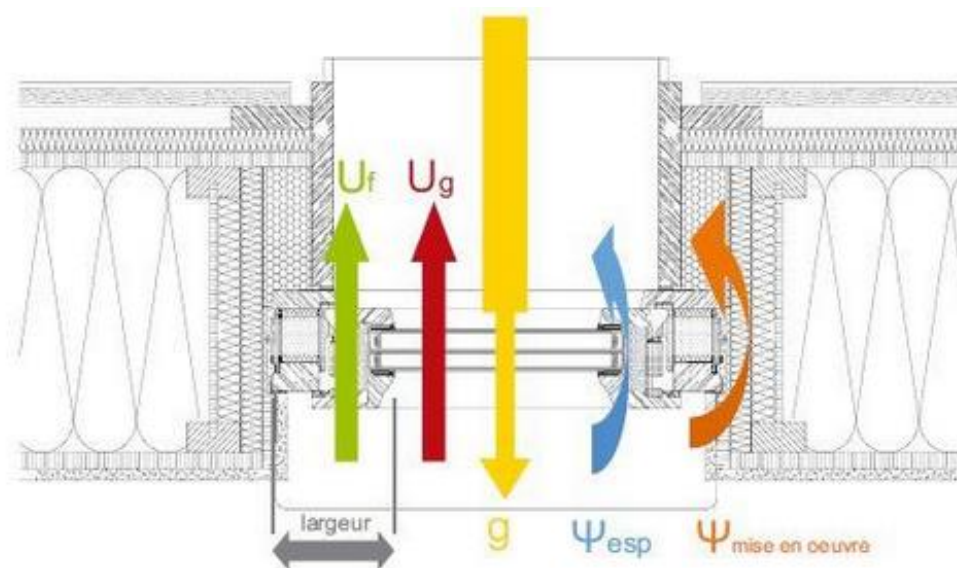
⇒ **6x groter verlies voor venster**



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

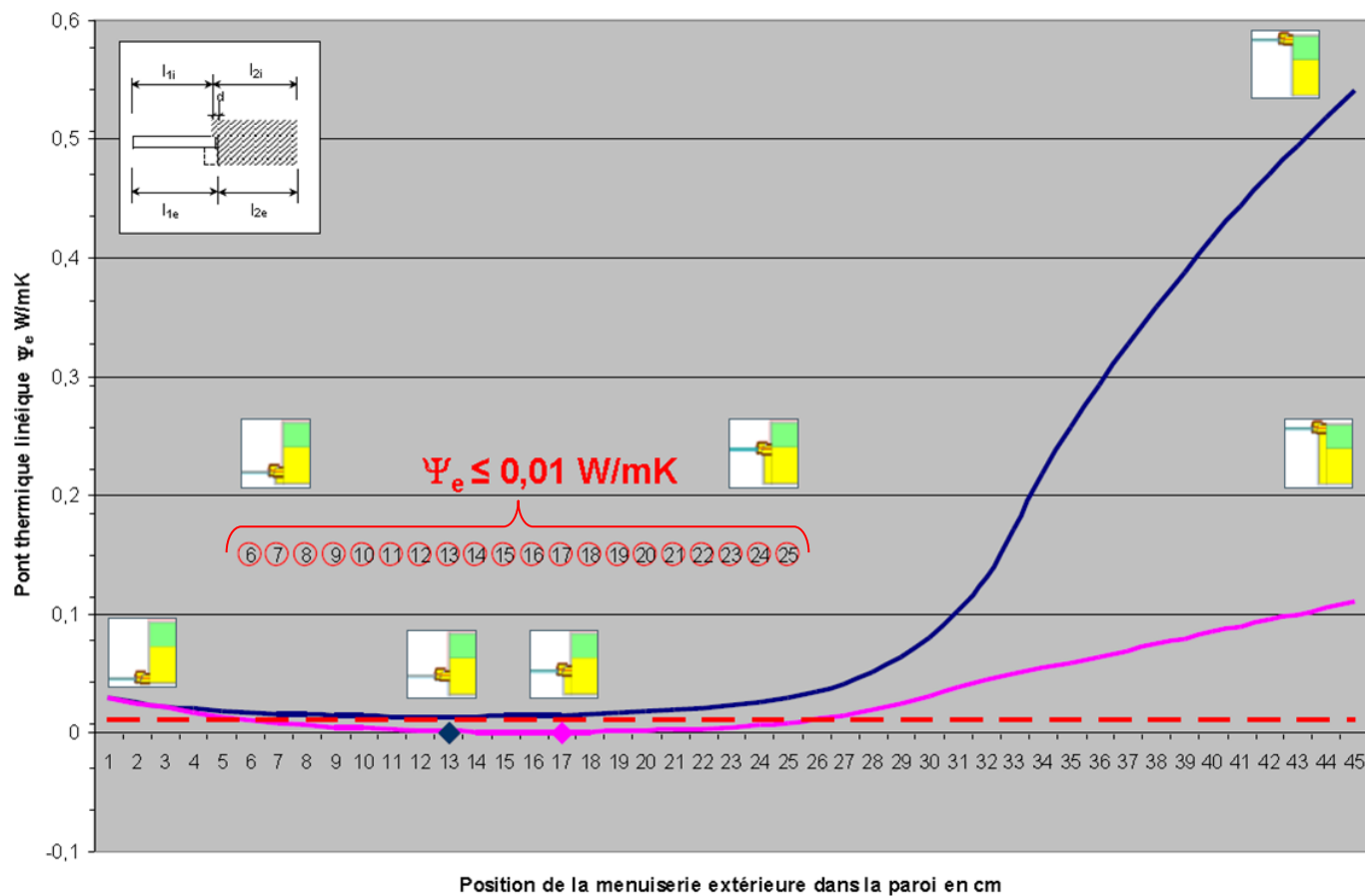
Bij isolatie langs de buitenzijde



Bron: écorce



Impact van de positie van het raam in de muur



Bron: pmp



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?



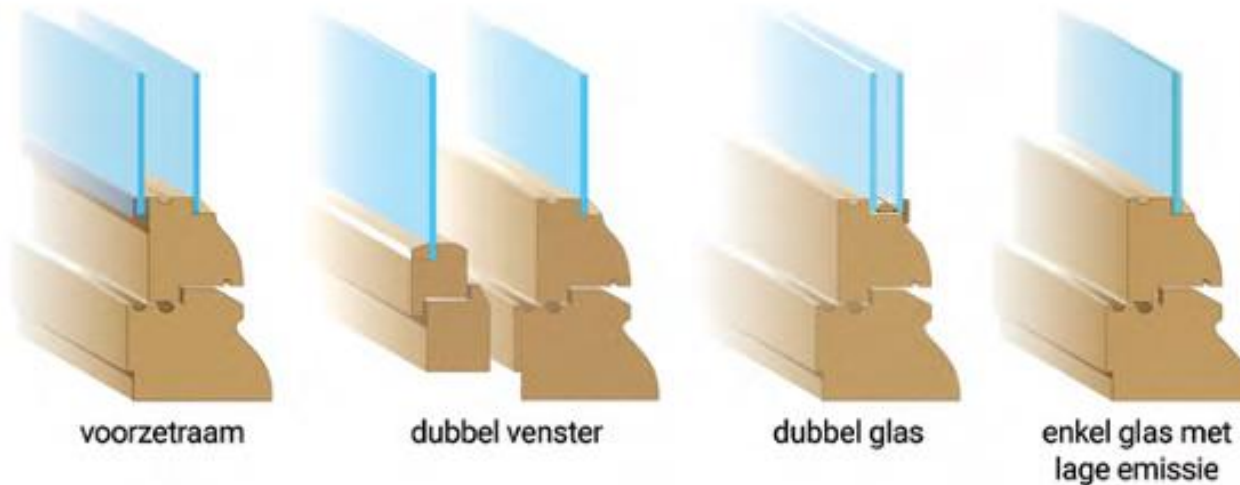
Links het oorspronkelijke venster.
Rechts een niet-kwalitatieve vervanging van dit venster: te hoog geplaatste regel, te brede profielen, verlies van de verdelingsroeden en van het gekleurde glaswerk
© Jacques Adnet

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



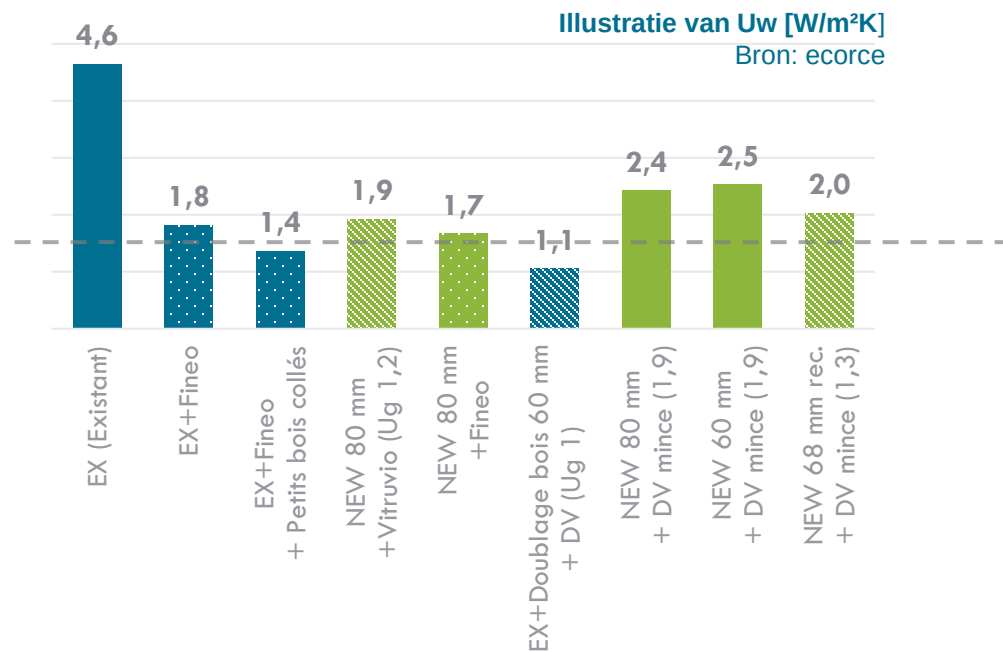
Bron: [Historisch houten venster, Homegrade](#)



Voorbeeld: studie van verschillende varianten in een beschermd gebouw



Bron: vIA



Voor meer informatie...



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

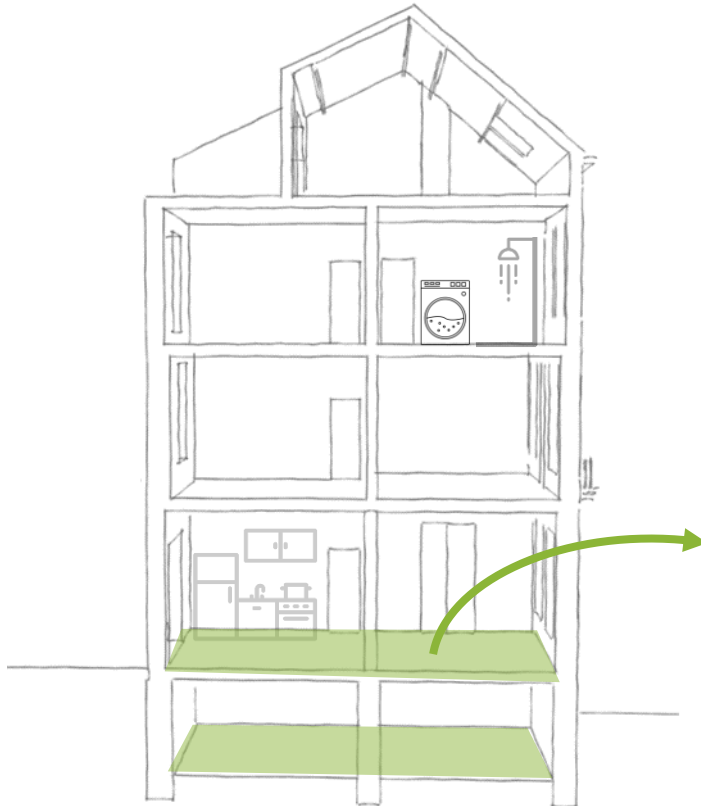


- ▶ Gids Duurzame gebouwen Energie & Energetische gebouwschil
 - Incl. :
 - Plaatsing van een nieuw venster
 - Luchtdichtheid van vensterramen
 - Bestaand raamwerk en nieuwe dubbele beglazing
 - Inwerking van een dubbel binnenraam



