

# Energiezuinig en duurzaam wooncomfort

Slim verbouwen

Bouwfit-dag 2 Renovatie

*fluvius.*  
Tot bij u

Dialoog vzw

1

## Dialoog vzw



Dialoog vzw is een **onafhankelijke kennisorganisatie**

**We versterken (ver)bouwers** in Vlaanderen met campagnes, infosessies, advies en objectieve informatie rond duurzaam bouwen

### Voor particulieren

- duurzaam bouwadvies en begeleiding
- infosessies

### • Voor VME's (appartementen)

- renovatiemasterplannen en begeleiding

### • Voor overheden

- wijkrenovatie, groepsaankopen
- duurzaam bouwadvies bij projecten
- kennisprojecten

*fluvius.*



2

## Onze technisch adviseurs

- ingenieurs en architecten
- met jarenlange ervaring
- gespecialiseerd in de verschillende aspecten van duurzaam (ver)bouwen
  - gebruik van ruimte, materialen, energie, water (circulariteit)
    - beperken gebruik
    - hergebruik
    - gebruik hernieuwbare grondstoffen
  - klimaatbestendig en natuurinclusief (ver)bouwen
  - met aandacht voor gezondheid, comfort, welzijn van alle doelgroepen



fluvius.



3

## Structuur Bouwfit VERBOUWEN



fluvius.



4

# Herhaling dag 1

EPB-regelgeving

fluvius.



5

## Energieprestatiereggeving: EPB-eisen



- EPB-eisen = eisen op vlak van EnergiePrestatie en Binnenklimaat
- Meer info: [EPB-PEDIA](#)

*Zie Bouwfit-dag 1 Verbouwing*

Eisen	E-peil	S-peil	U-waarden	Over-verhitting	HE	Installaties	Ventilatie
<i>Aard van werken</i>							
Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)	JA	JA	JA	JA	JA	NEEN	JA
<b>Ingrijpende energetische renovatie (IER)</b>	<b>JA</b>	NEEN	JA	NEEN	JA	JA	JA
<b>Renovatie</b>	NEEN	NEEN	JA	NEEN	NEEN	JA	JA

fluvius.

6

## Energiebronnen

Verplichting hernieuwbare energie  
Energieprijzen

fluvius.



7

## Verplichting hernieuwbare energie voor Ingrijpende Energetische Renovatie 2025



- Verplicht minimumaandeel hernieuwbare energie\*
  - min. 20 kWh per m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlakte uit 1 of meerdere hernieuwbare energiebronnen (bestaande zonnepanelen mogen meegerekend worden)
  - of 10% lagere E-peileis: E54 i.p.v. E60
  - zie andere EPB-eisen onder 'Verwarming' en 'Ventilatie'

\*Hernieuwbare energie

- zonnepanelen (PV)
- zonneboiler
- warmtepomp en warmtepompboiler
- ketel, kachel of WKK op biobrandstof
- stadsverwarming (via een warmtenet)

fluvius.

8

## Energiebronnen

Verplichting hernieuwbare energie  
Energieprijzen

fluvius.

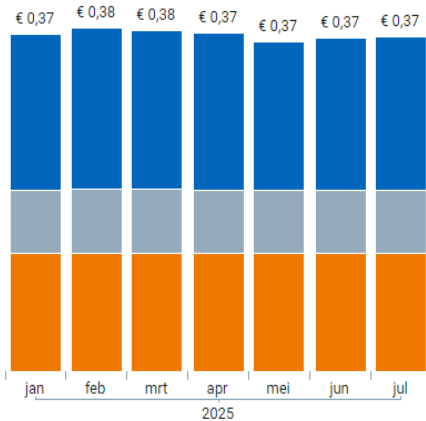


9

## Prijsevolutie elektriciteit en gas per kWh

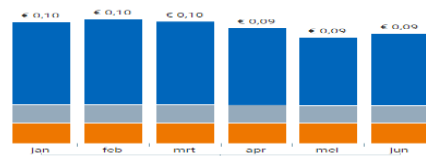


### Elektriciteit



- Energiekost
- Heffingen en BTW
- Nettarieven

### Gas



fluvius.

Bron: www.vreg.be

10

## Energieprijzen: doe de V-test op vtest.vreg.be



WIJZIG MIJN GEGEVENS

**Elektriciteit**

START DE KEUZEHULP

Gekozen filter(s): Speciaal aanbod: nee [Wis alle filters](#)

Hoe wil je de resultaten zien?

Verfijn je resultaten

**Tarief**

Vast

Variabel

Dynamisch

**Looptijd**

1 jaar

2 jaar

3 jaar

Onbepaald

**Groene stroom**

Hoe zeker ben je van de prijs?

**Facturatie**

**Doelgroep**

**Andere voorwaarden**

Moet je betalen bij de start van het contract?

**Speciaal aanbod**

**Sociaal tarief**  
Mogelijk bij elke energieleverancier

Vast tarief

Enkel voor beschermde klanten met recht op sociaal tarief.  
Let op! De geschatte jaarprijs van dit contract is gebaseerd op prijzen van het verleden (het laatste kwartaal). Je kan niet vergelijken met commerciële contracten. Daar berekenen we de jaarkost op basis van de verwachte energieprijzen voor de komende 12 maanden.

GESCHATTE JAARPRIJS  
INCLUSIEF BTW

€ 922<sup>16</sup>

Meer details

KIES & COMBINEER

Vergelijk dit contract

**Stroom van 't zeetje**

EnergyVision ★★★★★

Variabel tarief 100% groen & lokaal

Voor dit contract heb je internet nodig  
Voor energiedelen zijn er extra kosten en/of voorwaarden.

GESCHATTE JAARPRIJS  
INCLUSIEF BTW

€ 1.074,09

zonder korting: €1.169,09

Meer details

KIES & COMBINEER

Vergelijk dit contract

**Goedkope Stroom**

EnergyVision ★★★★★

Variabel tarief 100% groen & lokaal

Voor dit contract heb je internet nodig  
Voor energiedelen zijn er extra kosten en/of voorwaarden.

GESCHATTE JAARPRIJS  
INCLUSIEF BTW

€ 1.079,09

zonder korting: €1.169,09

Meer details

KIES & COMBINEER

Vergelijk dit contract

fluvius.

11

## Elektriciteit

### Rationeel gebruik

Productie  
Eigen opwekking: PV  
Levering  
Tarieven  
Wettelijke verplichtingen

fluvius.



12

Meer info over energie besparen in onze sessie 'Slimme energiebesparing'

## Elektriciteitsbesparingstips



- Koop zuinige toestellen en verlichting
- Let op standby-verbruik (TV, modem, printer, ...)

**vermogen of energie per tijdseenheid (kW) x tijd (h) = energie (kWh)**

**1000 W = 1 kW**

- bijv. 2 W standby betekent  $2W \times 24 \text{ u} \times 365 \text{ d} = 17.520 \text{ Wh}$  of 17,52 kWh per jaar
- Tips en meer info op:
  - [energywatchers.be](http://energywatchers.be)
  - [vlaanderen.be](http://vlaanderen.be)
  - [Fluvius.be](http://Fluvius.be)
- Meten is weten: krijg inzicht in je verbruik via een energiemeter of energiebeheersysteem

*fluvius.*

13

## Elektriciteit

Rationeel gebruik

**Productie**

Eigen opwekking: PV

Levering

Tarieven

Wettelijke verplichtingen

*fluvius.*

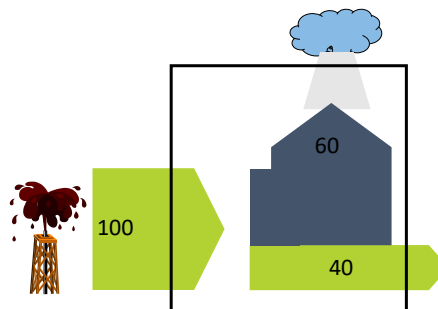


14

## Rendement

Rendement omzetting brandstof naar elektriciteit =  
aandeel van de energie-inhoud die wordt omgezet in elektriciteit

- Afhankelijk van soort brandstof en centrale (voor Europese Unie gemiddeld 40% rendement)
- Rest (gaat verloren) in de vorm van warmte
- Primair energieverbruik = verbruik elektriciteit x 2,5



fluvius.

15

## Groene stroom

- Groene stroom is elektriciteit
  - in de Europese Economische Ruimte opgewekt
  - uit hernieuwbare energiebronnen\*
  - waarvoor garanties van oorsprong zijn voorgelegd

\* Hernieuwbare energiebronnen

- waterkracht
- windenergie
- zonne-energie
- aardwarmte
- getijdenenergie
- biomassa
- biogas
- vloeibare biobrandstoffen

fluvius.

16

## Groene stroom



- Hoe groen is het elektriciteitscontract met uw leverancier?
  - doe de groencheck op [vreg.be](http://vreg.be)
  - vind de samenstelling van de geleverde stroom van leveranciers op [vreg.be](http://vreg.be)

*fluvius.*

17

## Elektriciteit

Rationeel gebruik  
Productie

**Eigen opwekking: PV**

Levering

Tarieven

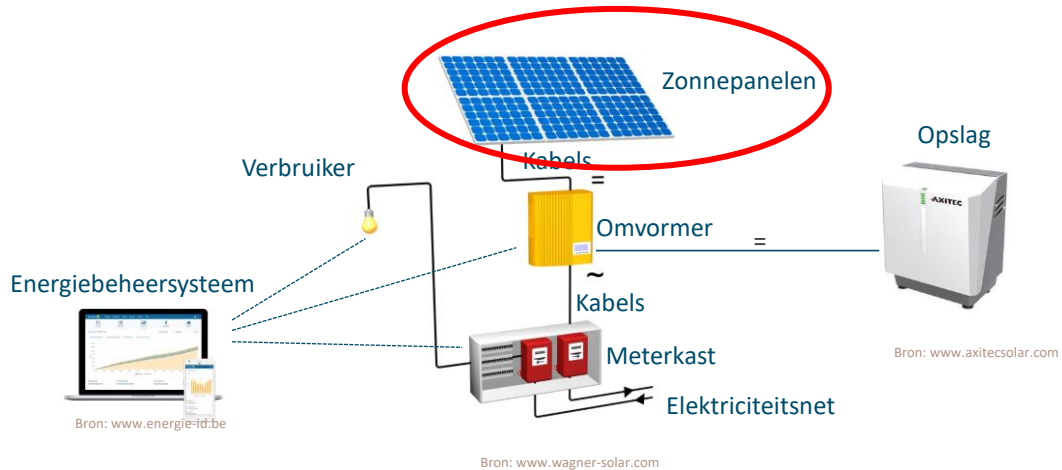
Wettelijke verplichtingen

*fluvius.*



18

## Onderdelen installatie

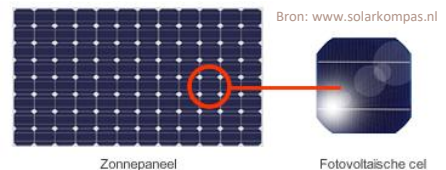


fluvius.

19

## Zonnepaneel

- Functie: elektriciteit (DC, gelijkstroom) opwekken uit zonlicht
- Zonnepaneel = serieschakeling van fotovoltaïsche cellen
  - P-type: positieve lading
  - N-type: negatieve lading, duurder, maar hogere opbrengst en langere levensduur
- Opbouw
  - cellen tussen glasplaat (voorkant) en folie (achterkant): mogelijk zwarte achtergrond
  - cellen tussen twee glasplaten: transparant, hogere opbrengst, langere levensduur
- Kader
  - aluminium, kan ook zwart
- Levensduur: > 25 jaar

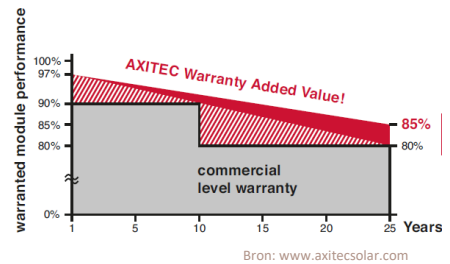


fluvius.

20

## Vermogen van zonnepanelen

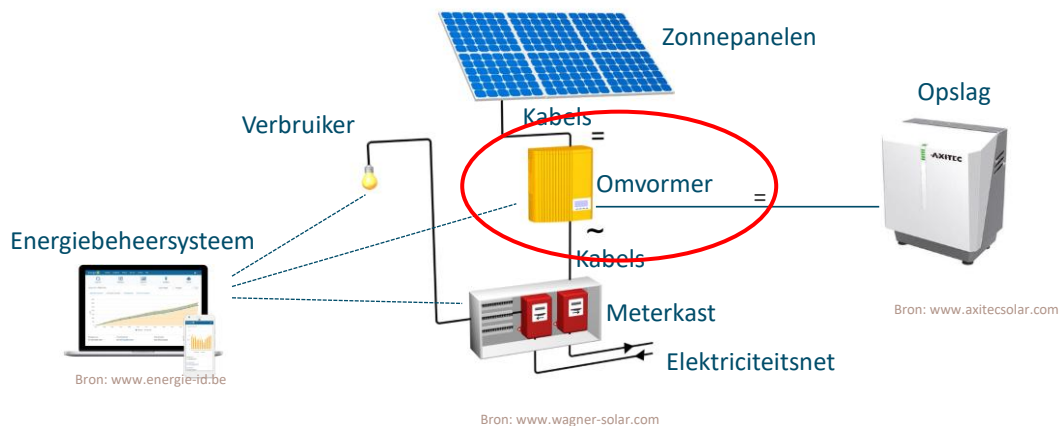
- Piekvermogen = maximaal vermogen bij ideale omstandigheden
- 280-460 Wp per paneel, of 170-235 Wp/m<sup>2</sup>
- Het piekvermogen van een zonnepaneel daalt in de tijd
  - let op de vermogensgarantie
  - standaard : 90% van maximale vermogen na 10 jaar, 80% na 25 jaar
  - in praktijk:
    - garanties tot 85% na 25 jaar (P-type) tot > 87% na 30 jaar (N-type)
- Elk zonnepaneel heeft een vermogenstolerantie
  - kies een zo klein mogelijke en positieve vermogenstolerantie
  - 0/+3% of 0/+5%
  - belangrijk bij serieschakeling of strings



fluvius.

21

## Onderdelen installatie



fluvius.

22

## Omvormer



- Functie: gelijkspanning (DC) van zonnepanelen omvormen naar wisselspanning (AC)
- Vermogen omvormer(s) (in kW of kVA):
  - 80-100% van vermogen PV-installatie (kWp)
  - lager vermogen bij O-W opstelling
- 3-fasig indien  $\geq 5$ kVA
- Max. 10kVA (anders BTW-nummer nodig)
- Kies al voor hybride omvormer (met ingebouwde batterijlader)
- Plaatsing dicht bij meterkast

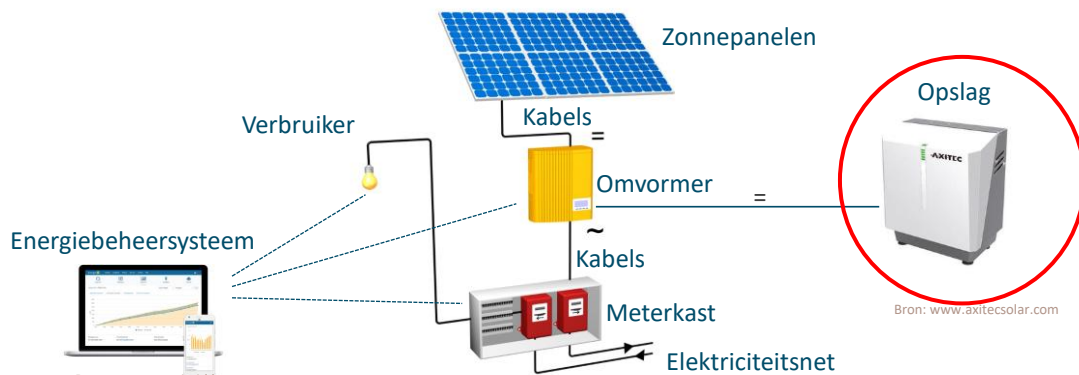


Bron: www.fritts.nl

fluvius.

23

## Onderdelen installatie



fluvius.

24

## Batterij

Technische eigenschappen:

- Energie-inhoud in kWh (typisch 2 tot 14kWh)
- Diepte van ontladen (DoD, depth of discharge)
- Bruikbare capaciteit in kWh (energie-inhoud x DoD)
- De capaciteit (in kWh) daalt o.a. afhankelijk van hoeveel keer ze is opgeladen, de batterij wordt minder inzetbaar
- Levensduur of aantal laadcycli (10-20 jaar of 2500 tot 10.000 cycli)
- (Ont)laadvermogen in kW (1 tot 10 kW)

Technologie	Lood(gel)	Lithium-ion	Zout water
kostprijs	+	-	+
DoD	-	+	++
Laad & ontladvermogen	+	++	-
Inzetbaarheid	+	++	-
veiligheid	+	-	++
milieu	-	-	+

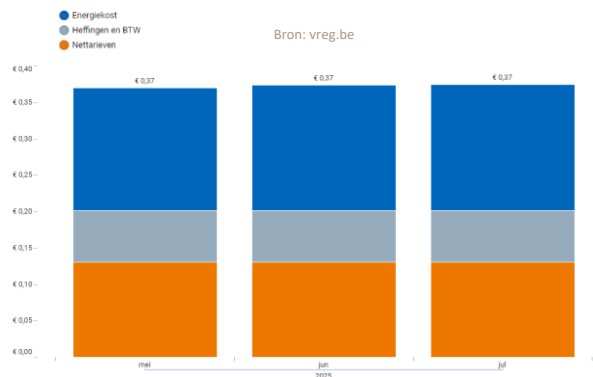
fluvius.

25

## Batterij - voordelen

- Verhoogt (indirecte) zelfconsumptie (geen netkosten of heffingen, geen injectievergoeding)
- Vangt verbruikspieken op (lagere netkosten via capaciteitstarief)
- Verhoogt de mogelijkheid tot dynamisch afnemen van/injecteren in net (dynamische tarieven – lagere energiekosten & vermijden lage injectieprijsen)
- Flexibiliteit / onbalansmarkt -> maar aggregator nodig (abonnementskost)
- Verhoogt netstabiliteit
- Kan dienstdoen als noodstroomvoorziening, mits netontkoppeling tussen bord en meter (eilandwerking)

Samenstelling van de elektriciteitsprijs per kWh voor een doorsnee gezin (mei – juli 2025)



fluvius.