- ▶ 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

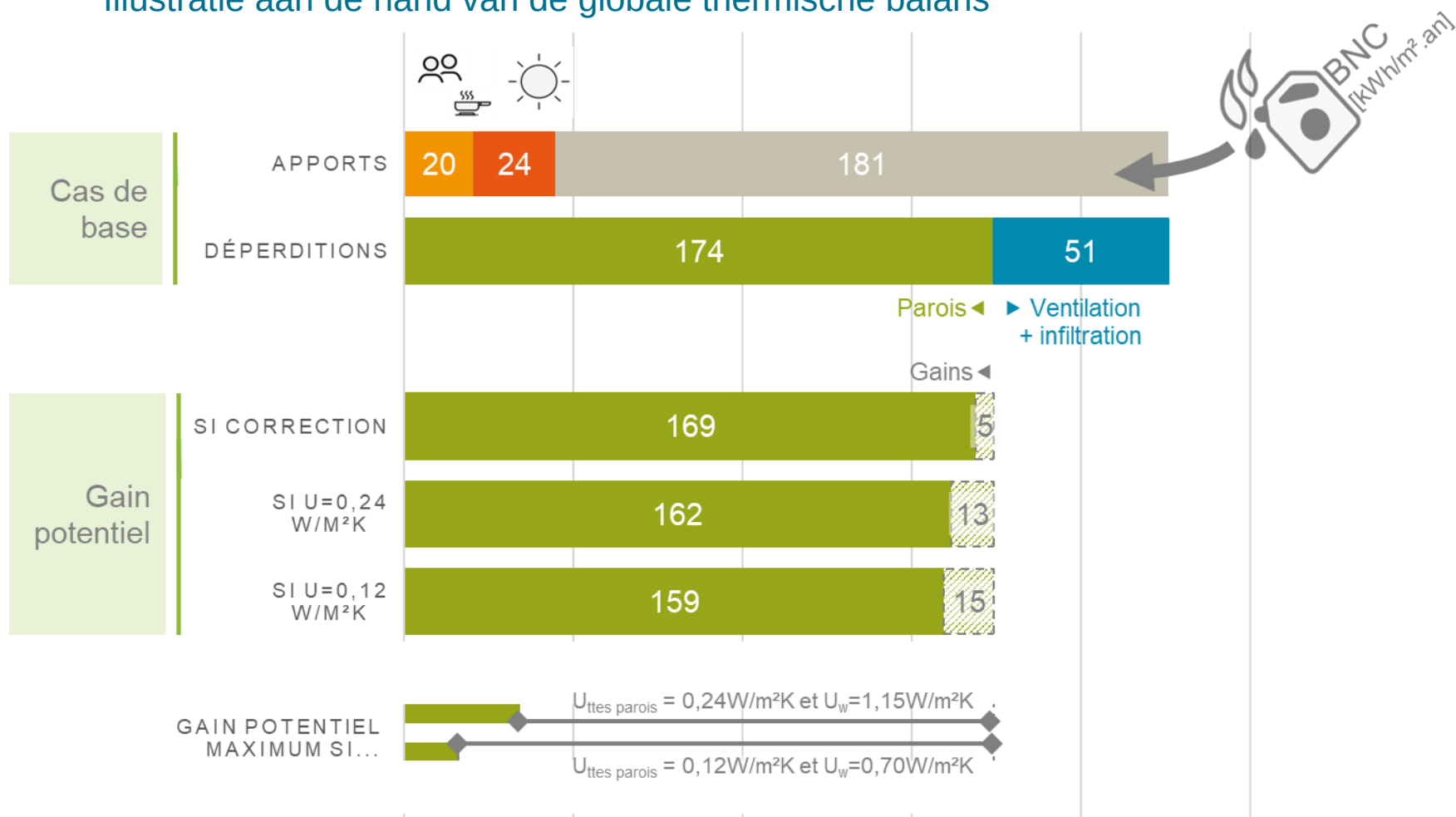
OF

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

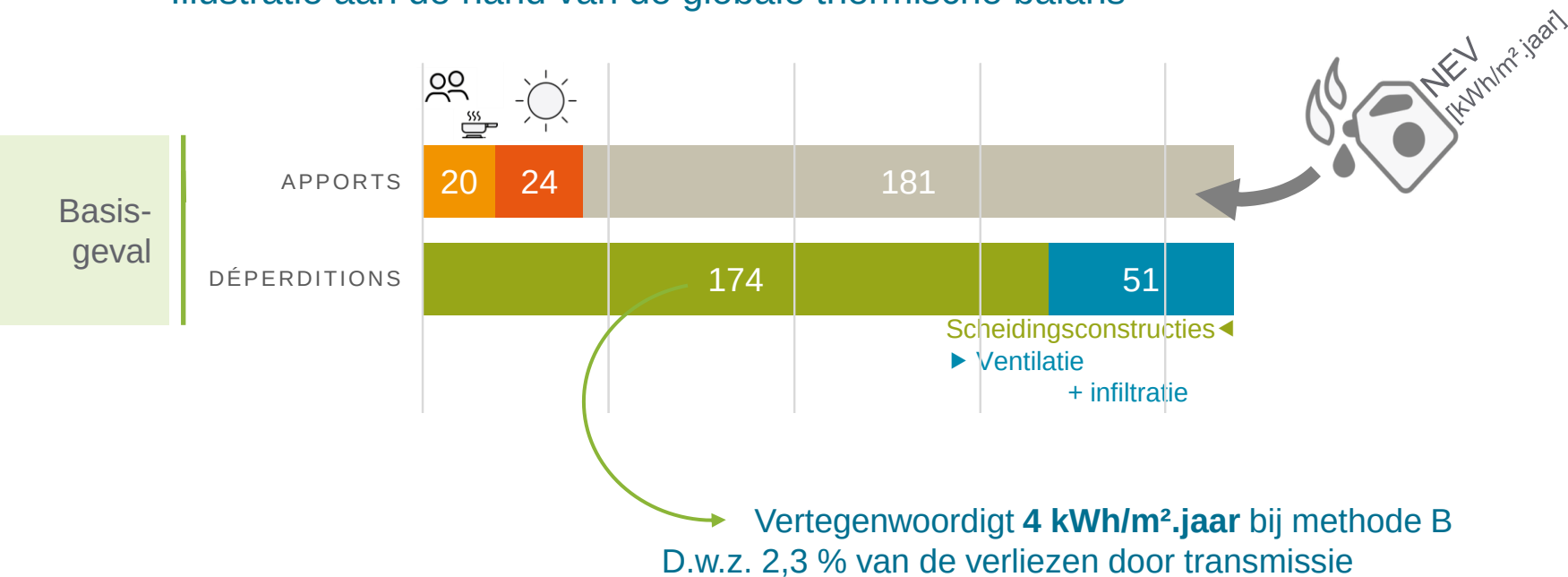


- ▶ Homegrade
 - De zoldervloer isoleren - Principes en technieken



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans



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,...

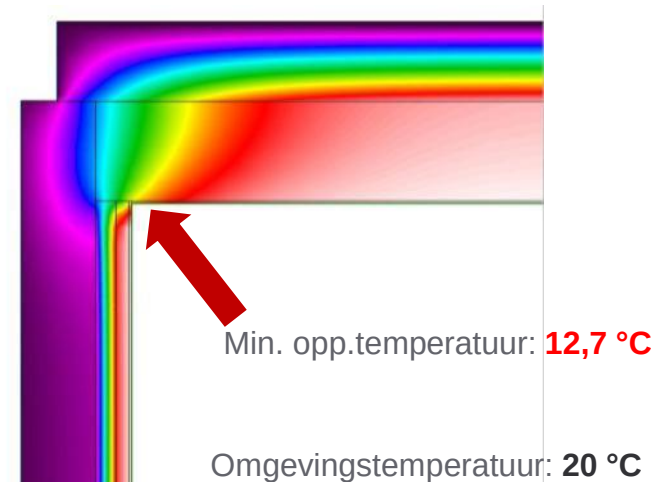
⇒ Analyse via de temperatuurfactor op de koudste plaats

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

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

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

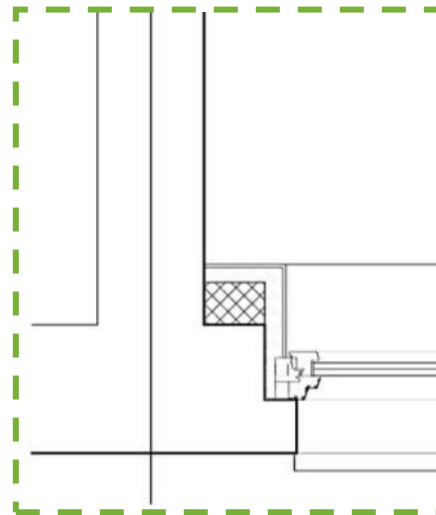
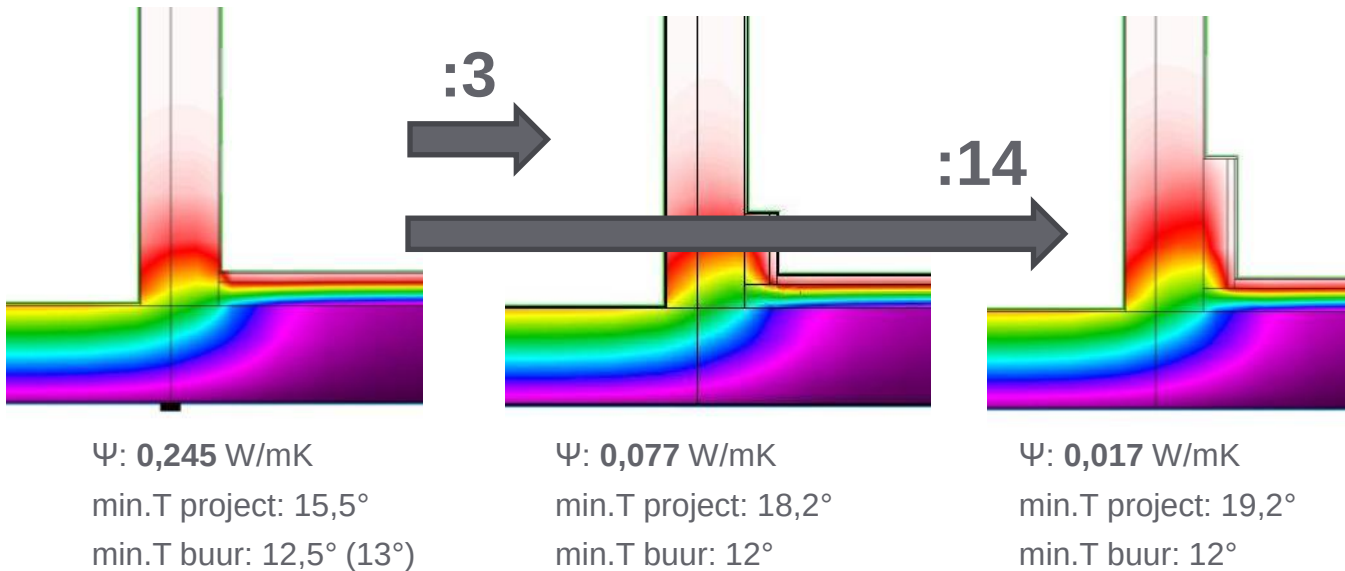


Foto: J. Kessler



Voorbeeld: geïsoleerde retour op de gemene muur

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



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

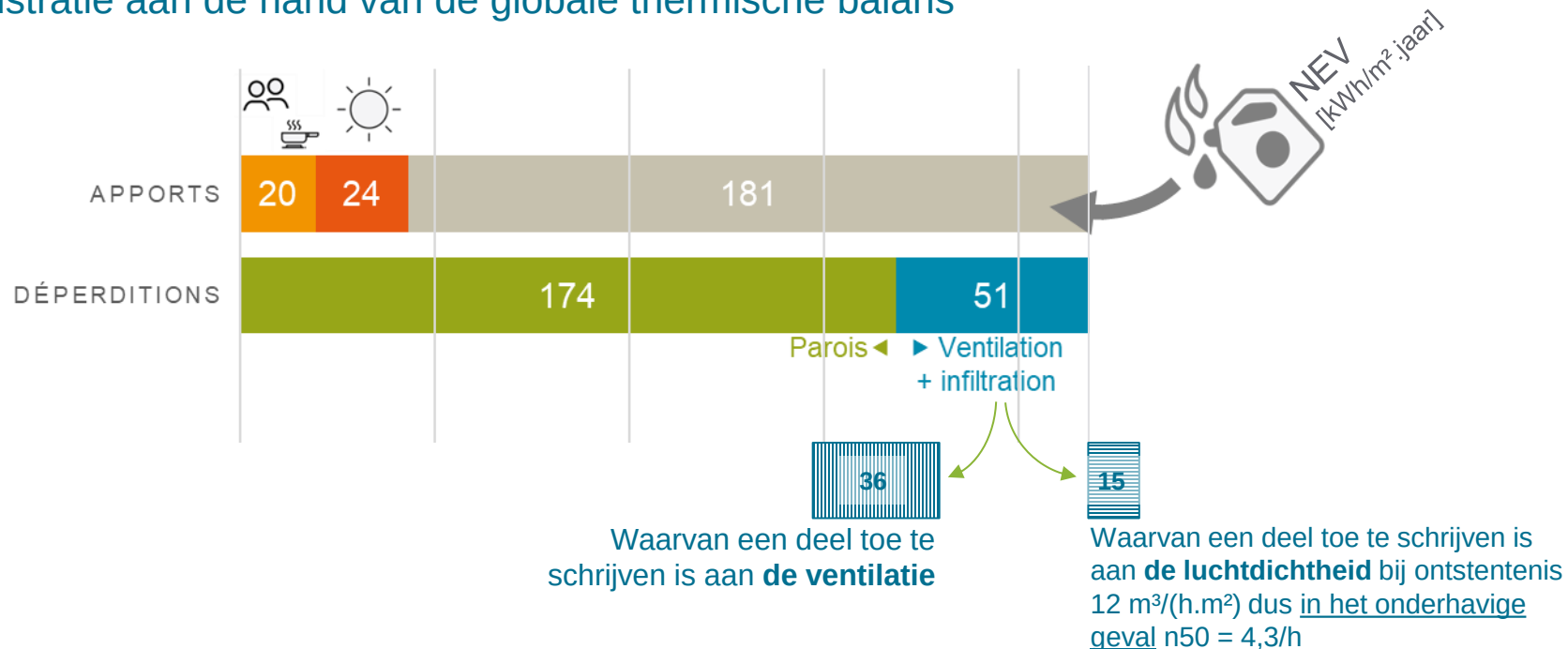
- NBN EN ISO 10211: 2008 - Koudebruggen in bouwconstructies - Warmtestromen en oppervlaktetemperaturen - Gedetailleerde berekeningen (ISO 10211:2007)



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

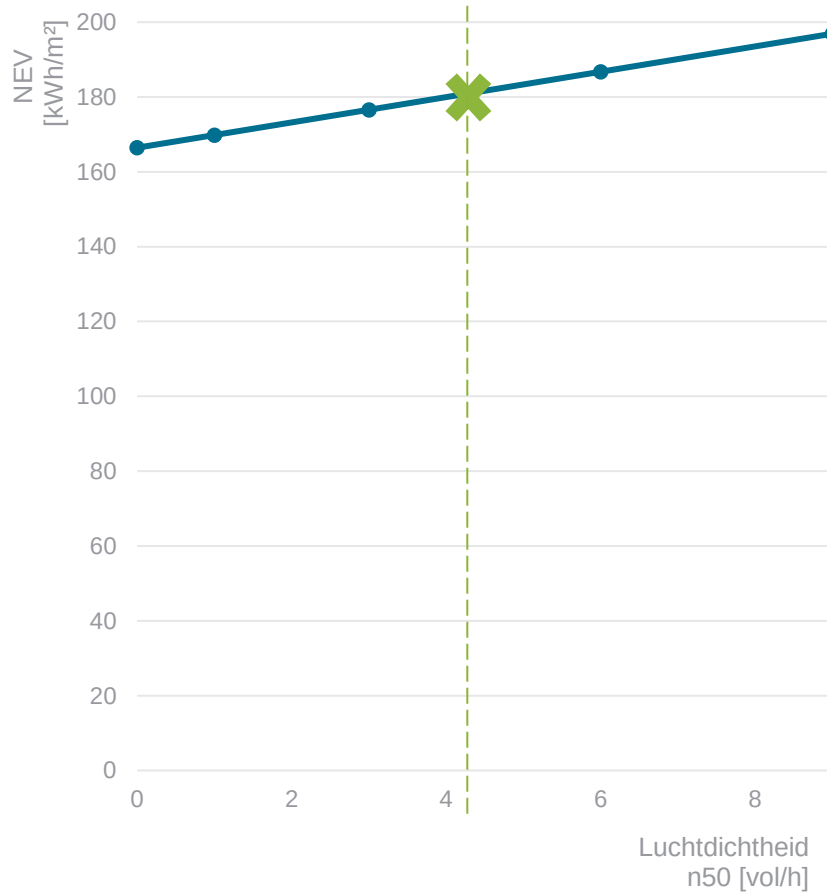
In waarde

In percentage

n50 [vol/h]