26

## Batterij - nadelen

- Kostprijs - dalende tendens
- Dimensionering:
  - erg belangrijk, maar moeilijk bij veranderende wetgeving & energieprijzen
  - huidige richtlijn: aantal kWh capaciteit = ½ aantal kWh gemiddeld dagverbruik
- Rendabiliteit? Moeilijk te voorspellen door de volatiele energiemarkt
- Batterijverliezen (5-30%, rendement omzetting)
- Compatibele aansturing/omvormer/EMS
- Veiligheid
- Milieulast (ontginning, recyclage)

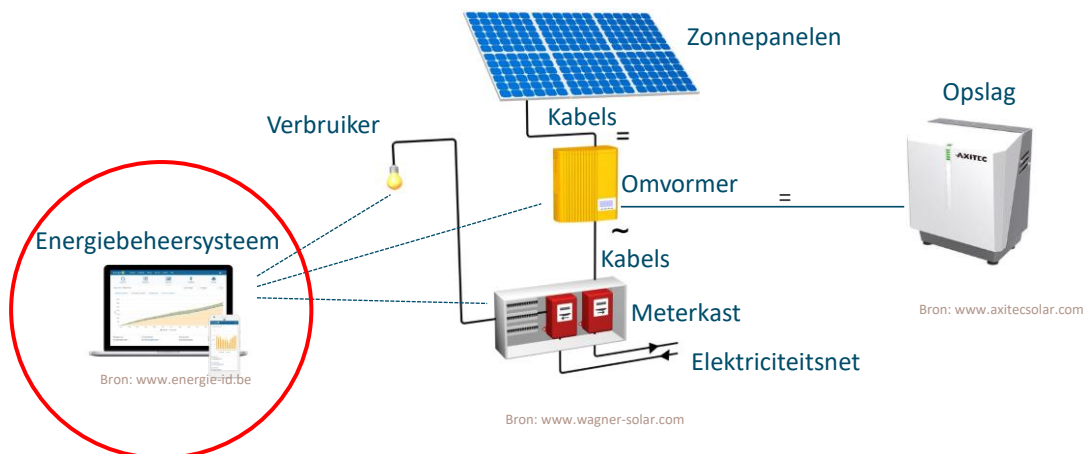


Bron: sma-benelux.com

fluvius.

27

## Onderdelen installatie



fluvius.

28

# Maakjemeterslim.be

MAAK JE METER SLIM

Toestellen

Doelstelling

Wat is EMS

Digitale meter

Voor bedrijven

Ontdek en leer

Help me met mijn keuze

Vind je beste EMS-product

## Bespaar met een EMS!

Een energiebeheersysteem of *energy management system (EMS)* helpt je om je energiegebruik te optimaliseren en je energiefactuur te verlagen.

Wij helpen je het juiste systeem te kiezen dat bij jouw situatie past.

Help me met mijn keuze



fluvius

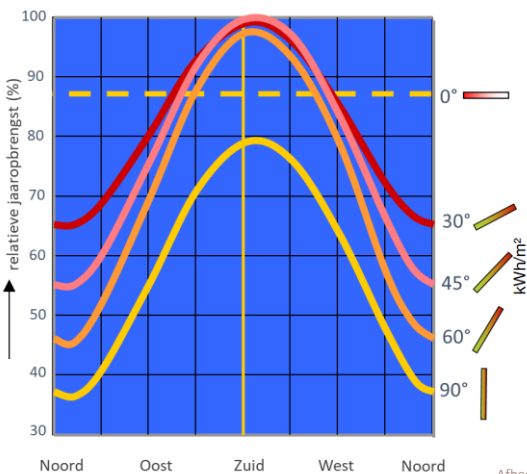
## Slim energiebeheer met een EMS

Met een energiebeheersysteem krijg je grip op je energiegebruik in je *woning of bedrijf*.

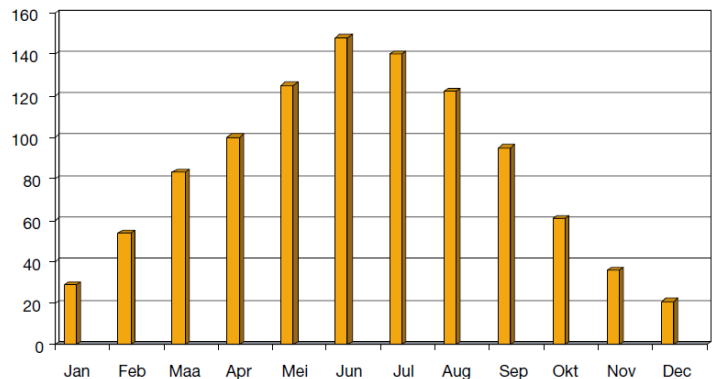
Het *meet, beheert en optimaliseert* je energiegebruik, wat zorgt voor meer inzicht en lagere kosten.

29

# Productie: opbrengst en instraling



Gemiddelde zoninstraling op een oppervlakte van 1 m<sup>2</sup> met een hellingshoek van 45°, voor een typejaar in België



Afbeelding: <http://www.fluvius.be>

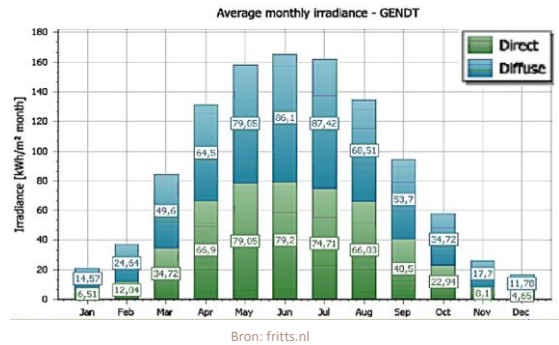
fluvius

30

## Wat met schaduw?

- Direct zonlicht =  $\pm 50\%$  van de jaarlijkse instraling
- Schaduw beperkt de instraling van direct zonlicht
- Oplossingen:
  - weinig en/of variabele schaduw (bijv. schoorsteen, boom): omvormer met schaduwfunctie (afsluiten beschaduwde cellen)
  - meer schaduw op deel van installatie: optimizers of micro-omvormers
  - veel schaduw: geen pv-panelen!

*Probeer om de installatie schaduwvrij te houden van 21 maart tot 21 oktober tussen 10u 's morgens en 16u 's middags*



fluvius.

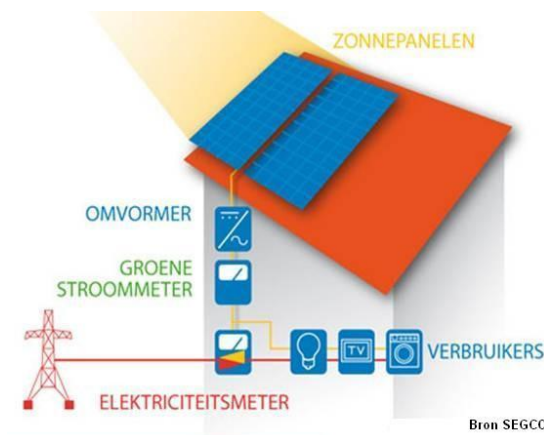
31

## Netgekoppelde systemen: dimensionering

### 1 kWp = 1 kiloWattpiek

geeft onder optimale omstandigheden (o.a. zoninstraling en temperatuur) 1 kW

- oppervlakte: 5 m<sup>2</sup>
- opbrengst per jaar:
  - $\pm 1000$  kWh/kWp bij optimale oriëntatie en hellingshoek
  - of: 200 kWh/m<sup>2</sup>
- kostprijs:  $\pm 1100$  euro (incl. plaatsing, excl. BTW)



fluvius.

32

## Voorwaarden van het dak



- Hellend dak
  - goede staat
  - schaduwvrij
  - regendicht
  - onderdak (nodig om correct te isoleren)
  - juiste oriëntatie en hellingshoek
  - geen asbest in dakbedekking of onderdak
- Plat dak
  - goede staat
  - schaduwvrij
  - reeds correct geïsoleerd
  - voldoende draagkracht
  - compatibele dakdichting
    - let op met PVC, bevat weekmakers
  - genoeg zon
  - bestand tegen windbelasting

*Het dak moet best niet vervangen worden tijdens de levensduur van de zonnepanelen (25-30 jaar)*



Afbeelding: [www.mutec.be](http://www.mutec.be)



Afbeelding: [www.bouwinfo.be](http://www.bouwinfo.be)

fluvius.

33

Meer info over energie besparen in onze sessie 'Zin en onzin over zonnepanelen'

## Uitgebreide opleiding



Zie meer info op de cursusagenda van [dialoog.be](http://dialoog.be)



fluvius.