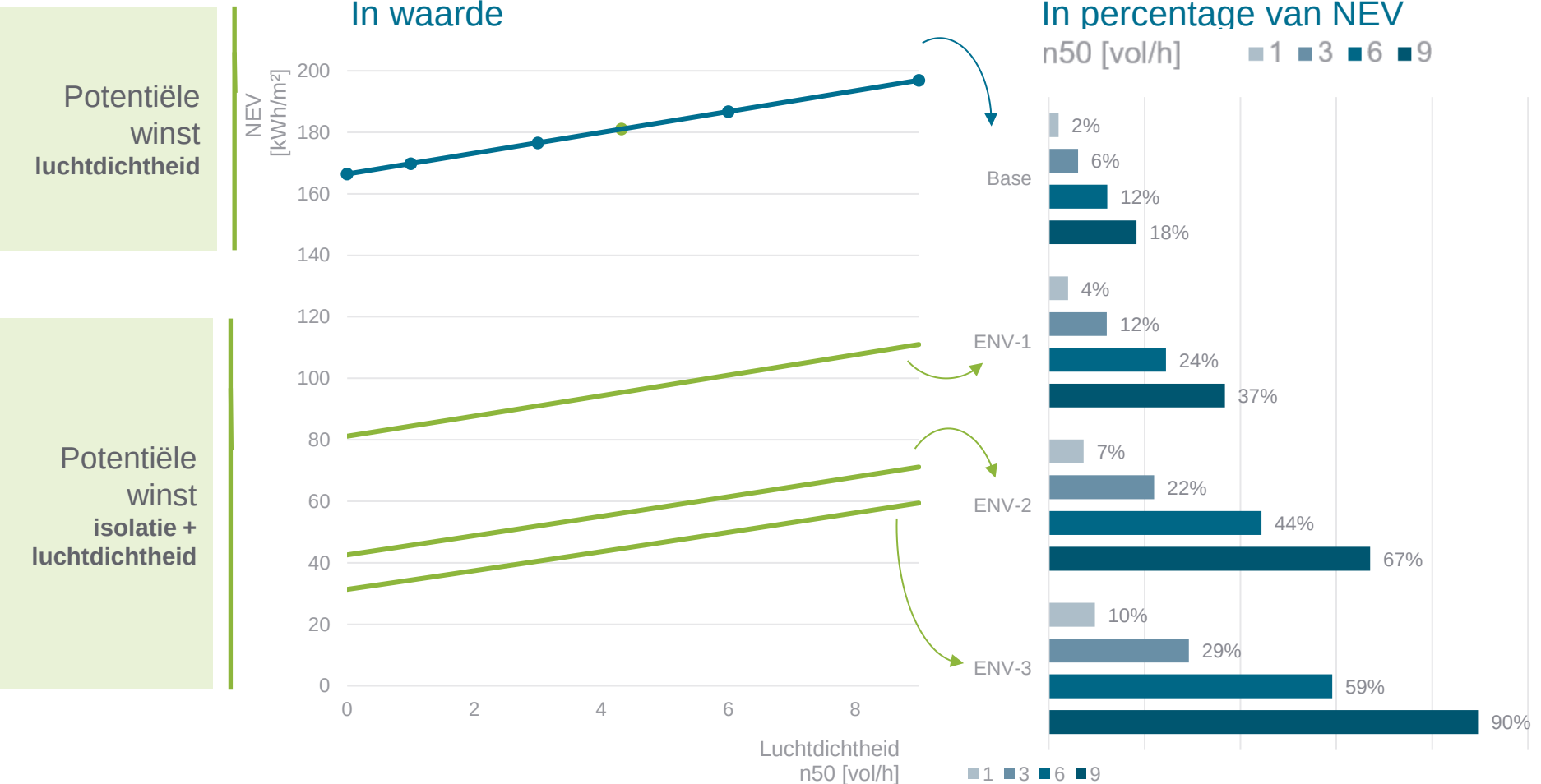
■ 1 ■ 3 ■ 6 ■ 9

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

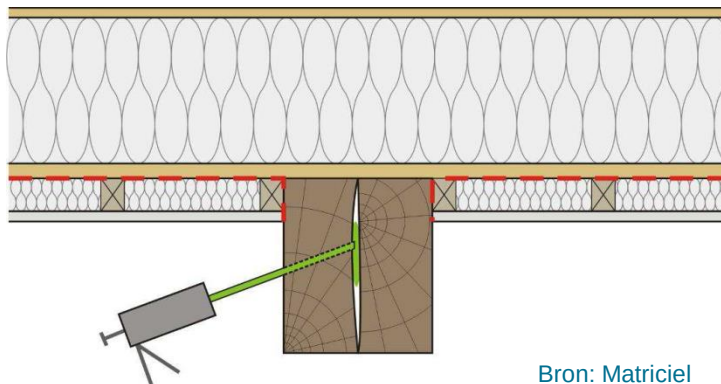


Aandachtspunten

- Bij het ontwerp

Voorbeeld

- dubbele vloerbalken
- geventileerd gaslokaal
- ...



Aandachtspunten

- Bij de werken

Voorbeeld

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



Bron: écorce

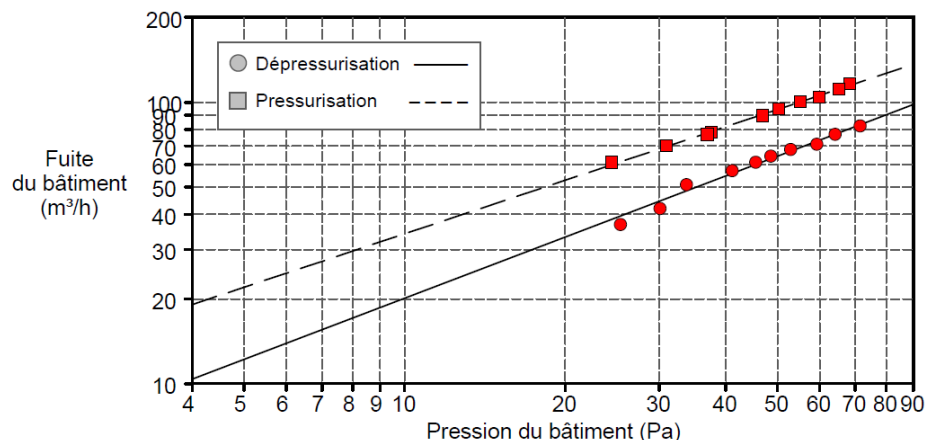


Aandachtspunten

- ▶ 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

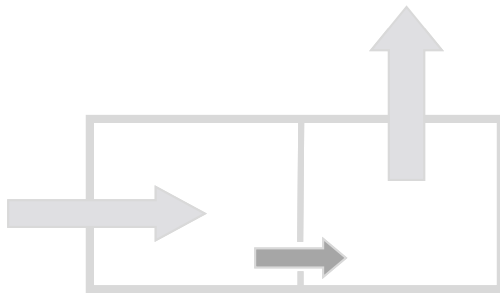


- ▶ Referentietekst: NBN EN 13829
 - Thermische eigenschappen van gebouwen – Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen - Overdrukmethode (ISO 9972:1996, gewijzigd)

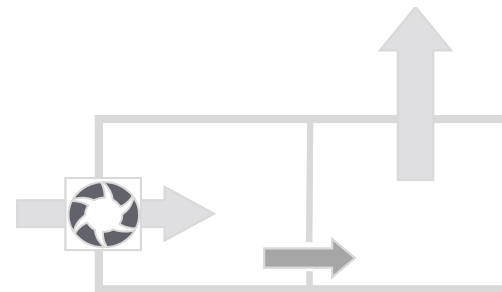


De 4 grote reglementaire systemen

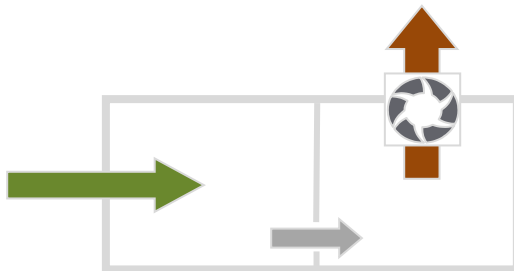
- A. natuurlijke toevoer
+ natuurlijke afvoer



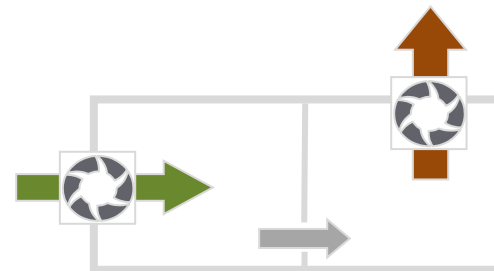
- B. mechanische toevoer
+ natuurlijke afvoer



- C. natuurlijke toevoer
+ mechanische afvoer



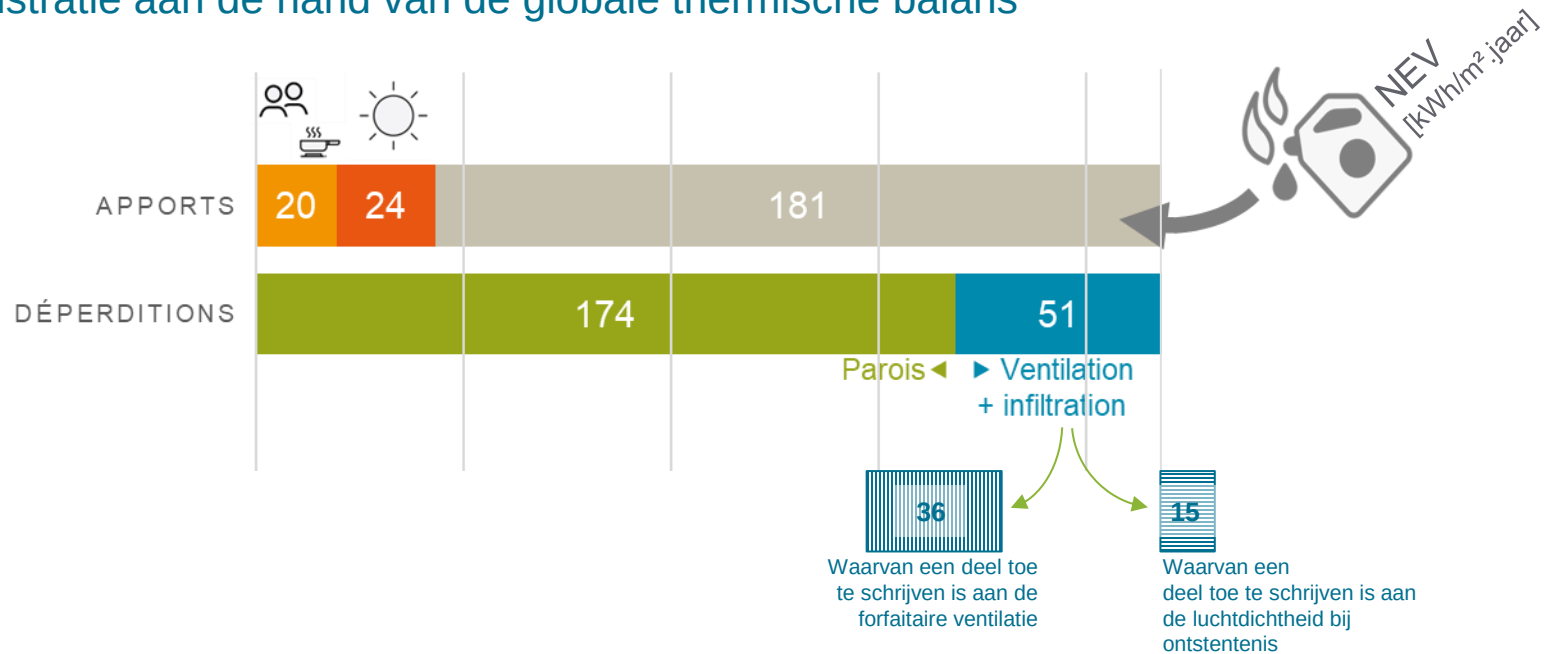
- D. mechanische toevoer
+ mechanische afvoer



Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

Basis-
geval



Aandachtspunten

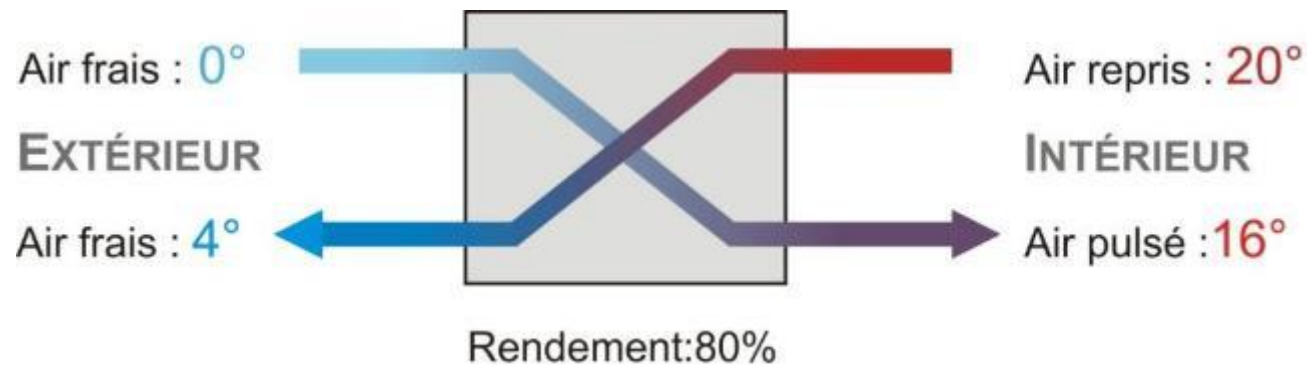
- ▶ De warmteverliezen toe te schrijven aan de hygiënische ventilatie kwantificeren
- ▶ Het elektriciteitsverbruik kwantificeren
- ▶ Impact op de gerenoveerde balans
- ▶ Illustraties van de plaatsruimte
- ▶ Positie van de groep en van de luchtinlaten/-uitlaten
- ▶ De debieten controleren



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**

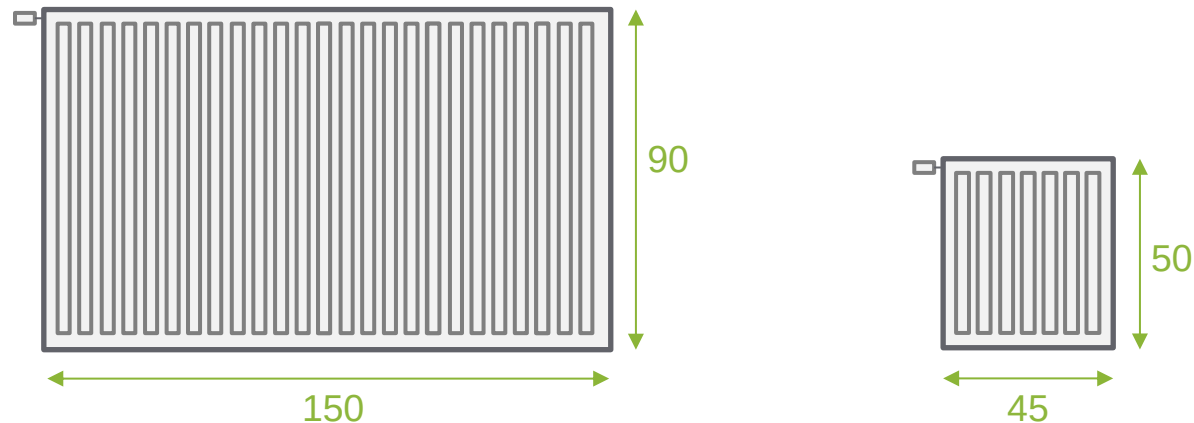
⇒ **Verliezen gedeeld door 5!**



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/m².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

/! niet valoriseerbaar in EPB

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

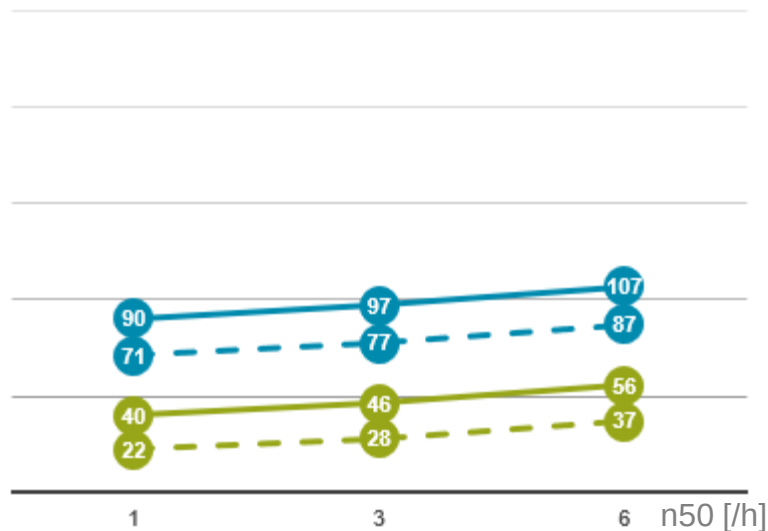
Tableau [1] : $f_{\text{reduc,vent,heat,zone}}$ pour les systèmes de ventilation A, B, C et D avec régulation de l'alimentation sur base des besoins dans les espaces secs et/ou de l'évacuation sur base des besoins dans les espaces humides