34

## Elektriciteit

Rationeel gebruik  
Productie  
Eigen opwekking: PV  
**Levering**  
Tarieven  
Wettelijke verplichtingen

*fluvius.*



35

## Netbeheerders



- Netbeheerders
  - zorgen voor het beheer van het net, de meters, de aansluiting,...
  - leggen nettarieven op
  - kunnen niet vrij worden gekozen - gebonden aan de woonplaats
- Tussen 2024 & 2027 zullen de nettarieven met 77% stijgen omwille van de nodige investeringen in de verzwaring van het hoogspanningsnet

*fluvius.*

36

## Leveranciers



- Verkopen en factureren gas en elektriciteit
- Vrij te kiezen - diverse tarieven - let op:
  - kostprijs per jaar
  - vast-variabel-dynamisch
  - herkomst:
    - groene stroom kopen, doe de groencheck op [vreg.be](http://vreg.be)
    - participeren in energiecoöperatie, zie op [rescoopv.be](http://rescoopv.be)
    - energiedelen op lokaal niveau



Bron: Rescoop

*fluvius.*

37

## Elektriciteit

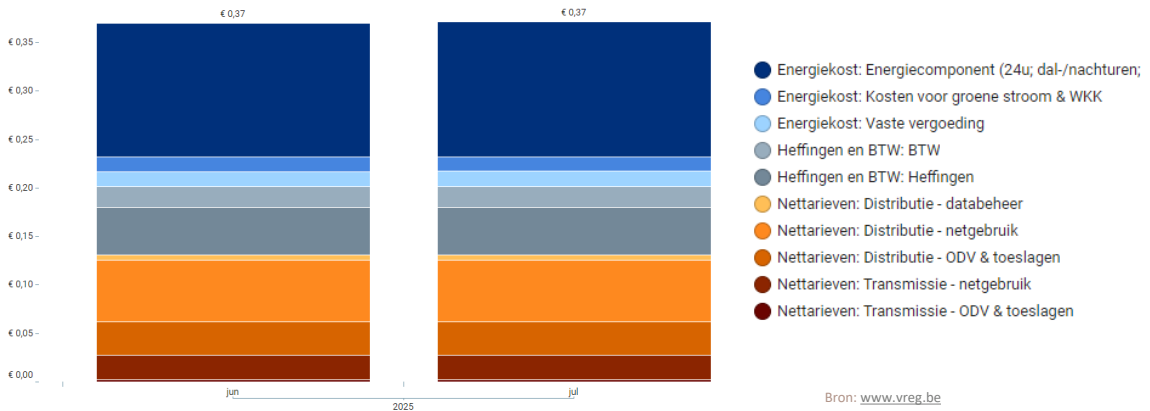
Rationeel gebruik  
Productie  
Eigen opwekking: PV  
Levering  
**Tarieven**  
Wettelijke verplichtingen

*fluvius.*



38

## Opbouw prijs elektriciteit in Vlaanderen



fluvius.

39

Meer info over de digitale meter in onze sessie 'De digitale meter'

## De digitale meter

- Bij jou: zie op de planningschecker van [fluvius.be](http://fluvius.be)
- Meterstanden worden verrekend bij vervanging
- Automatische vervanging bij aanmelding nieuwe PV-installatie
- Meet afname van het net en injectie op het net apart + mogelijkheid om gegevens te verzenden en ontvangen
- Mogelijkheid om er een slimme meter van te maken met EMS
- Energieportaal [mijn.fluvius.be](http://mijn.fluvius.be)



Bron: [www.fluvius.be](http://www.fluvius.be)



fluvius.

40

## Nieuwe tarifiering PV met digitale meter

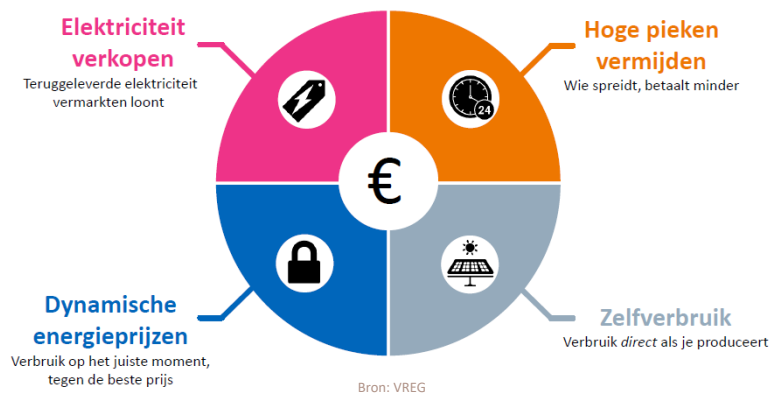


- Geen compensatie (principe van terugdraaiende teller) + prosumentarief meer
- Elektriciteitsfactuur op basis van je werkelijke afname van het net (= totaal verbruik – zelfconsumptie)
- Vergoeding voor elektriciteit die je op het net injecteert (via terugleveringscontract)
- Bijv.:
  - totaal verbruik :3500 kWh/jaar
  - productie :3500 kWh/jaar
  - 30% zelfconsumptie (1000 kWh).
  - 70% (2500 kWh) geïnjecteerd -> injectievergoeding
  - 2500 kWh werkelijke afname -> stroomprijs + nettarieven + heffingen

fluvius.

41

## 4 nieuwe strategieën om factuur te verlagen:



fluvius.

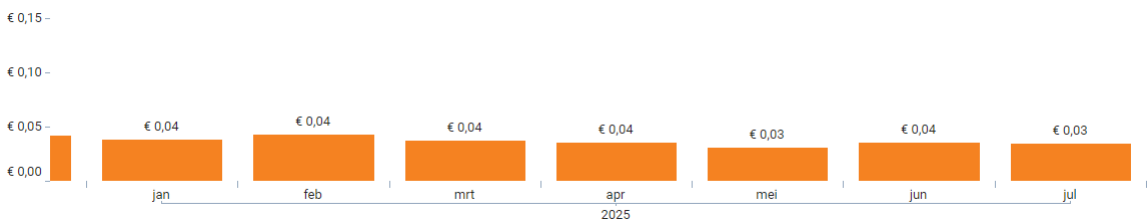
42

## Elektriciteit verkopen

- Eerst je verbruik besparen: de goedkoopste kWh blijft deze die je niet verbruikt
- Sluit een teruglevercontract af, digitale meter noodzakelijk
- Op geïnjecteerde stroom zijn er geen nettarieven + dit heeft geen invloed op het capaciteitstarief
- Vergelijk: niet elke leverancier geeft een injectievergoeding
- Bij een vast contract blijft de injectievergoeding meestal variabel en is deze meestal ook iets lager



### Gemiddelde terugleveringsvergoedingen



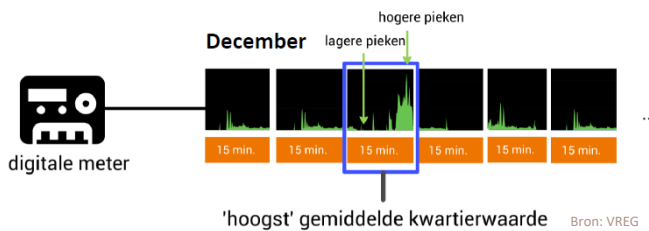
fluvius.

Bron: VREG

43

Meer info over het capaciteitstarief in onze sessie 'De digitale meter'

## Capaciteitstarief elektriciteit



jan	feb	ma	apr	mei	jun	jul	aug	sept	okt	nov	dec
kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek	kWpiek
4	<del>2,5</del>	<del>2,5</del>	6	<del>2,5</del>	3	4	3	<del>2,5</del>	3	3	4
4	2,5	2,5	6	2,5	3	4	3	2,5	3	3	4

gemiddelde maandpiek van de afgelopen 12 maanden = 3,3 kWpiek

fluvius.

44

## Zelfconsumptie verhogen

- Zuid-opstelling  
30 à 35%
- Opwekking spreiden door zonnepanelen op O-Z-W te plaatsen  
35 à 40%
- Verbruik aanpassen aan opwekking door:
  - grote verbruikers overdag laten draaien (wasmachine, droogkast,...)  
40 à 45%
  - apparaten sturen via een EMS (warmtepomp, warmtepompboiler, laadpunt auto,...)  
50 à 65 %
- Batterij plaatsen  
75 à 90%



O-W opstelling

fluvius.

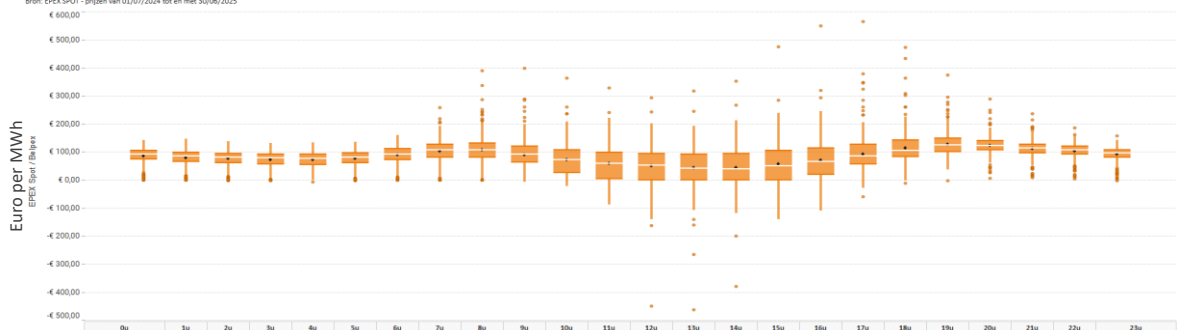
45

## Dynamische tarieven

- Contract met variabele uurtarieven (dag op voorhand vastgelegd)
- Vaste kost verbonden aan het contract – 40 tot 130 €/jaar
- Meestal een minimum looptijd van een jaar
- Digitale meter noodzakelijk
- Injectietarieven zijn ook dynamisch