Aandachtspunten

- Impact op de gerenoveerde balans
 - Voorbeeld van systeem C

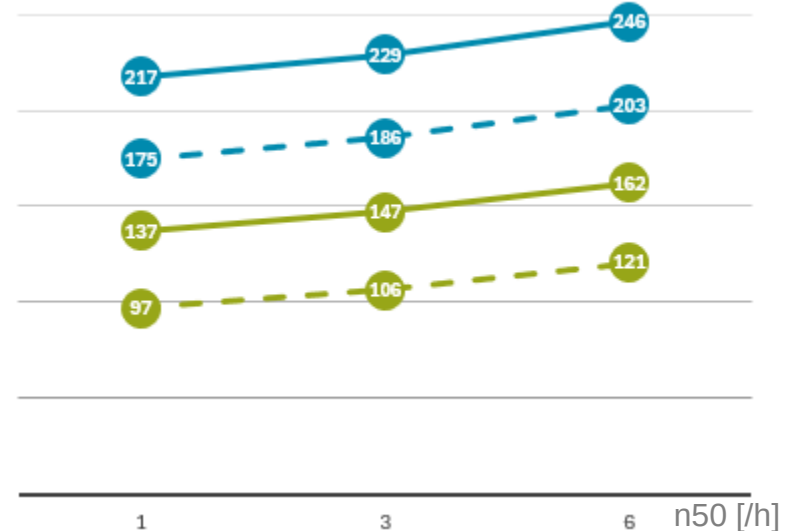
In NEV
[kWh/m².jaar]



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 PEV
[kWh/m².jaar]



Aandachtspunten

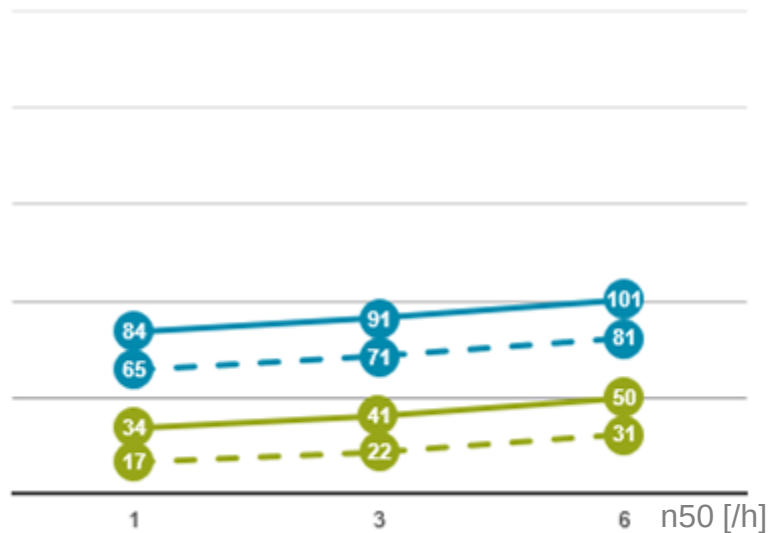
- Impact op de gerenoveerde balans
 - Voorbeeld van systeem D

Legenda

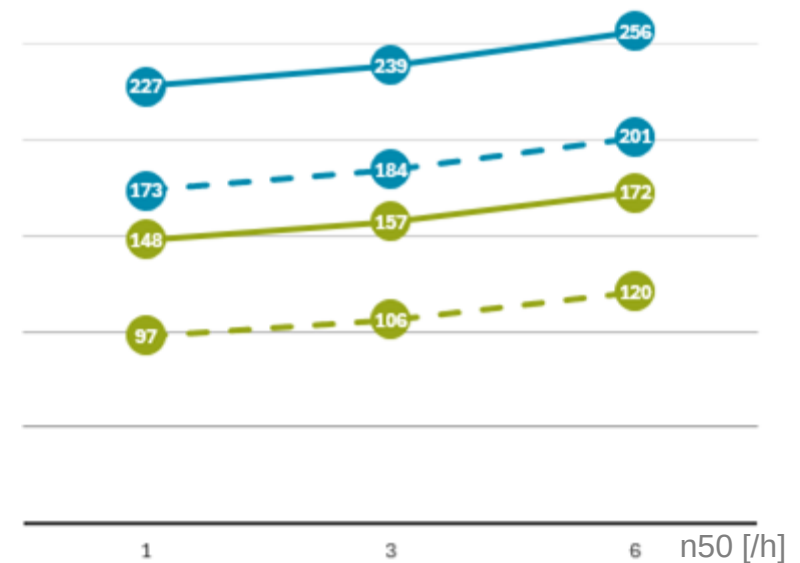
- ENV-1 +D80%
- ENV-3 +D80%
- ENV-1 +D80% encodage détaillé
- ENV-3 +D80% encodage détaillé

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

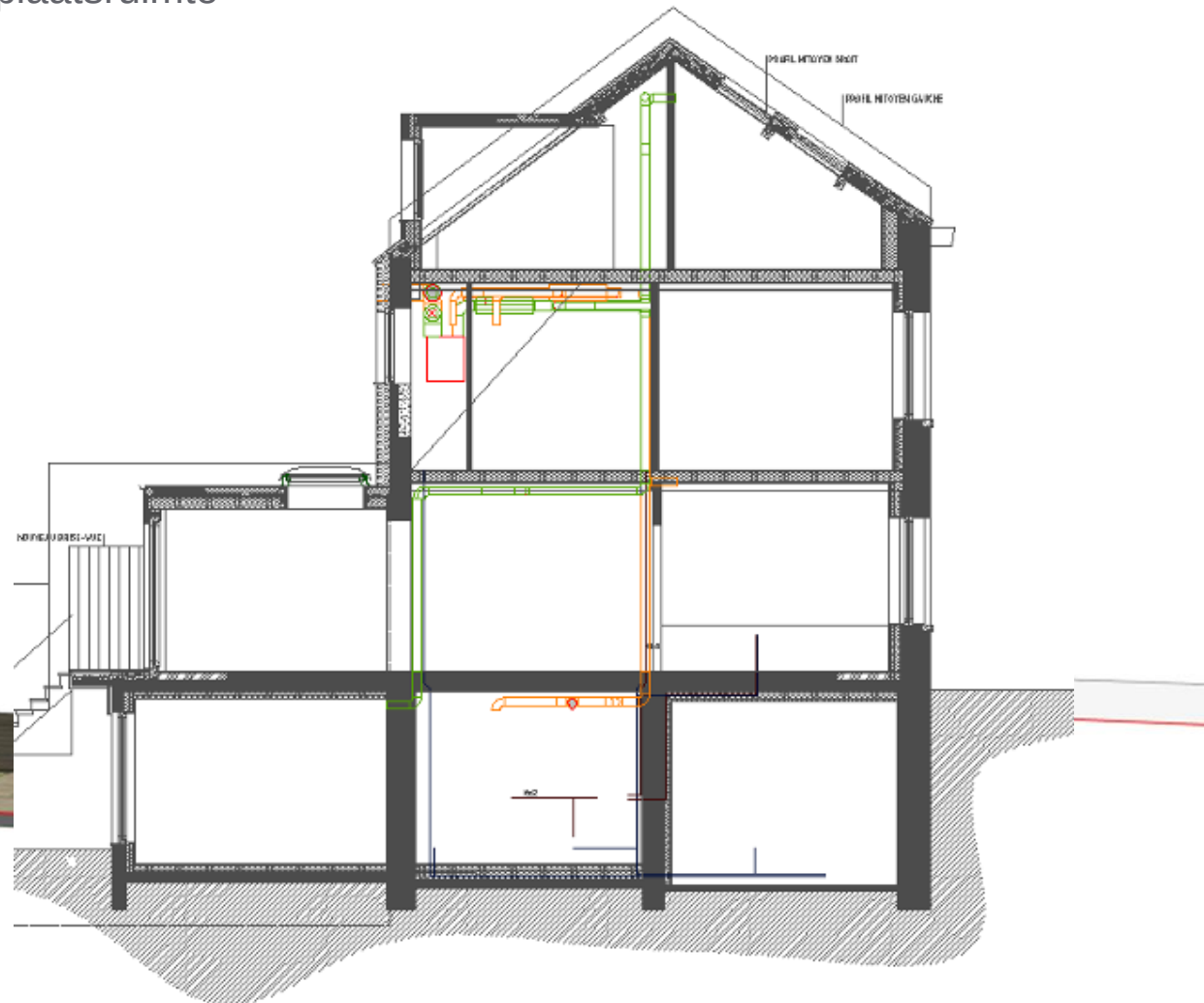


Ronde geluiddemper
Bron: Trox



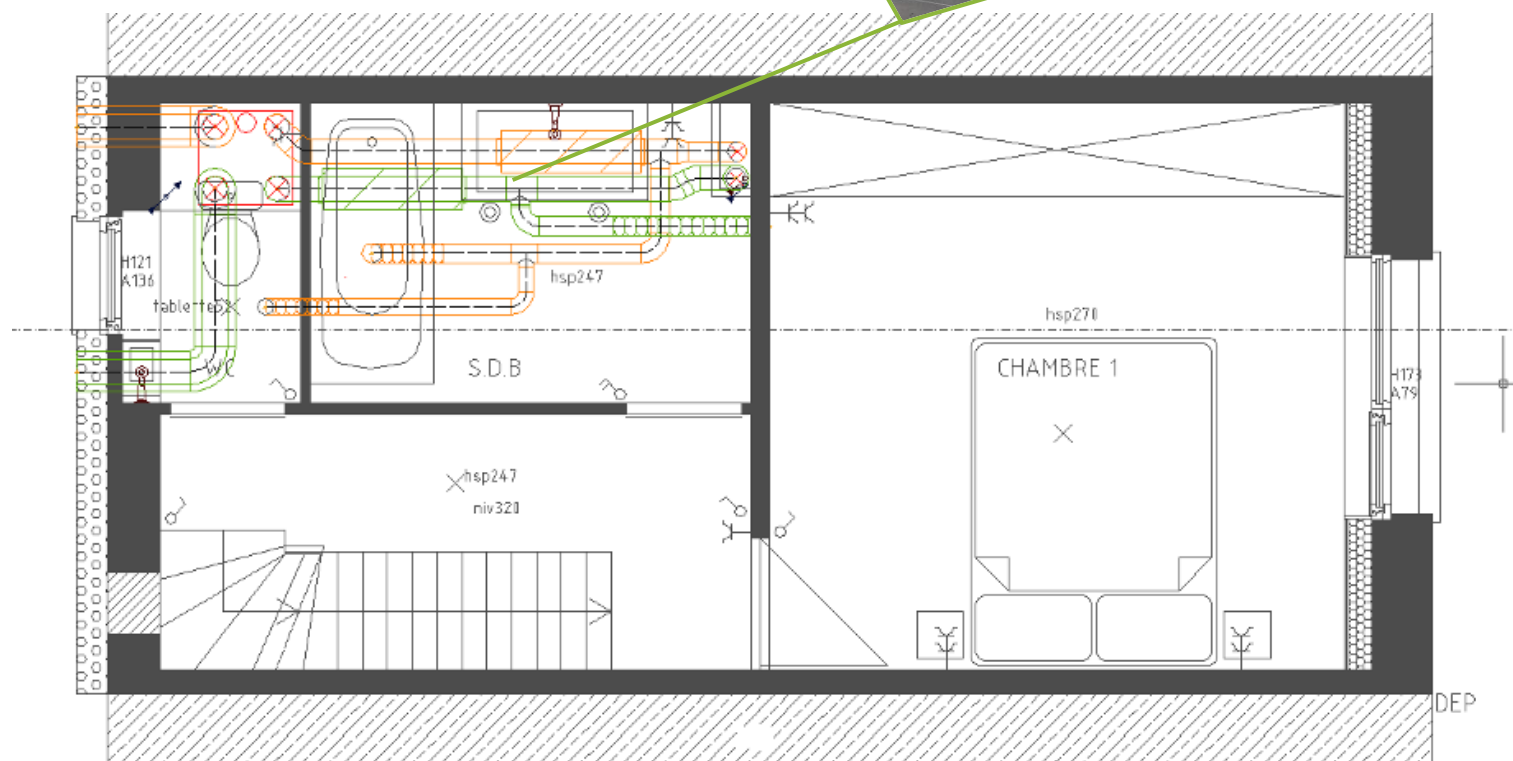
Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



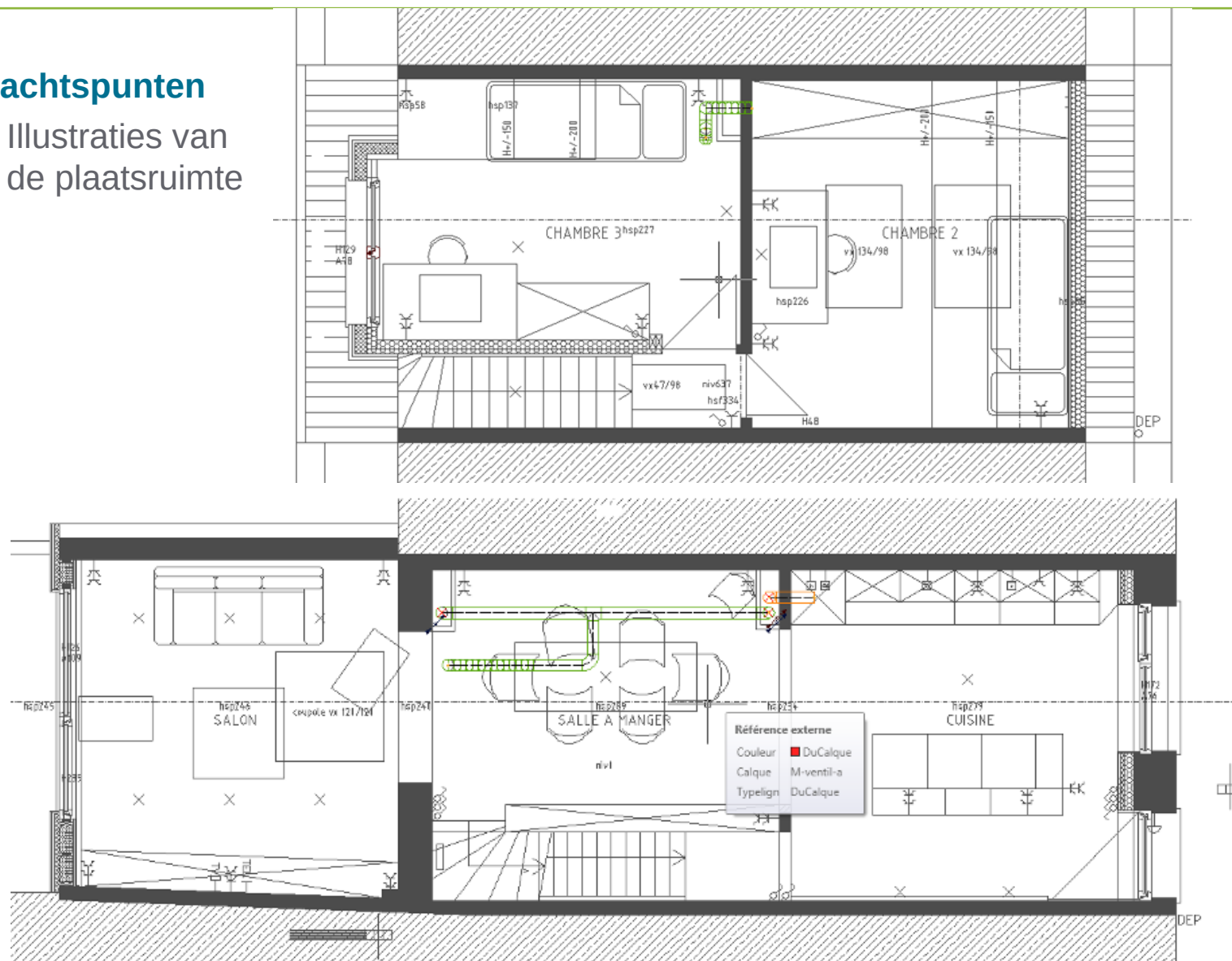
Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