**Volatiliteit van de EPEX Spot / Belpex**

Bron: EPEX SPOT - prijzen van 01/07/2024 tot en met 30/06/2025

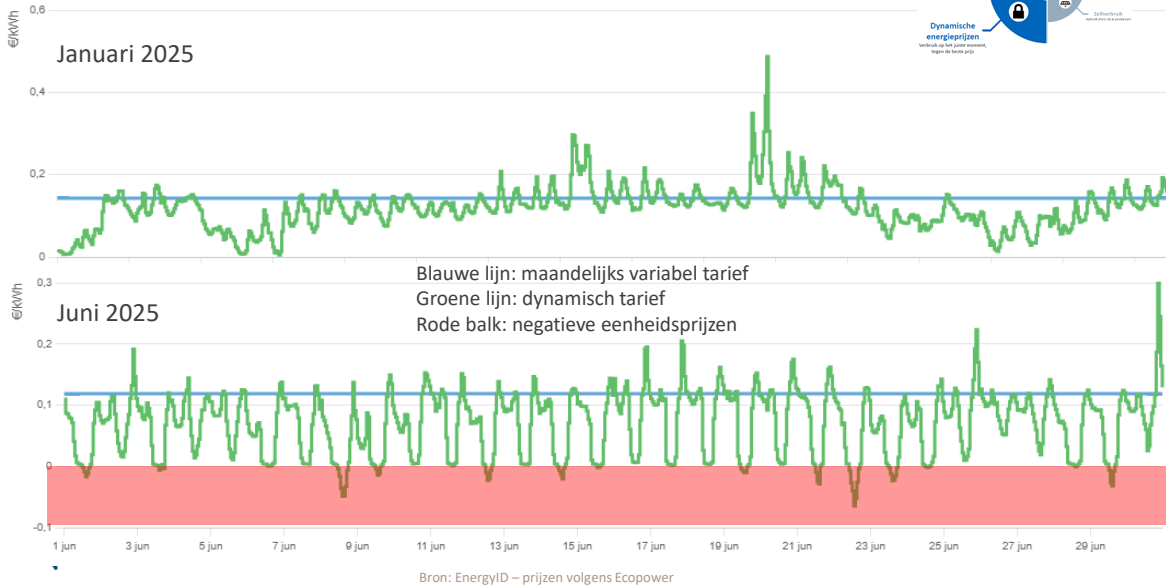


Bron: VREG

46

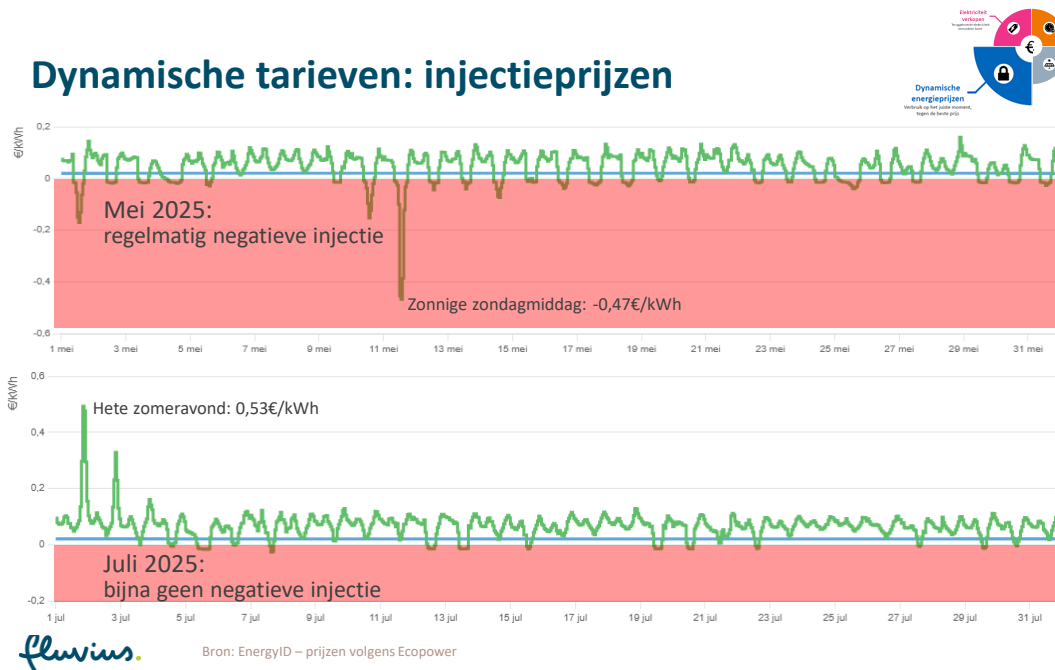


## Variabele vs . dynamische tarieven



47

## Dynamische tarieven: injectieprijsen



48

## Dynamische tarieven in praktijk

ENKEL STROOMCOMPONENT! Heffingen en nettarieven blijven

Besparing kan tot meer dan 5% op je totaalfactuur oplopen, maar...



Enkel interessant indien:

- Afname voldoende hoog om de vaste kosten van het dynamisch contract te kunnen recupereren
- Voldoende verbruik buiten de piekuren (dus buiten 7-9u & 18-22u)
  - EMS + batterij kan hierbij helpen, zelfs zonder PV-installatie
- Op jaarbasis netto meer afname dan injectie of injectie kan gestuurd worden met een batterij.
- Correcte prijsformule: bij sommige energieleveranciers heel complex & weinig transparant.

*fluvius.* Bron: VREG

## Elektriciteit

Rationeel gebruik  
 Productie  
 Eigen opwekking: PV  
 Levering  
 Tarieven  
**Wettelijke verplichtingen**

*fluvius.*



## Wettelijke verplichtingen



- Keuring elektrische installatie

Gelijkvormigheidscontrole van de installatie volgens de voorschriften van het AREI (Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties)

- vóór de aansluiting van een nieuwe installatie op het net
- bij belangrijke wijzigingen of uitbreidingen van een bestaande elektrische installatie (bijv. PV-installatie)
- bij iedere aanvraag tot verzwaaring van de aansluiting
- bij de verkoop van een wooneenheid (installatie van voor 1981)
- periodieke controle 25 jaar na de indienstname (installatie van na 1981)

fluvius.

51

## Wettelijke verplichtingen



- Verplichtingen bij de plaatsing van een PV-installatie

- AREI-keuring door erkend organisme vóór indienstelling (ook bij wijzigingen achteraf)
- installatie verplicht aan te melden bij de netbeheerder binnen 30 dagen na AREI-keuring (ook bij wijzigingen achteraf) (boetes tot 25000€!)
- particuliere installatie: ≤ 10 kW
- omvormers groter dan 5 kW moeten driefasig aangesloten worden
- de omvormer moet automatisch afkoppelen van het net bij bepaalde overschrijding of onderschrijding van de netspanning en/of de netfrequentie (DIN VDE 0126-1-1)
- het plaatsen van zonnepanelen is in de meeste situaties vrijgesteld van een omgevingsvergunning, informeer vooraf bij je gemeente of een vergunning nodig is

fluvius.

52

## Verwarmen (en koelen)

### Energiebronnen

Warmte- en koelbehoefte  
Centrale verwarming  
Decentrale verwarming  
Sanitair warm water  
Koeling  
Regelgeving  
Subsidies

fluvius.



53

## Afstappen van fossiele brandstoffen



- Akkoord klimaatop Dubai
  - transitie weg van fossiele brandstoffen, netto nul-uitstoot broeikasgassen tegen 2050
- Europese Green Deal
  - uitstoot broeikasgassen in 2030 - 55% t.o.v. 1990 bijv. door
    - ETS 2: CO<sub>2</sub> taks vanaf 2027 bij verkoop van fossiele brandstoffen voor transport en verwarming van gebouwen (prijsverhoging ong. 10%)
    - ETS 1, met als gevolg verhoging elektriciteitsprijs, is al ingevoerd sinds 2005



fluvius.

54

## Afstappen van fossiele brandstoffen



- federale Energie- en Klimaatplan (2021-2030)
  - uitstoot broeikasgassen in de niet-industriële sectoren (vervoer, woningen, energie, landbouw, afval ...) in 2030 - 47% t.o.v. 2005 bijv. door
    - verlenging van het verlaagd btw-tarief met vijf jaar voor de levering en installatie van warmtepompen
    - verhoging van het btw-tarief voor de levering en installatie van fossiele brandstofketels bij renovatie van woningen ouder dan tien jaar
- Vlaams Energie- en klimaatplan (2021-2030)
  - uitstoot broeikasgassen niet-industriële sectoren: in 2030 – 40% t.o.v. 2005 bijv. door
    - taxshift van elektriciteit naar gas in 2028
    - extra elektriciteitskorting



fluvius.

55

## Hout of houtpellets?



- Dreigende schaarste hout
  - Uitstoot fijn stof, stikstofoxiden
  - Uitstoot CO<sub>2</sub> (gecompenseerd bij nieuwe aanplant)
  - Concurrentie houtpellets met spaanplaatindustrie
- **Geen grootschalige toepassing hout en houtpellets voor verwarming mogelijk**

fluvius.

56

## Volledig elektrische verwarming?



- Rendement omzetting brandstof naar warmte: aandeel van de warmte-inhoud die wordt omgezet in nuttige warmte
  - CV – ketel: tot 98 %
  - open haard: 5 tot 10 %
  - hout(pellet)kachels: 40 tot > 90 %
  - gasgeiser (warm water): 75 tot > 85 %
- Rendement omzetting brandstof naar elektriciteit 40%
- **vermijd rechtstreeks elektrische verwarming**

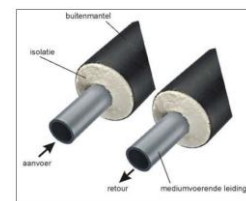
fluvius.

57

## Warmtenetten



- Benutting onuitputtelijke en hernieuwbare energie dikwijls efficiënter op grotere schaal:
  - aardwarmte op relatief hoge temperatuur (vraagt diepe boringen)
  - BEO-veld (Boorgat Energie Opslag): een veld met verschillende boringen als energiebron voor warmtepompen
  - restwarmte
  - biomassa
  - zonneboiler
- Een warmtenet kan deze centraal opgewekte warmte verdelen naar individuele gebruikers
- Temperatuur water in warmtenet wisselt van net tot net (hoge, lage of zeer lage temperatuur)
- Bekijk het potentieel in jouw wijk op [inspiratiekaartwarmtezonering.be](https://inspiratiekaartwarmtezonering.be)



Afbeelding: Fluvius

fluvius.