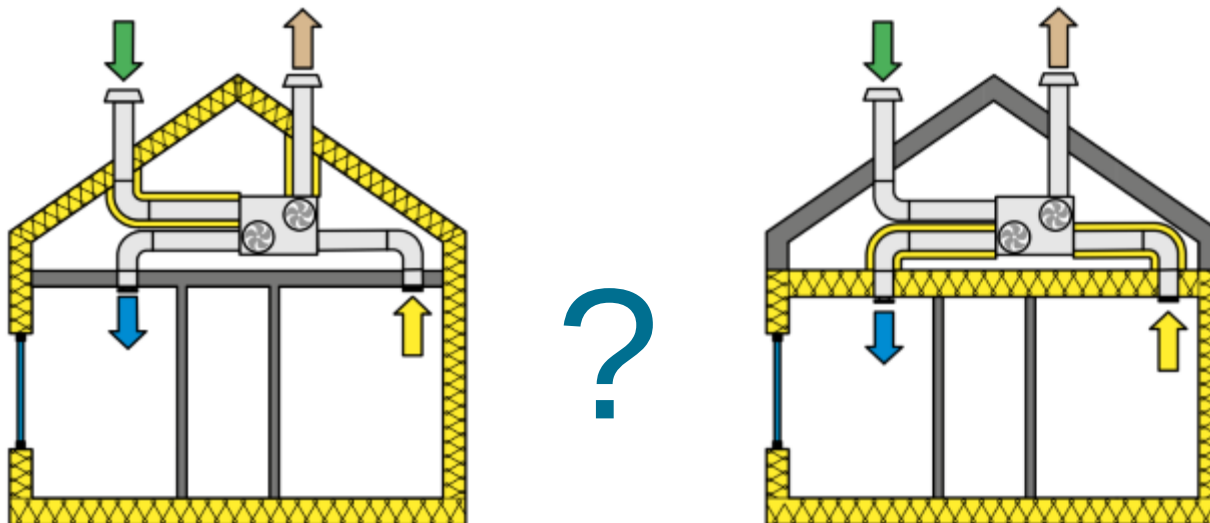
Aandachtspunten

- Illustraties van de plaatsruimte



Aandachtspunten

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



Aandachtspunten

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

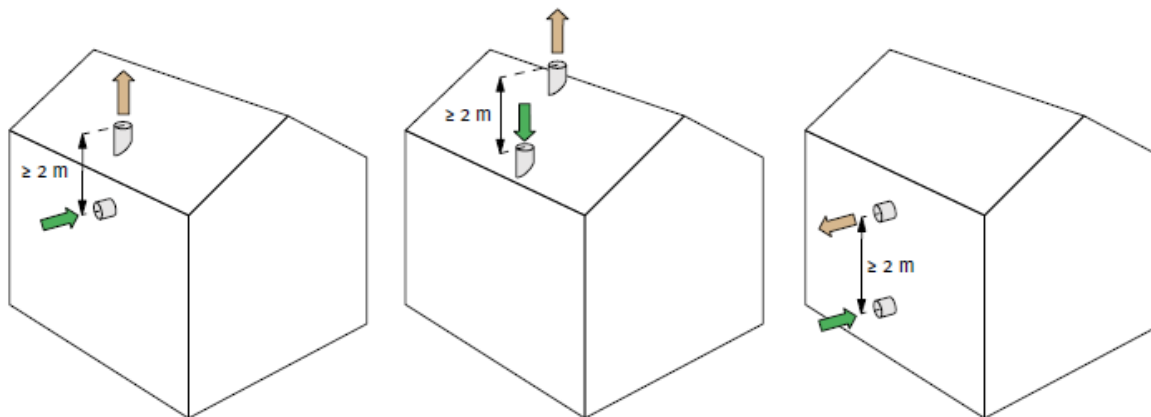


Fig. 20 Différence de hauteur minimale de 2 m entre une prise d'air et un rejet pour différentes situations (la prise d'air étant plus bas que le rejet).

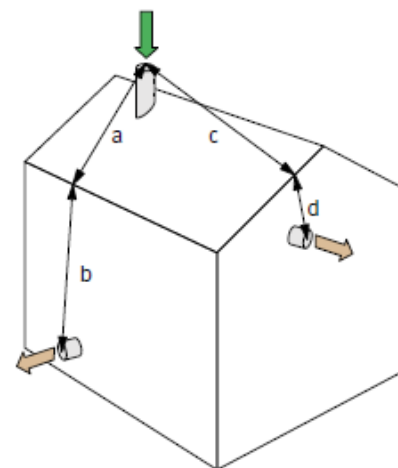


Fig. 21 Distance minimale de 10 m ($a + b + c + d$) entre un rejet et une prise d'air pour différentes situations (lorsqu'il n'est pas possible de placer la prise d'air 2 m plus bas que le rejet).

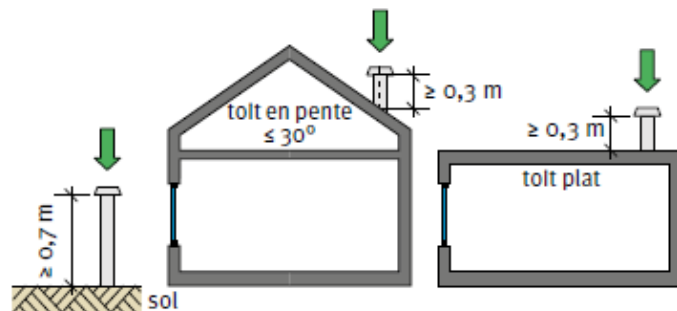


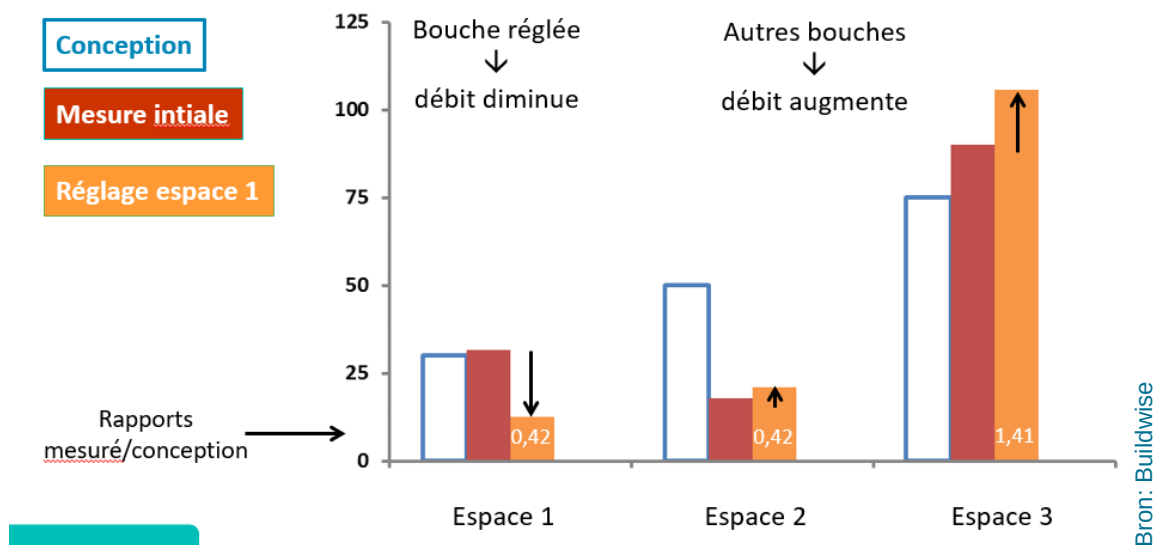
Fig. 23 Hauteur minimale des prises d'air placées au sol (à gauche) et sur une toiture dont la pente n'est pas supérieure à 30° (à droite).

→ 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

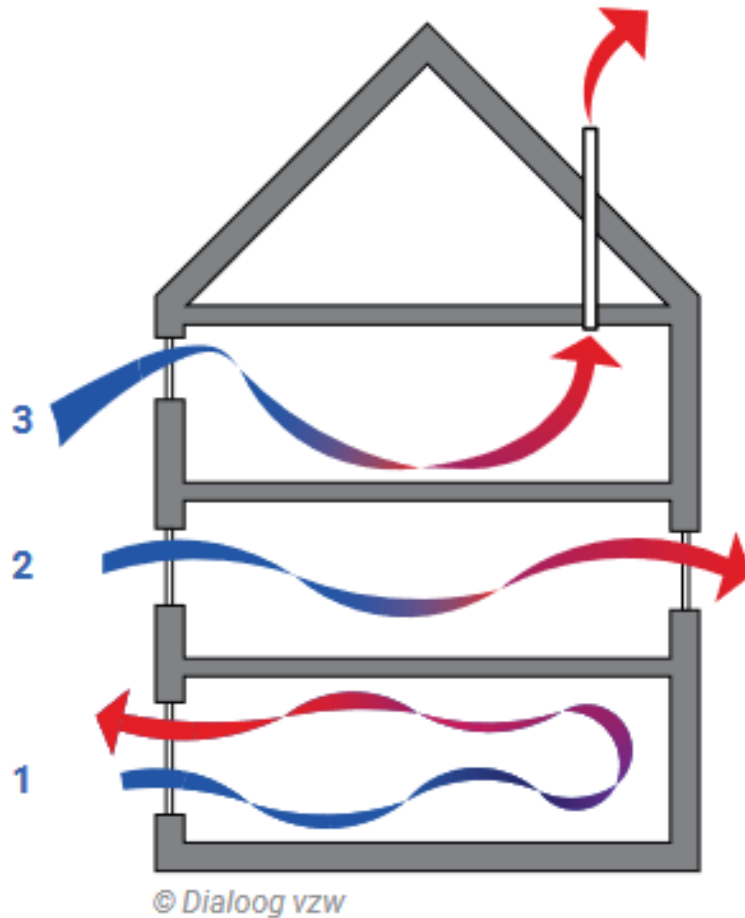


- ▶ Gids Duurzame Gebouwen Energie
 - Incl. :
 - Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen
 - Luchtdichtheid van technische voorzieningen



- ▶ Homegrade
 - Ventilatie van een te renoveren woning

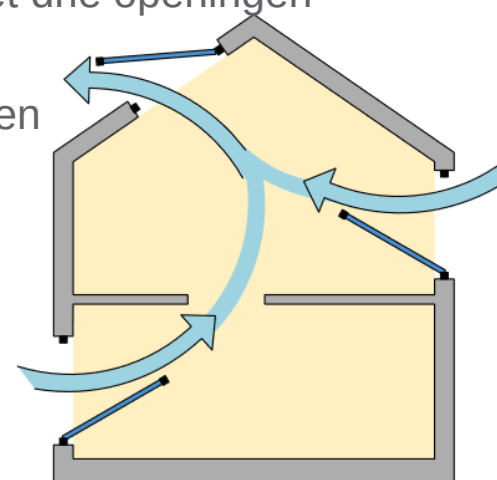




1. **Unilatéral** : lorsqu'il est obtenu par une (ou des) ouverture(s) sur une seule façade.
2. **Transversal** : lorsqu'il est obtenu par des ouvertures sur des façades différentes.
3. **Vertical** : lorsqu'il est obtenu par une (ou des) ouverture(s) en façade et une évacuation verticale (cages d'escaliers, atriums, conduits...). On parle alors d' « effet cheminée » .

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 de la ventilation intensive à trois ouvertures.

Bron: Buildwise



Herhaling van de cijfers

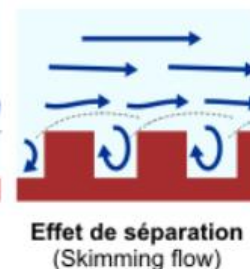
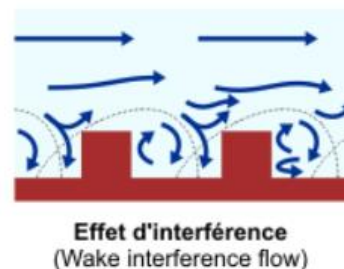
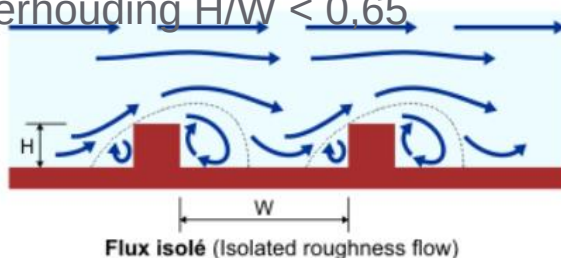
- Minimale opening

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	0,64 m ²
Ventilation par des ouvertures sur des façades opposées	3,2 %	0,51 m 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 $H/W < 0,65$



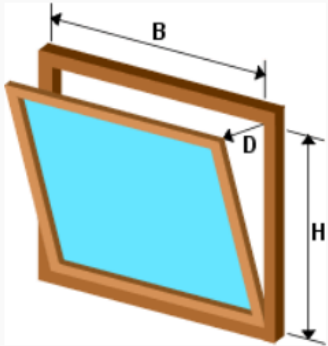
Bron: EnergiePlus



Aandachtspunten

- Combineren van openend oppervlak en intrusierisico!

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

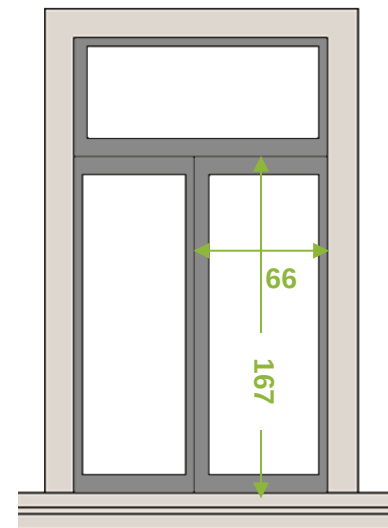

$$A = A_1 A_2 / A_1 + A_2$$
$$A_1 = B \times H$$
$$A_2 = D \times (H + B)$$

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





Soleil été



Soleil d'hiver



Welke parameters hebben er invloed op?

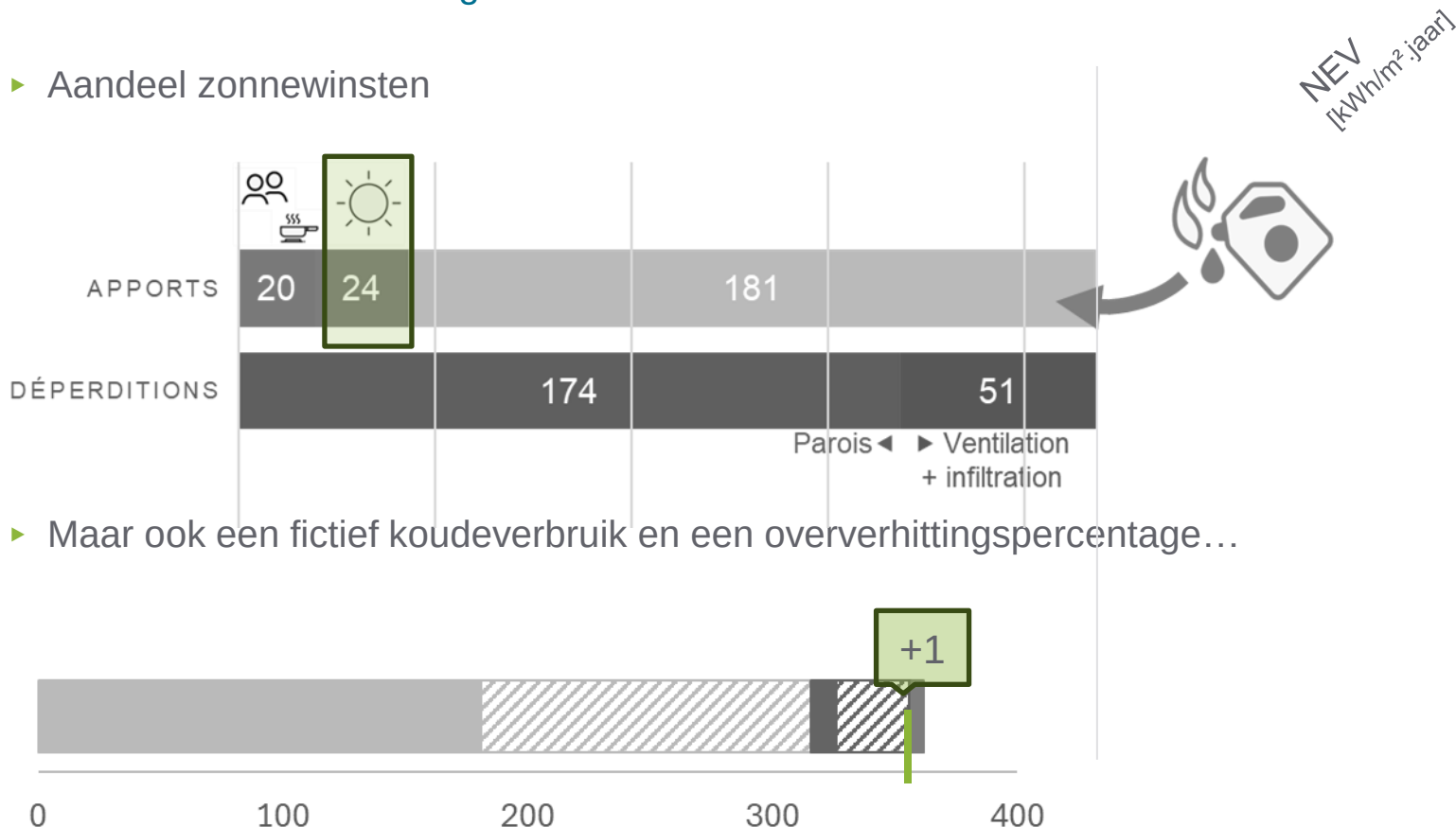


Herhaling van de cijfers

Illustratie aan de hand van de globale thermische balans

- Aandeel zonnewinsten

Basis-
geval



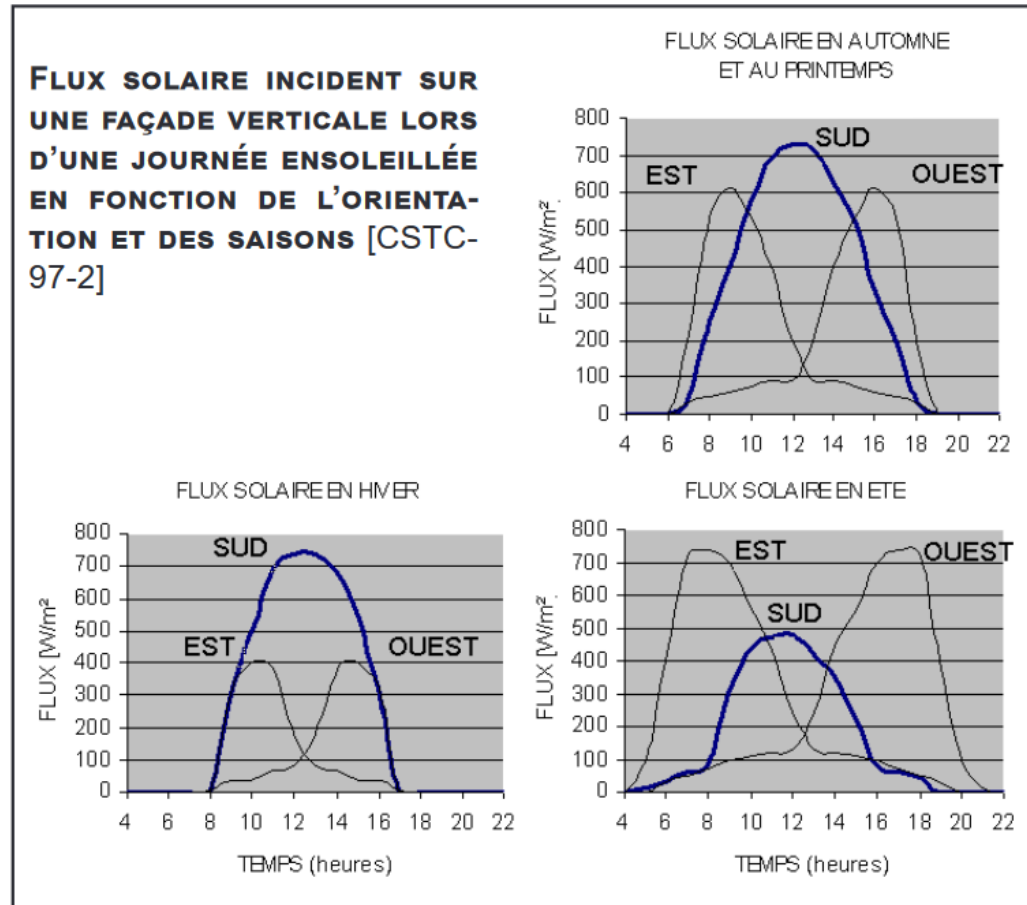
- Maar ook een fictief koudeverbruik en een oververhittingspercentage...

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



Aandachtspunten

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

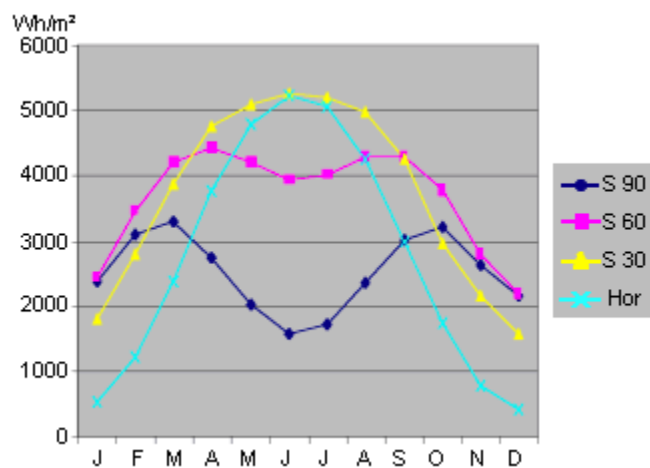


Bron: Guide pratique pour les architectes. La fenêtre et la gestion de l'énergie [2018]



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?](#)

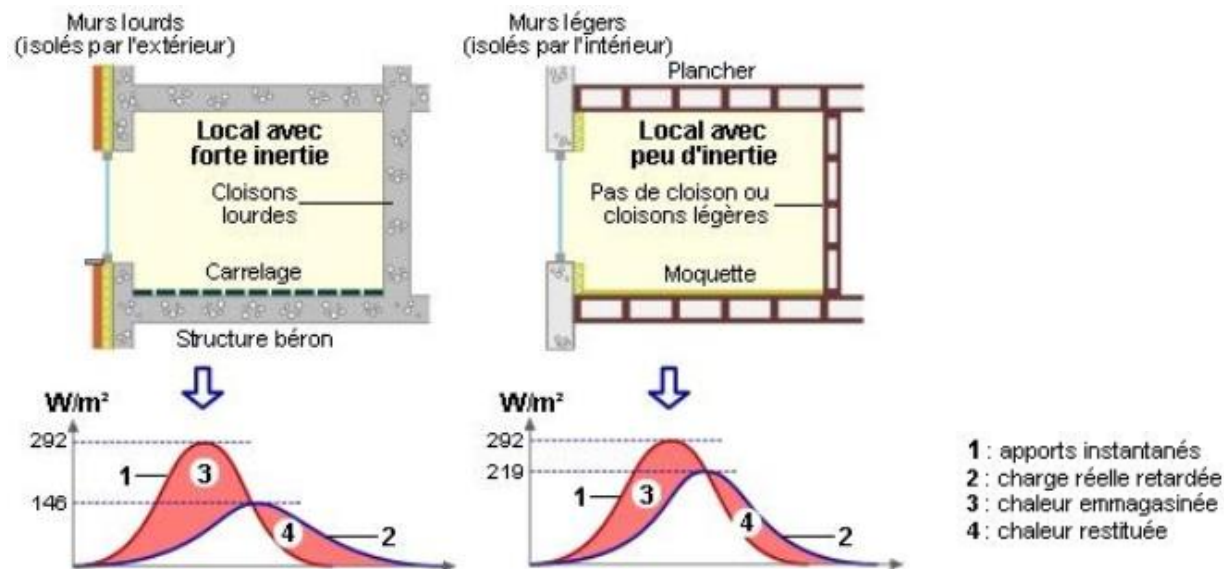


- ▶ Gids Duurzame Gebouwen [Energie](#)
 - Incl. :
 - [Overhitting](#)
 - [Het thermisch comfort verzekeren](#)
 - [Warmtelasten beperken - Elementen voor een duurzame keuze](#)
 - [Een passieve koelstrategie toepassen](#)
- ▶ Andere
 - Buildwise-video [De karakteristieken van zonweringen begrijpen](#)
 - 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

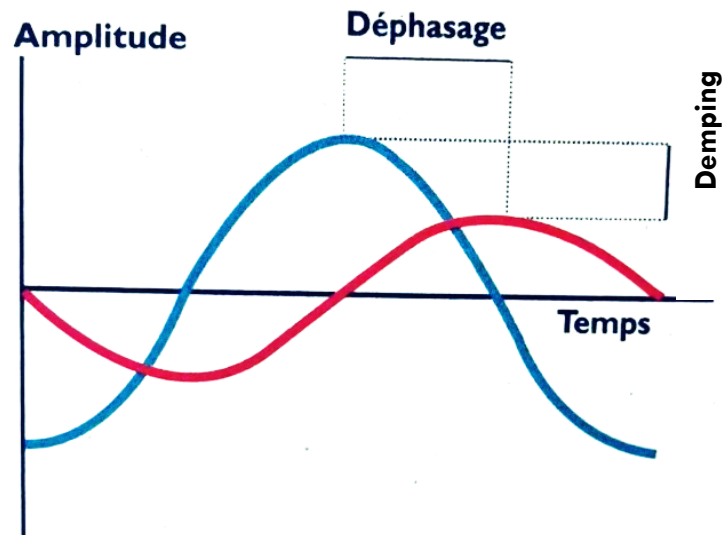


Bron: Architecture et Climat, UCL



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

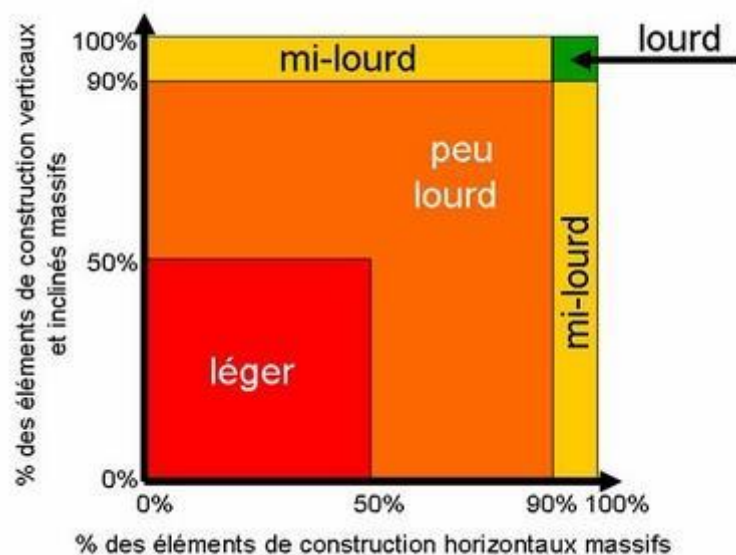


Bron: La conception bioclimatique,
Samuel Courcey en Jean Pierre Oliva



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)