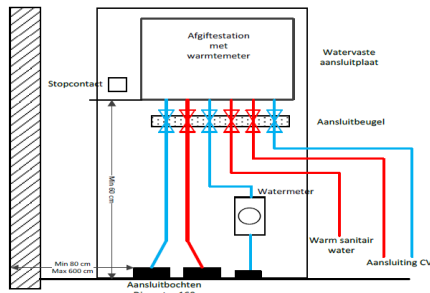
58

## Warmtenetten



- Hoe aansluiten op een (toekomstig) warmtenet?
  - voorzie aansluitmogelijkheid vooraan in je woning
  - plaats in afwachting van een aansluiting nu al je (tijdelijke) warmteopwekking kort bij de aansluitmogelijkheid

### Voorbeeld van aansluiting (Fluvius)

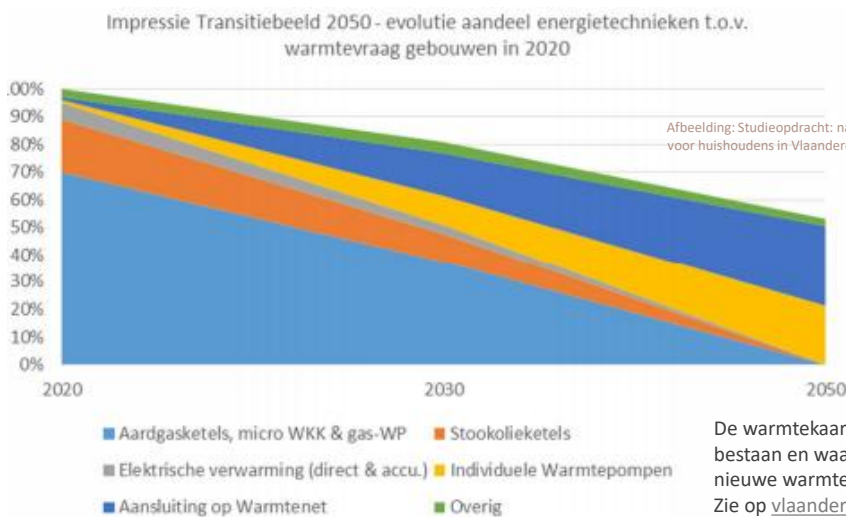


fluvius.

Afbeelding: Fluvius

59

## Wat brengt de toekomst?



Afbeelding: Studieopdracht: naar een vergroening van de warmtevoorziening voor huishoudens in Vlaanderen. Kelvin Solutions in opdracht van Bond Beter Leefmilieu

fluvius.

De warmtekaart toont waar nu al warmtenetten bestaan en waar nog kansrijke gebieden zijn om nieuwe warmtenetten aan te leggen  
Zie op [vlaanderen.be](http://vlaanderen.be)

60

## Verwarmen (en koelen)

Energiebronnen

**Warmte- en koelbehoefte**

Centrale verwarming

Decentrale verwarming

Sanitair warm water

Koeling

Regelgeving

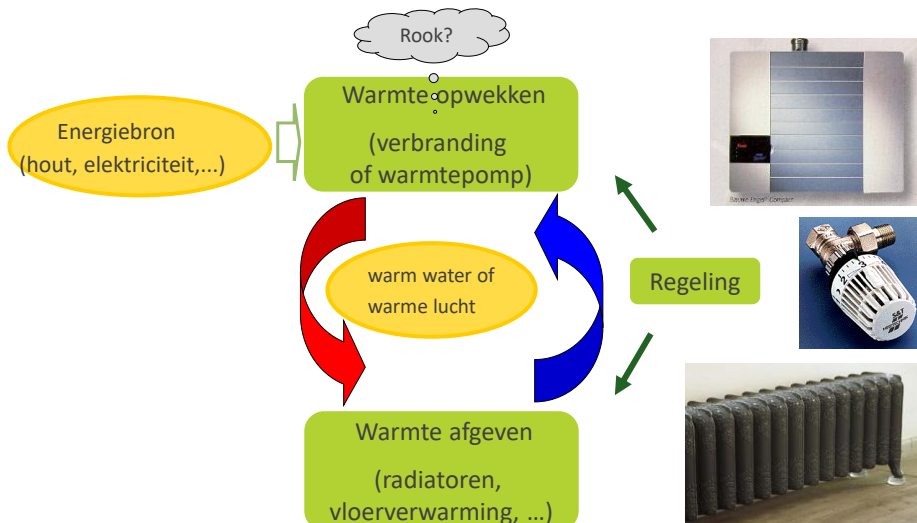
Subsidies

fluvius.



61

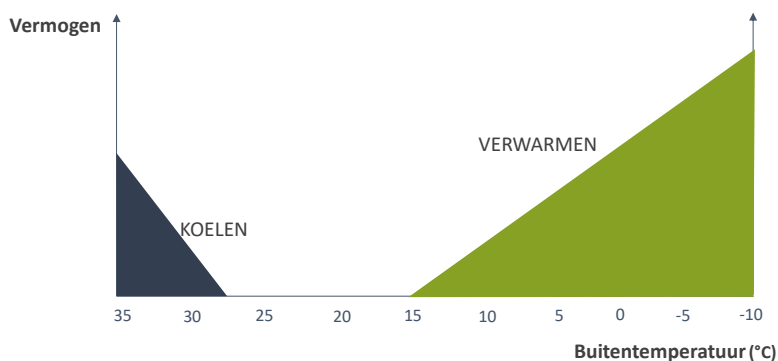
## Centrale verwarmingsinstallatie



fluvius.

62

## Warmte- en koelbehoefte



fluvius.

63

## Warmte- en koelbehoefte beperken



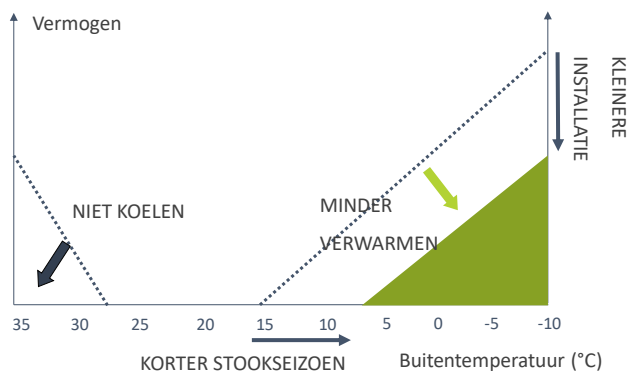
### Hoe?

1. Koop geen te grote woning, inbreiden i.p.v. uitbreiden
2. Verbouw compact
3. Isoleer genoeg
4. Verbouw luchtdicht
5. Benut zonnewinsten
6. Plaats efficiënte zonnewering
7. Ventileer energiezuinig

fluvius.

64

## Warmte- en koelbehoefte beperken



fluvius.

65

## Vermogen bepalen



- Op basis van
  - de warmteverliesberekening
    - als alle kamers gelijktijdig verwarmd worden
    - bij ongeveer -10°C buitentemperatuur (afhankelijk van ligging)
  - het opwarmvermogen
    - is bepalend voor te installeren vermogen in woningen met beperkte warmtebehoefte
    - hangt af van warmtecapaciteit gebouw en profiel van opwarming (temperatuurdaling en gekozen opwarmingstijd)
- Houdt ook rekening met sanitair water bij combi-toestellen
  - zie hoofdstuk sanitair
- Gemiddeld geïnstalleerd vermogen
  - bestaande ketel voor woningverwarming: 25 kW
  - ketel of warmtepomp bij nieuwbouw of IER: 8 kW

fluvius.

66

## Warmteverlies berekenen



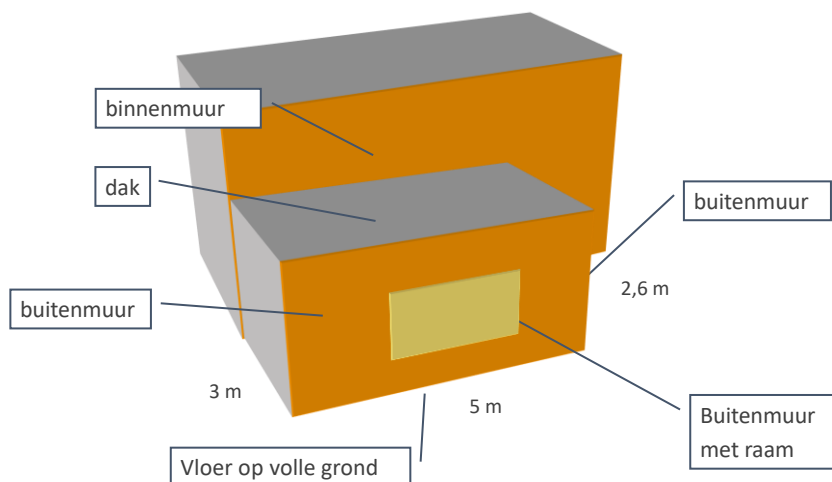
- Hoe berekenen?
  - berekening per lokaal voor bepalen vermogen warmteafgifte
  - berekening per woning voor bepalen vermogen warmteopwekking en warmtebron
- Voorbeeld op basis van
  - geleidingsverlies:
    - wandoppervlak ( $m^2$ ) x U-waarde ( $W/m^2K$ ) x temperatuurverschil (K)
  - verluchtungsverlies:
    - verluchting x warmte-inhoud lucht x temperatuurverschil (K)
    - verluchting = infiltratie (verlies) + ventilatie (warmterecuperatie mogelijk)
- Model op [bouw-energie.be](http://bouw-energie.be) onder 'Excel warmteverliesberekening' (let op: commerciële site)

Bij de **EPB-berekening** levert een detailberekening van de werkteemperatuur en de dimensionering van de warmteafgifte extra E-peilpunten op

fluvius.