- ▶ 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	

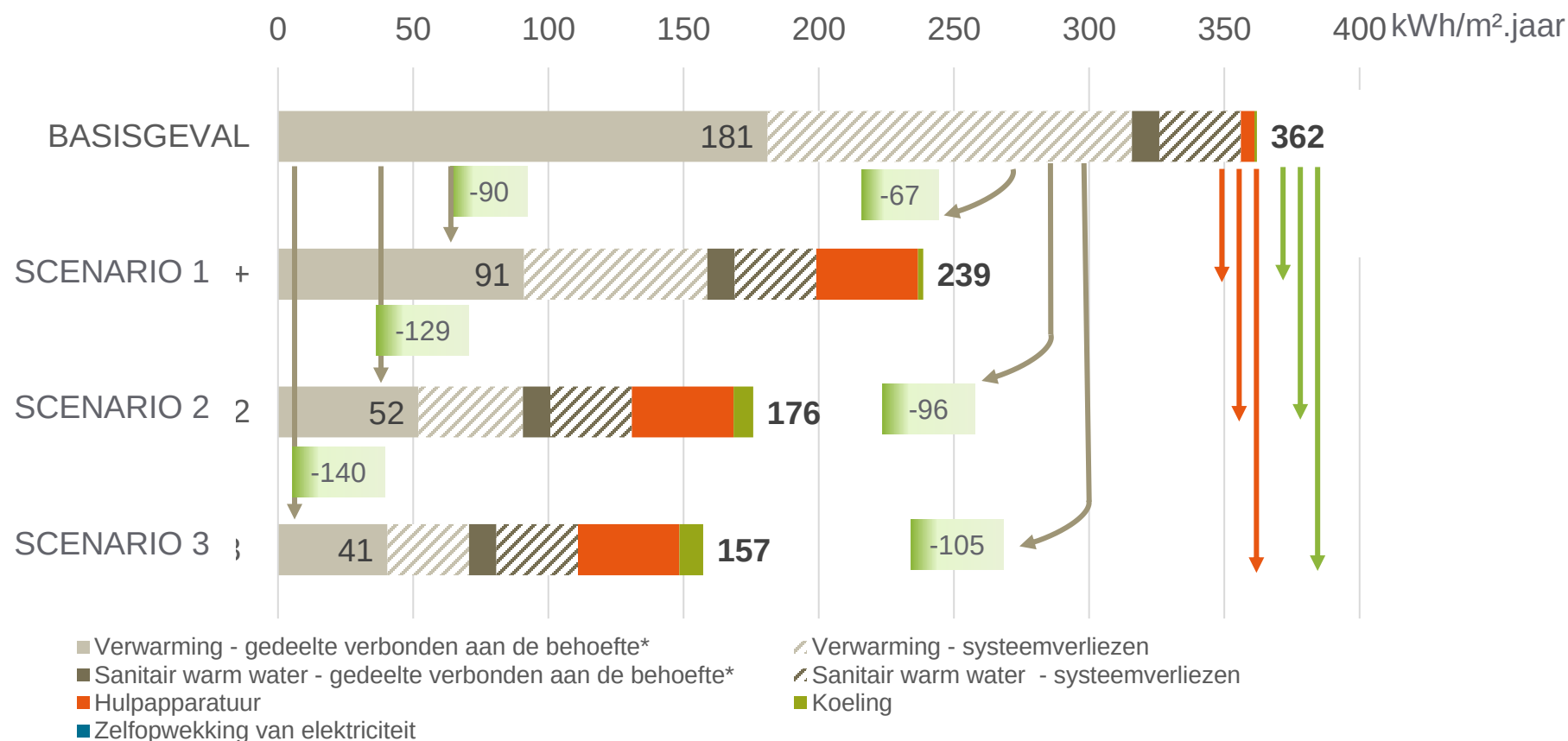
Andere niet-becijferde impact

- Bouwknopen
- Inertie
- Zonnewinsten / koeling



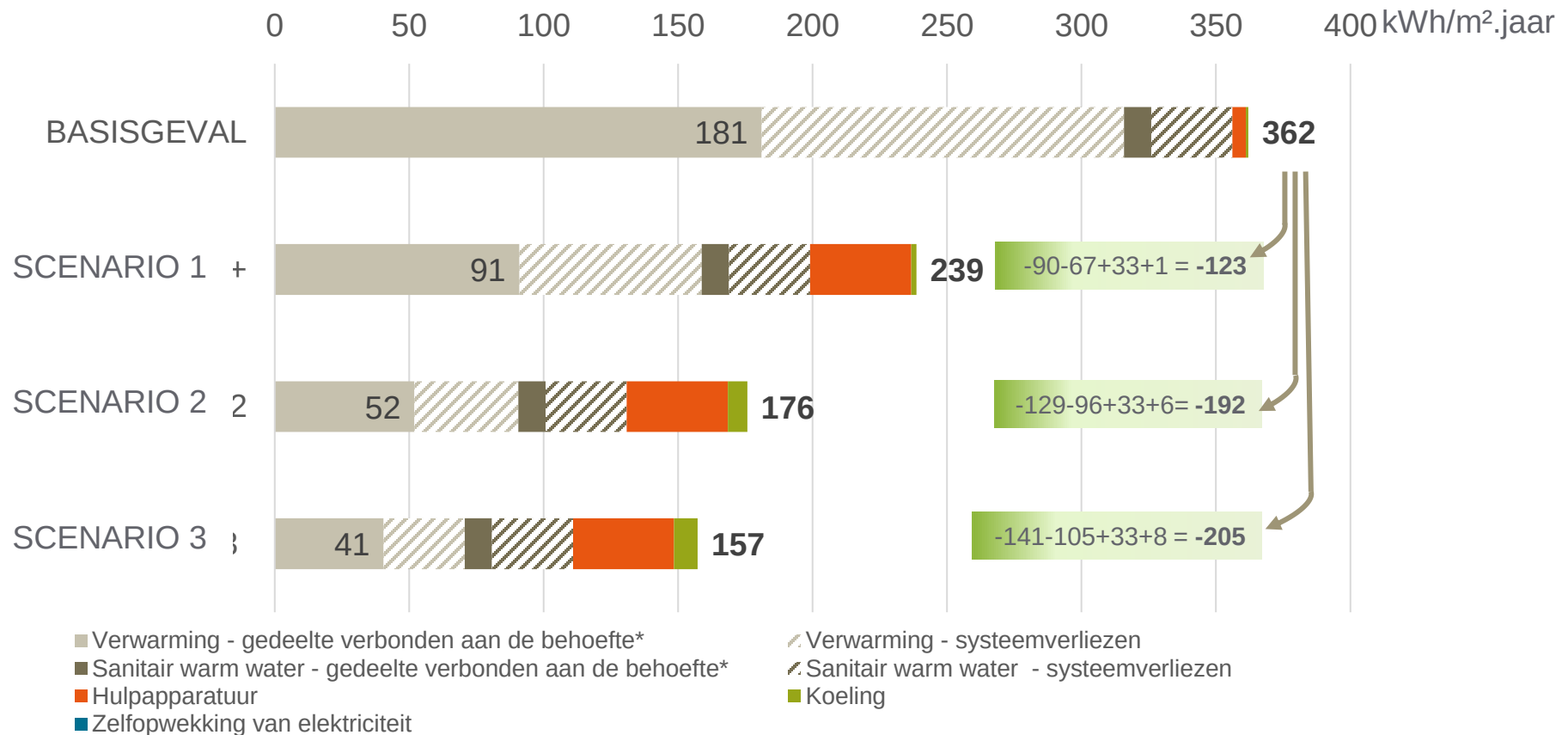
Renovatie van de gebouwschil

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



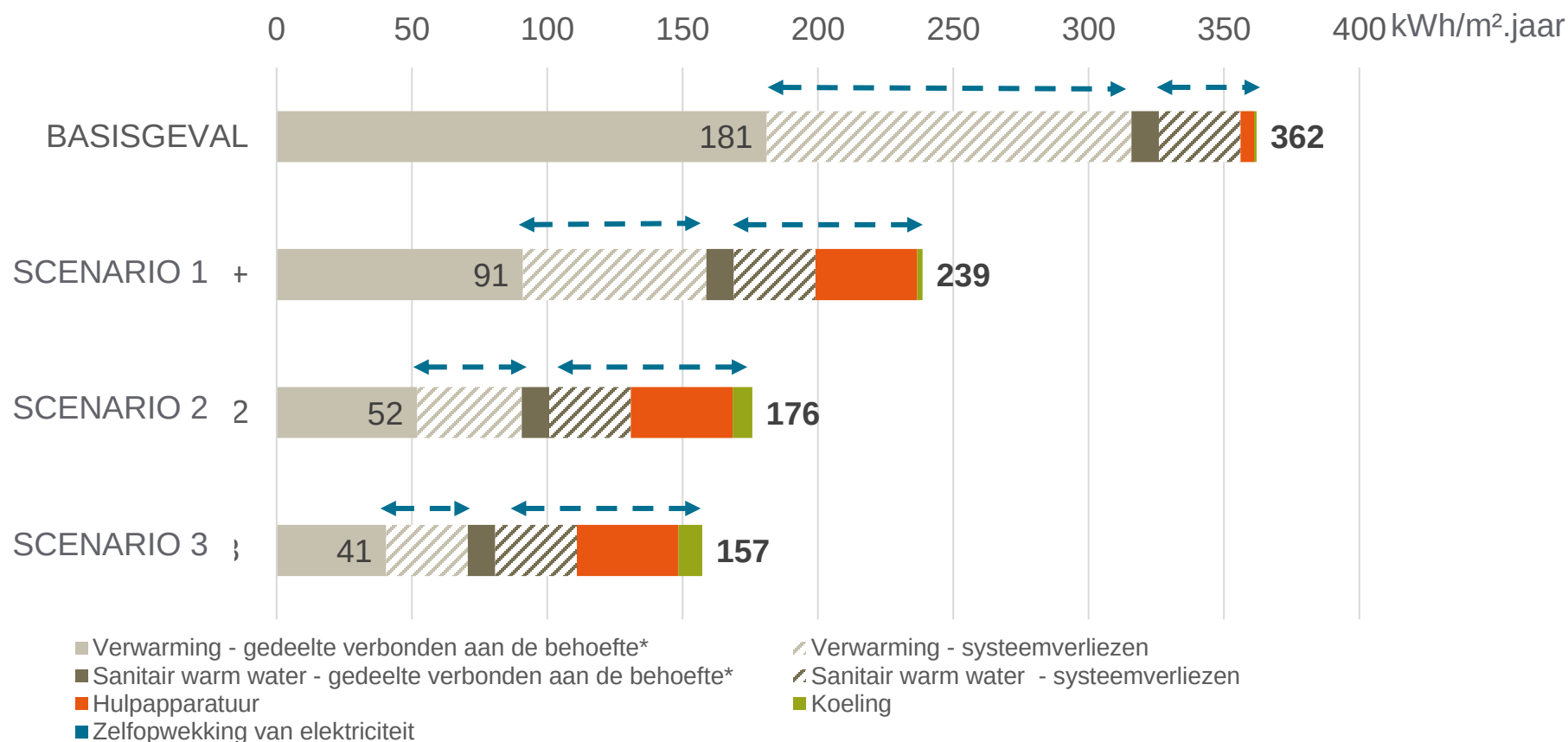
Renovatie van de gebouwschil

- 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



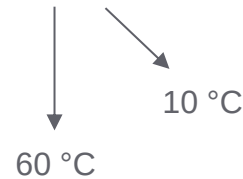
Orde van grootte

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

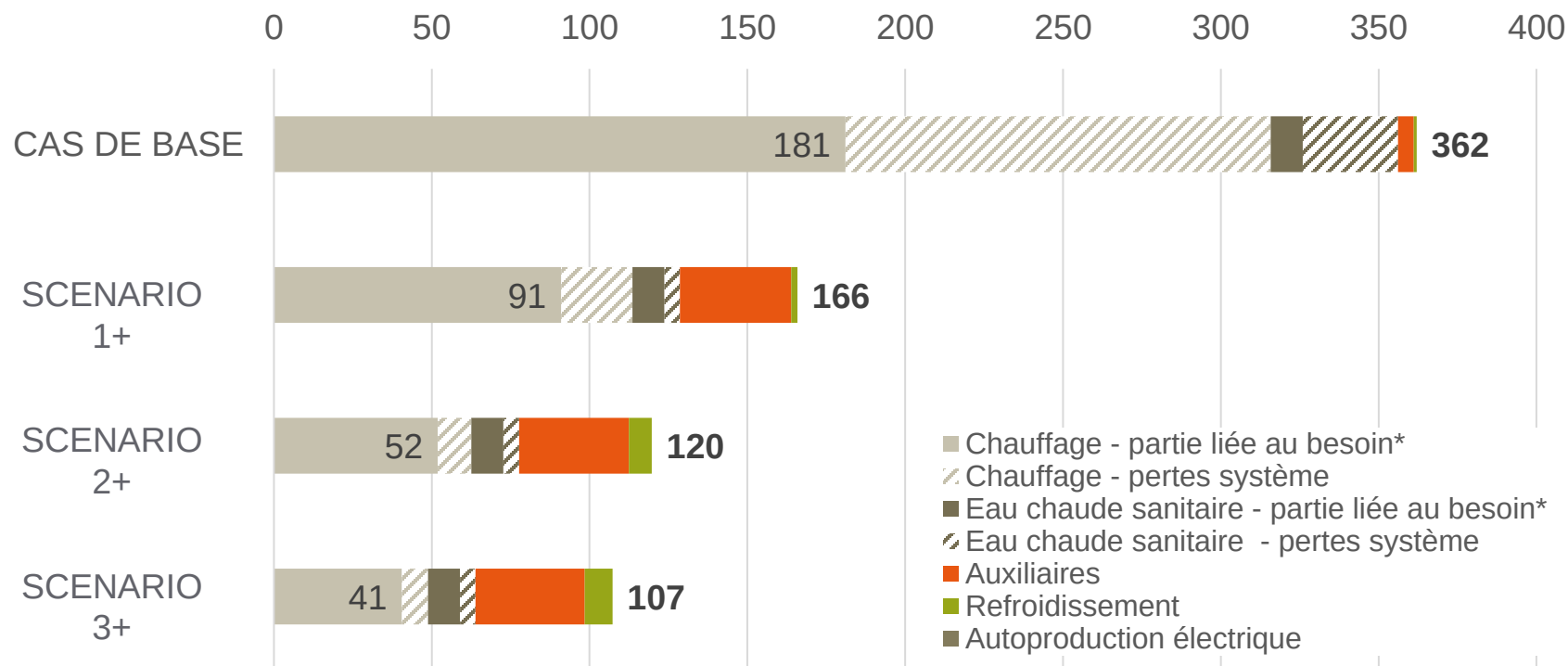


	Volumebehoefte [m ³]	Energiebehoefte [kWh/jaar]	Bij vloeroppervlakte van 245 m ²
4 personen en elk 25 l/dag	36	2117	9
4 personen en elk 60 l/dag	88	5080	21
Volgens EPB voorbeeldhuis		2480	10



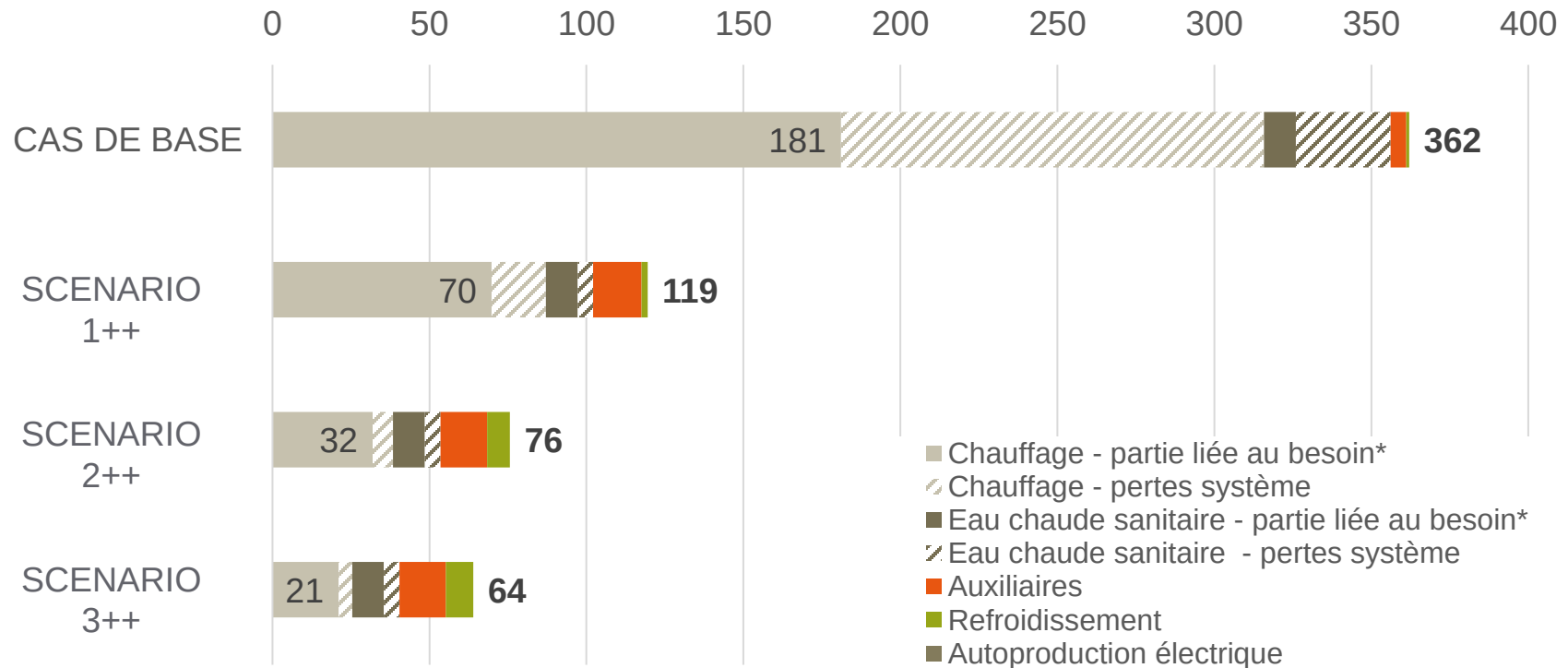
Orde van grootte

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



Orde van grootte

- Ventilatie + gedetailleerde hulpapparatuur



KENNISOPFRISSING

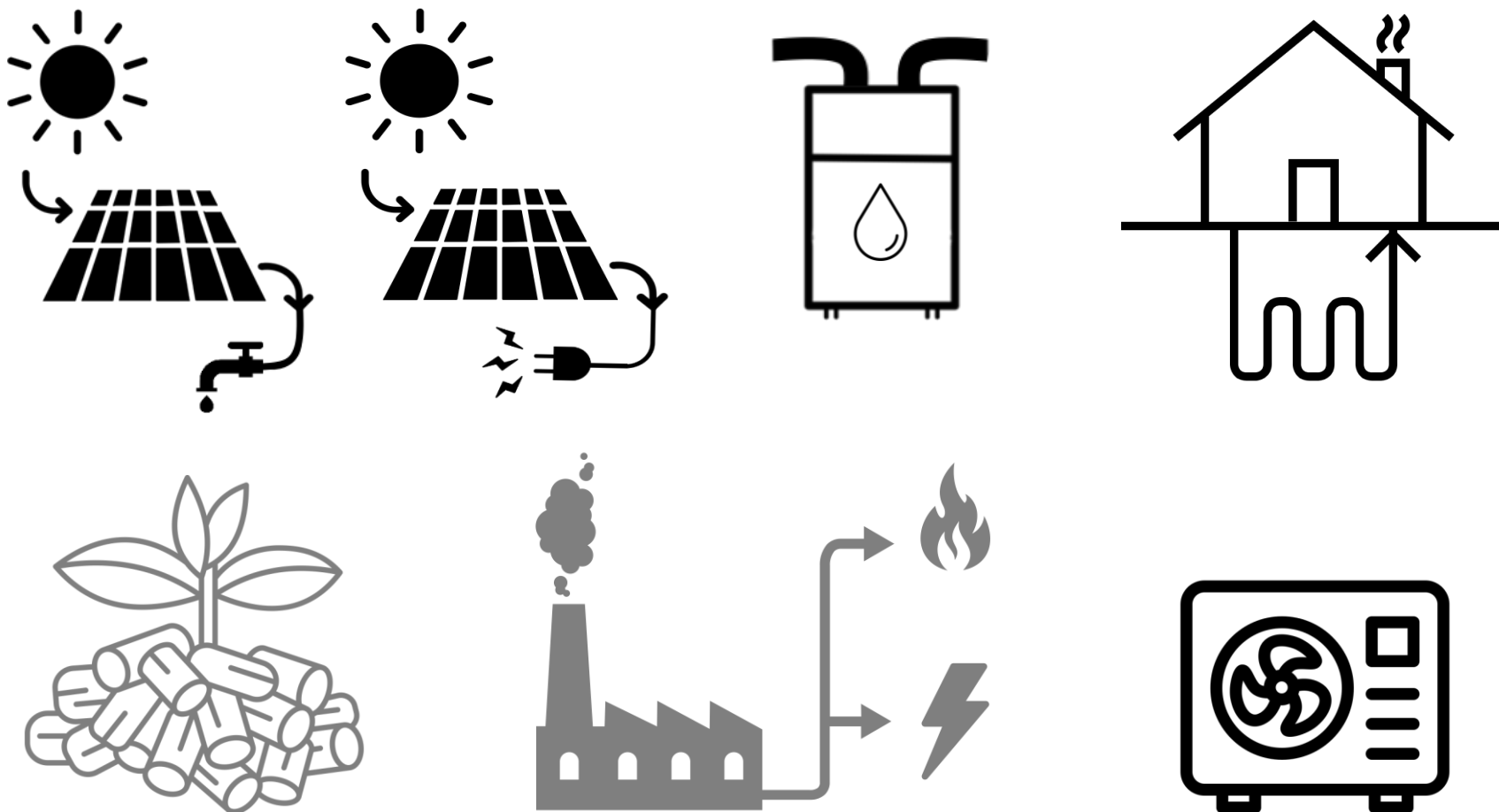
RICHTLIJNEN BEPALEN

INTELLIGENT ONTWERPEN ...

- Soberheid
- Efficiëntie
- **Hernieuwbare energiebronnen**

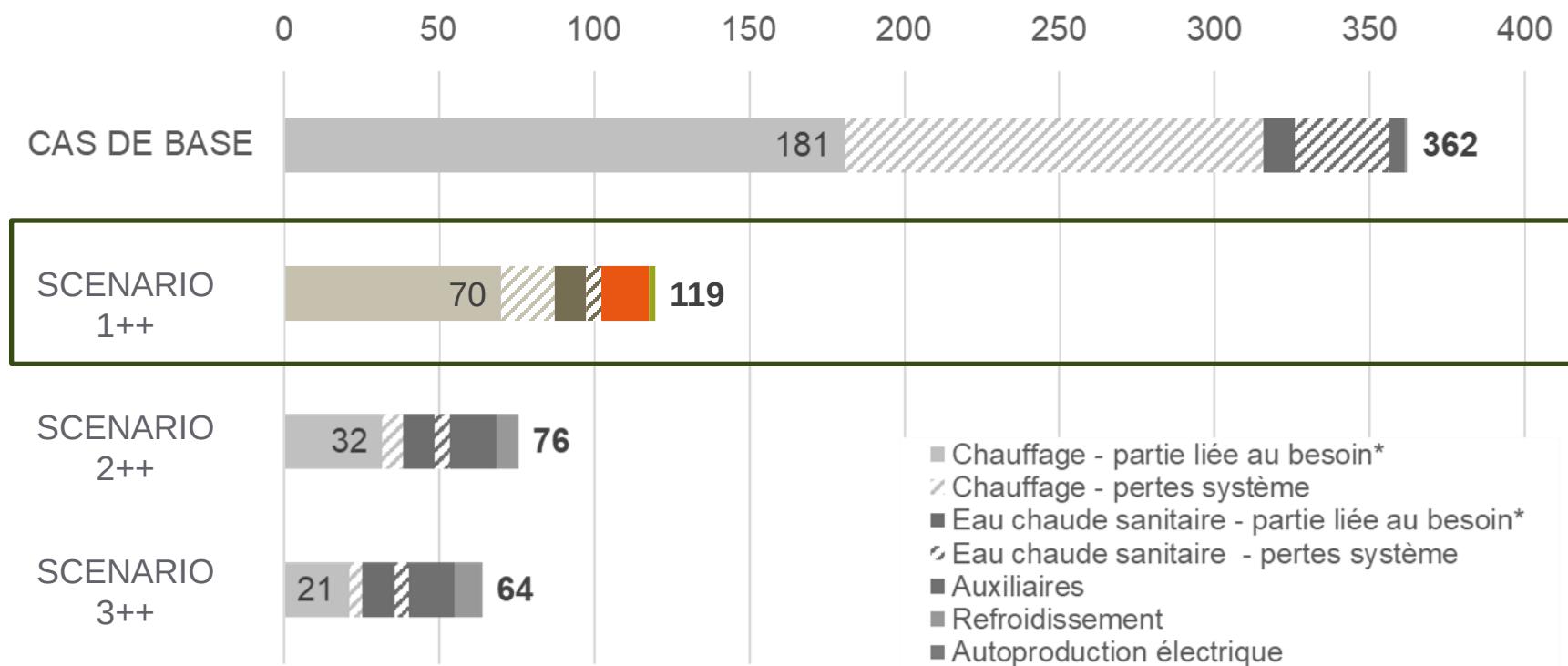


Overzicht van de verschillende hernieuwbare energiebronnen



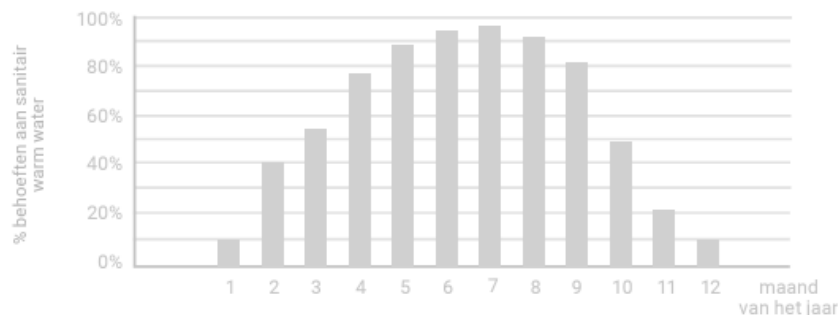
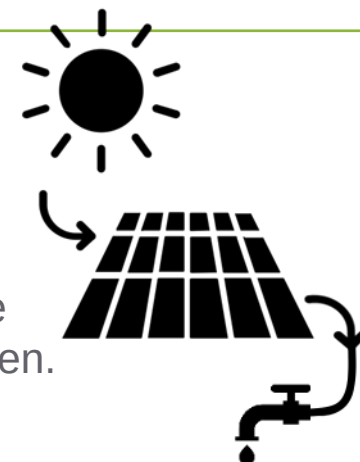
Voorafgaand:

- ▶ Aan de hand van dit geval worden de voorbeelden verder verduidelijkt
- ▶ Op het einde van de presentatie wordt er met een globale visie afgerond



Thermische zonne-energie-installatie

- Orde van grootte
 - Na te streven zonne fractie $\approx 60\%$ met een goed gedimensioneerde installatie
 - 4 tot 5 m² vlakke panelen (3 m² vacuümbuizen) in combinatie met een opslagvat van 300 liter voor een gezin van 4 personen.



Bron: [Homegrade, Thermische zonnepanelen - Uw hernieuwbare energieproject](#)

	Energiebehoefte [kWh/m ² .jaar]	Geproduceerde energie	PEV [kWh/m ² .jaar]
EPB zonder zonne-energie-installatie			119
EPB met zonne-energie-installatie*	10	-5,9	114

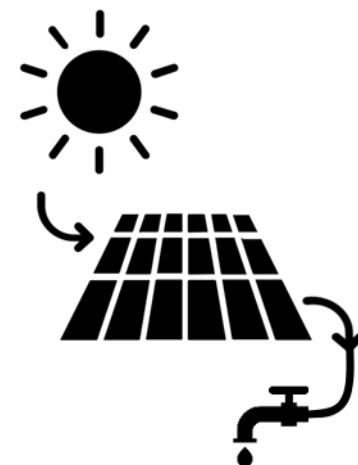
* Voor een collectoroppervlakte van 5 m² en een opslagvolume van 300 l



Thermische zonne-energie-installatie

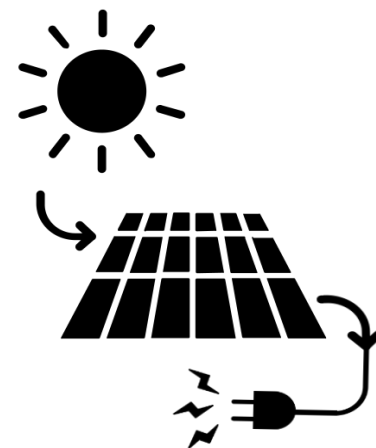
- ▶ Voordelen / Nadelen
 - (+) autonomie in de zomerperiode
 - (-) aanvulling altijd vereist
 - (+) zeer hoog recyclagepercentage (bijna 90 %)
 - (-) plaatsruimte opslagvat en belasting
 - (-) verbruik van de hulpapparatuur (+ onderhoud)
 - (-) rendabiliteit?

- ▶ Voorzorgsmaatregelen
 - Dimensionering
 - Oriëntatie / beschaduwing



Fotovoltaïsche zonne-energie-installatie

- ▶ Orde van grootte
 - 1 paneel $\approx 400 \text{ Wp} \approx 1,1 \times 1,6 \text{ m}$
 - 1 kWp $\rightarrow 1000 \text{ kWh/jaar}$ voor een optimale oriëntatie
- ▶ Voordelen / Nadelen
 - (+) Integratie bij renovatie
 - (-) Beschaduwing en oriëntatie van het gebouw voorgeschreven bij renovatie
- ▶ Aandachtspunten
 - Maximaliseren van de dekking
 - Dimensionering omvormer
 - Bestaande elektrische installatie



	Geproduceerde energie	Bespaarde energie	PEV [kWh/m ² .jaar]
EPB zonder fotovoltaïsche zonne-energie-installatie			119
EPB met fotovoltaïsche zonne-energie-installatie*	3.429 kWh	-35	84

*Voor 4 kWp (10 panelen) 35° volle zuiden



Thermodynamische boiler

= lucht/water-warmtepomp specifiek ontworpen voor SWW-bereiding

- ▶ Orde van grootte
 - op buitenlucht: SCOP van de orde van 2,70
 - op binnenlucht: SCOP van de orde van 3,4
- ▶ Voordelen / Nadelen
 - (+) Integratie bij renovatie
 - (-) geluid
 - (-) integratie van de luchtinlaat/-uitlaat



	Energie économisée [kWh _{EP} /m ² .an]	PEV [kWh/m ² .jaar]
EPB zonder thermodynamische boiler		119
EPB met thermodynamische boiler*	-5	114

*100 % van de SWW-behoefte



Aerothermische warmtepomp

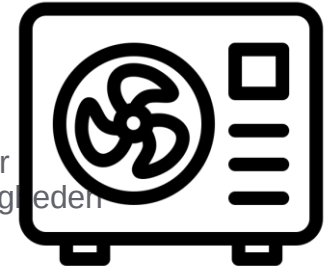
► Orde van grootte

- $SCOP \approx 3,5$ (W35)

= verhouding - over het stookseizoen - tussen het warmtevermogen afgeleverd door de WP en het opgenomen elektrische vermogen in bepaalde temperaturomstandigheden

- geluidsvermogen ≈ 50 à 65 decibel

= de geluidsenergie uitgestoten door de buitenunit van de WP, uitgedrukt in decibel.



► Voordelen / Nadelen

- (+) Hybride oplossing mogelijk
- (+/-) Mogelijkheid koude te genereren

► Aandachtspunten

- Zo lang mogelijke werking bij lage temperatuur verzekeren (verbetert het rendement en beperkt het elektriciteitsverbruik)
- Warmteafgiftelichaam verenigbaar met deze lagetemperatuurwerking
- SWW mogelijk maar minder interessante COP
- Geluid voor de omgeving
- Administratieve stappen (SV)



Aerothermische warmtepomp

- Aandachtspunten
 - Geluid voor de omgeving



PAC placée au sol ou sur une terrasse
(champ libre)



PAC placée contre un mur : + 3 dB(A)

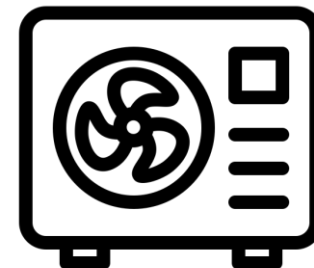


PAC placée dans un coin : + 6 dB(A)



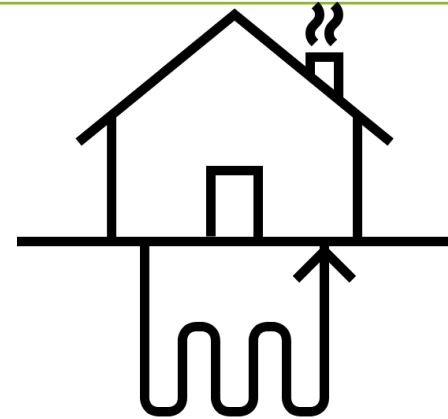
PAC placée dans une cour
intérieure : + 9 dB(A)

Bron: Leefmilieu Brussel



Geothermische warmtepomp

- ▶ Orde van grootte
 - $SCOP \approx 4,5$ (W35)
 - $\approx 50W/m$
 - Verticale boring van ≈ 100 m voor een vermogen van 5 kW
 - optimale afgifte bij regime $< 35/45$
- ▶ Voordelen / Nadelen
 - (+) Primaire-energiebalans / milieubalans:
'Rechtstreekse elektrische verwarming' $<$ gasgestookte verwarmingsketel $<$ WP $<$ WP geothermie'
 - (+) Potentieel natuurlijke koeling (geocooling)
 - (-) Kosten
 - (-) Vereiste ruimte (renovatie!)
- ▶ Aandachtspunten
 - SWW mogelijk maar minder interessante COP
 - Dimensionering, TRT, hydrogeologie (grondwaterlaag)...
 - Administratieve stappen (MV,...)





Wat kunnen we doen?



+



+



+



+



Verwarming

SWW

Hulp-
apparatuur

Koeling

Zelfop-
wekking
electriciteit

Thermische zonne-
energie-installatie

Fotovoltaïsche zonne-
energie-installatie

Thermodynamische
boiler

Aerothermische WP

Geothermische WP



170

IN DE PRAKTIJK ...



Welke compatibiliteit?

	Thermische zonne-energie-installatie	Fotovoltaïsche zonne-energie-installatie	Thermodynamische boiler	Aerothermische WP	Geothermische WP
Thermische zonne-energie-installatie					
Fotovoltaïsche zonne-energie-installatie					
Thermodynamische boiler					
Aerothermische WP					
Geothermische WP					





Welke resultaten m.b.t. PEV?

= specifiek jaarlijks
primaire-energieverbruik [kWh/m²K]



Gasgestookte condenserende
verwarmingsketel + ventilatieoptimalisatie

119

76

64

Thermische zonne-energie-installatie
5 m² collectoren en opslag van 300 l

114

70

58

Fotovoltaïsche zonne-energie-installatie
4 kWp 35° volle zuiden

84

41

29

Thermodynamische boiler
100 % van de SWW-behoefte

114

70

Aerothermische WP
100 % van de verwarmingsbehoefte

71

Geothermische WP
100 % van de verwarmingsbehoefte

79





Tools

- ▶ Zonnepotentieel (thermisch en/of fotovoltaïsch)
 - [Zonnekaart van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest](#)
 - [PVgis](#)
- ▶ Het zelfverbruik ramen
 - [Simulateur autoconsommation domestique](#)



Opleidingen

- ▶ Lesmateriaal van de [Opleidingen Duurzame Gebouwen](#)
 - [Hernieuwbare energie](#)
 - Technische installaties bij de renovatie van een eengezinswoning
 - [Warmtepomp: keuze en ontwerp](#)





- ▶ 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!
- ▶ De integratie van de hernieuwbare energiebronnen is noodzakelijk om eengezinswoningen koolstofarm te maken.



Florence Grégoire, Sophie Haine

Projectingenieurs

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