67

## Warmteverlies berekenen: voorbeeld



fluvius.

68

## Warmteverlies berekenen: voorbeeld



betreft	oppervlak		dT	beperkt geïsoleerd	
				U-waarde	verlies
	formule	(m <sup>2</sup> )	(K)	(W/ m <sup>2</sup> K)	(W)
vloer	3 x 5	15	10	0,24	40
wand 1	3 x 2,6	7,8	30	0,24	60
wand 2	5 x 2,6 - 3	10	30	0,24	70
raam	3	3	30	1,5	140
wand 3	3 x 2,6	7,8	30	0,24	60
dak	3 x 5	15	30	0,24	110
totaal geleidingsverliezen					480
	volume	(m <sup>3</sup> )		aantal/h	
	formule: 0,34 x volume x dT x ventilatievoud				
totaal convectieverliezen zonder WTW		39	30	1	398
TOTAAL KAMER					878

U-waardes: voldoet net aan de EPB-eisen voor nieuwe en na-geïsoleerde delen bij IER

fluvius.

69

## Warmteverlies berekenen: voorbeeld



betreft	oppervlak		dT	beperkt geïsoleerd		sterk geïsoleerd	
				U-waarde	verlies	U-waarde	verlies
	formule	(m <sup>2</sup> )	(K)	(W/ m <sup>2</sup> K)	(W)	(W/ m <sup>2</sup> K)	(W)
vloer	3 x 5	15	10	0,24	40	0,15	23
wand 1	3 x 2,6	7,8	30	0,24	60	0,15	35
wand 2	5 x 2,6 - 3	10	30	0,24	70	0,15	45
raam	3	3	30	1,5	140	0,8	72
wand 3	3 x 2,6	7,8	30	0,24	60	0,15	35
dak	3 x 5	15	30	0,24	110	0,15	68
totaal geleidingsverliezen					480		277
	volume	(m <sup>3</sup> )		aantal/h		aantal/h	
	formule: 0,34 x volume x dT x ventilatievoud						
totaal convectieverliezen zonder WTW		39	30	1	398	1	398
TOTAAL KAMER					878		675

U-waardes: **beperkt geïsoleerd** voldoet net aan de EPB-eisen voor nieuwe en na-geïsoleerde delen bij IER, **sterk geïsoleerd** voldoet net aan passiehuiseisen

fluvius.

70

## Warmteverlies berekenen: vuistregels



### Wat zijn vuistregels?

Heel sterk vereenvoudigde berekeningen

### Wanneer mag je vuistregels gebruiken?

- Nooit voor bepalen vermogen warmteafgifte
  - minder efficiënte werking en/of duurdere installatie
- Wel als voorafberekening voor inschatting vermogen warmteopwekking en warmtebron

### Rekenmodel op basis van vuistregels

- [www.bouw-energie.be](http://www.bouw-energie.be) onder 'Warmteverliesberekening' (let op: commerciële site)  
**Vuistregels overschatten soms het te installeren vermogen**

*fluvius.*

71

## Verwarmen (en koelen)

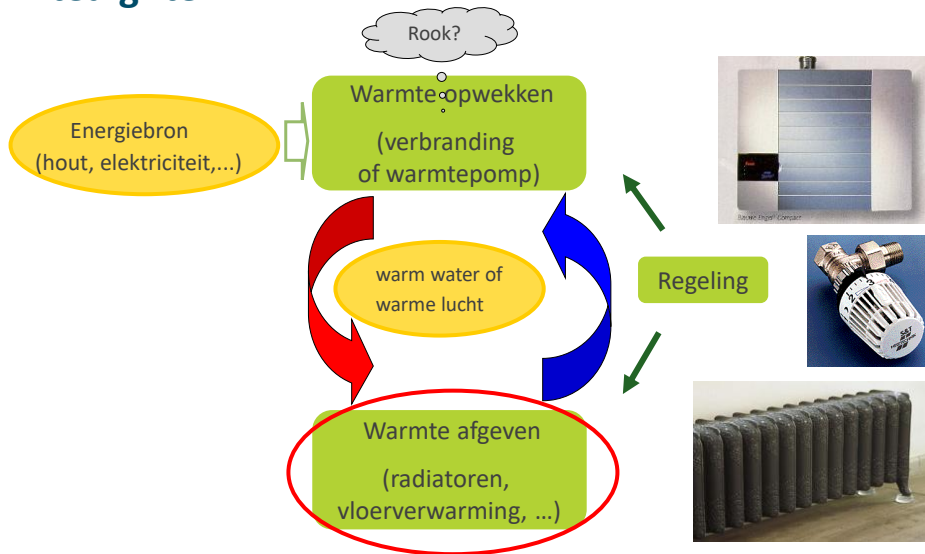
Energiebronnen  
Warmte- en koelbehoefte  
**Centrale verwarming**  
Decentrale verwarming  
Sanitair warm water  
Koeling  
Regelgeving  
Subsidies

*fluvius.*



72

## Warmteafgifte



fluvius.

73

## Op lage en zeer lage watertemperatuur

- Voordelen
  - hoger afgifterendement door gelijkmatiger temperatuurverdeling in de ruimte
  - hoger distributierendement door lagere leidingverliezen
  - hoger productierendement (zie warmtepomp)
  - koppelbaar aan warmtenet op elke temperatuur
- plaats bij vervanging altijd een systeem op zeer lage temperatuur (ZLTV)

HTV	LTV	ZLTV
Vertrektemp. > 55°C	Vertrektemp. 55 à 40°C	Vertrektemp. 40 à 30°C
Retourtemp. 20 à 15°C onder vertrektemp.	Retourtemp. 15 à 10°C onder vertrektemp.	Retourtemp. 10 à 5°C onder vertrektemp.

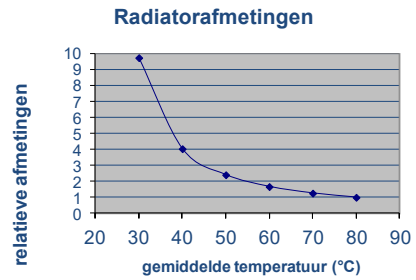
fluvius.

74

## Invloedsfactoren

Nodige watertemperatuur afhankelijk van

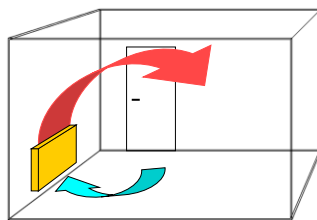
- Warmtebehoefte
- Buitentemperatuur
- Grootte van de 'radiator'
  - lage temperatuur vereist grotere radiatoren voor dezelfde warmteafgifte



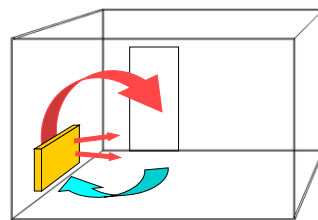
*fluvius.*

75

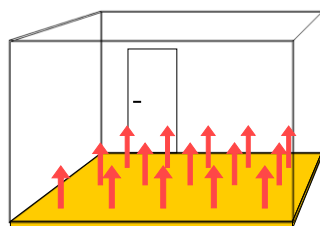
## Systemen



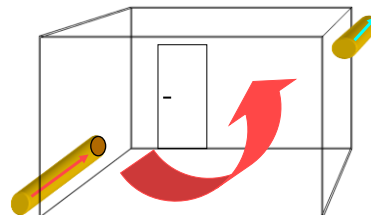
convectoren



radiatoren



Vloer/wand/plafondverwarming



luchtverwarming

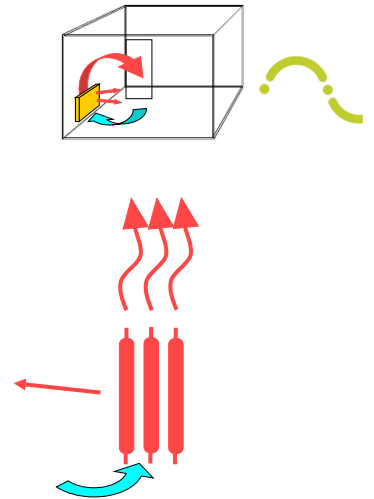
*fluvius.*

76

## Radiatoren

- Ruim gamma
- **Geschikt voor LTV (55 à 40 °C vertrektemperatuur), niet voor ZLTV**
- Grote waterinhoud
- Relatief snelle opwarming
- Onderhoud: verwijder stof voor betere warmteafgifte
- Levensduur ± 50 jaar

**Plaats geen nieuw afgiftesysteem met radiatoren**

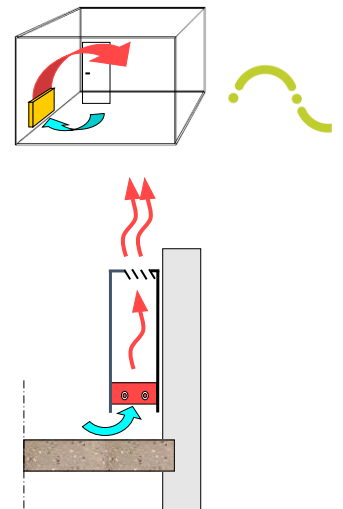


*fluvius.*

77

## Convectoren

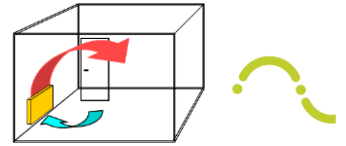
- Eigenschappen
  - **geschikt voor LTV (55 à 40 °C vertrektemperatuur), niet voor ZLTV**  
**oude convectoren alleen voor HTV**
  - kleine waterinhoud
  - zeer snelle opwarming
  - hoge doorstroming met water
  - levensduur ± 50 jaar
- Onderhoud
  - verwijder stof tussen convectieribben met perslucht



*fluvius.*

78

## Ventiloconvectoren



- Ventiloconvectoren (of ventiloradiatoren)
  - ventilatoren sturen lucht aan hogere snelheid door de convector
  - betere warmteafgifte bij lagere watertemperatuur (tot 35°C met beste toestellen in woningen met weinig warmtevraag)
  - levensduur ± 15 à 20 jaar
- Fancoils (verbeterde ventiloconvectoren)
  - efficiëntere warmtewisselaar
  - krachtiger ventilatoren
  - langere levensduur

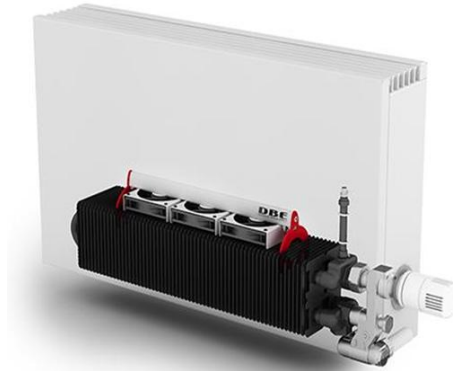


Foto: www.jaga.be

fluvius.

79

## Ventiloconvectoren

- Kan je radiatoren vervangen door ventiloconvectoren?
  - wanneer de leidingen geschikt zijn, met diameter aangepast aan de hogere watersnelheid
  - een elektrische aansluiting per toestel nodig
- Waarop letten bij de keuze van je toestel?
  - het vermogen is meestal bepaald bij 45° aanvoertemperatuur, bij 35° is dit nog ongeveer de helft
  - de verwachte levensduur en garanties
  - geluidsproductie
  - zijn onderdelen, zoals de ventilatoren, vervangbaar?
  - kostprijs (weinig afhankelijk van het vermogen)
  - afmetingen/uitzicht
  - plaats toestellen met genoeg vermogen, dan draaien de ventilatoren minder snel
    - minder geluid
    - minder luchtverplaatsing

fluvius.

Foto's: jaga.com, vaillant.be

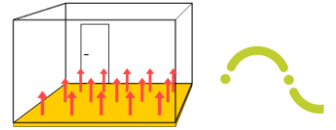


80

## Vloerverwarming

### Eigenschappen

- Gelijkmatic verdeelee verwarwing
- Geen extra plaats, esthetisch
- Geschikt voor hoge ruimten
- **Geschikt voor ZLTV**
- Traag systeem : reageert traag op plotse extra warmtevraag
- Levensduur ± 50 jaar



fluvius.

81

## Vloerverwarming types

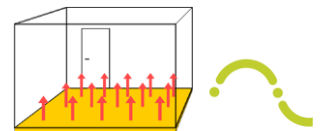


### Buizen in de dekvloer (chape)

- Op een gegalvaniseerd net
- Op noppenfolie of geprofileerde isolatieplaten
- **Geniet op een isolatielaag**

fluvius.

82

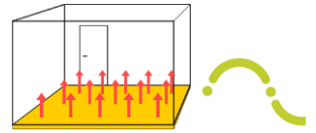


Figuren: Buildwise

### Buizen onder de dekvloer (chape of plaatmateriaal)

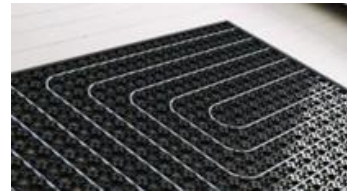
- Op een geprofileerde isolatielaag
- Op een gegroefd plaatmateriaal (boven de isolatie)

## Zeer dunne vloerverwarmingssystemen



- Wat is zeer dun?
  - totale dikte (vloerverwarmingsbuizen + egalisatie- of uitvlaklaag), 15mm tot 31mm
  - exclusief de vloerafwerking
  - exclusief de isolatielaag
- Voorbeelden
  - twee voorgevormde stalen bladen, daartussen de verwarmingsbuizen + een gestorte dekvloer
  - op de ondergrond gekleefde platen in kunststof, daarin gedrukte verwarmingsbuizen + een egalisatielaag

**Let op voor de kostprijs!**

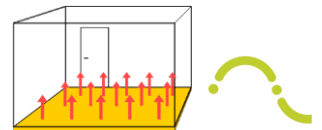


Foto's: Uponor en Effidur

*fluvius.*

83

## Vloerverwarming



### Voorwaarden voor efficiënte werking bij zeer-lagetemperatuurverwarming

- Warmteweerstand van de lagen boven het buizenet zo klein mogelijk

- kies bij voorkeur vloerbedekking met R-waarde  $\leq 0,020 \text{ m}^2\text{K/W}$ 
  - PVC, linoleum 2,5 mm, gelijmde tegels van gebakken klei:  $\pm 0,01 \text{ m}^2\text{K/W}$
  - blauwe steen op mortelbed:  $\pm 0,020 \text{ m}^2\text{K/W}$

<p>parket (8 à 10 mm): <math>\pm 0,060</math> à <math>0,080 \text{ m}^2\text{K/W}</math>          laminaat (8 mm): <math>\pm 0,070 \text{ m}^2\text{K/W}</math>          tapijt (6 à 8 mm): <math>\pm 0,100 \text{ m}^2\text{K/W}</math></p>
--

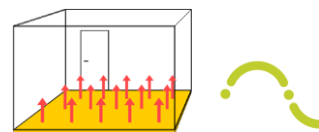
Hoe lager de warmtebehoefte van de woning

- hoe lager de nodige watertemperatuur
- hoe kleiner het effect van de vloerbedekking op de watertemperatuur

*fluvius.*

84

## Vloerverwarming



### Voorwaarden voor efficiënte werking bij zeer lage temperatuurverwarming

- Warmteweerstand R van de lagen onder het buizenet zo groot mogelijk
  - isolatie rechtstreeks onder verwarmingsbuizen:
  - R-waarde min. 0,75 m<sup>2</sup>K/W boven verwarmde ruimte (min. 2,5 à 3 cm)
  - R-waarde min. 1,25 m<sup>2</sup>K/W boven grond of niet-verwarmde ruimte (min. 3 à 4 cm)
- Genoeg oppervlakte
  - warmteafgifte bij ZLTV max. 70 W/m<sup>2</sup> voor leefruimtes (22°C) = soms onvoldoende voor badkamer
  - combinatie met eventueel wandverwarming
- Watercirculatietemperatuur : 25 – 35 °C
- Buizen 10 cm uit elkaar (uitgezonderd ruimtes zonder buitenmuur)

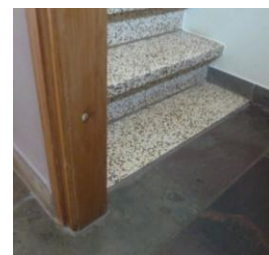
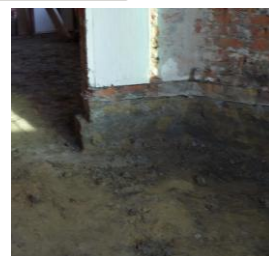
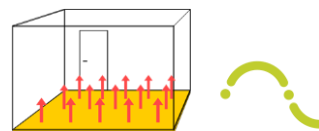
fluvius.

85

## Vloerverwarming bij renovatie?

### Hoe extra dikke (isolatie en buizenstelsel) opvangen bij renovatie?

- Bij vloerbekleding 'op zavel' (gelijkvloers)
  - uitgraven mogelijk: huidige niveau vloer kan behouden blijven
- Wanneer uitgraven niet mogelijk of moeilijk
  - boven kelder
  - bij verankerd beton onder vloerbekleding
  - op verdieping
  - **vloer verhogen**
    - lagere plafondhoogte
    - binnendeuren ook verhogen
    - trappen naar verdieping aanpassen
    - buitendeuren en dorpels aanpassen
    - verhogen stopcontacten
    - aanpassen waterkering in de muren

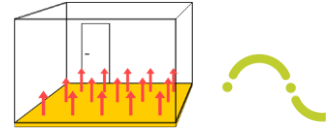


Foto's: grondwerkenpedro.be,  
Dominic Van Clé

fluvius.

86

## Vloerverwarming bij renovatie?



### Hoe extra dikke isolatie opvangen wanneer vloer (sterk) verhogen geen optie is

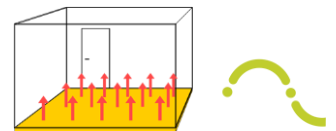
- Boven niet-verwarmde ruimte
    - opsplitsen isolatie
      - isolatie met R-waarde min. 1,25 m<sup>2</sup>K/W rechtstreeks onder de verwarmingsbuizen
      - extra isolatie tegen plafond niet-verwarmde ruimte
    - alleen isolatie tegen plafond niet verwarmde ruimte?
      - niet als er leidingen voor sanitair warm en koud water in de vloer liggen
      - bovenste deel (50 à 80 cm onder plafond) van buiten- en binnenmuren kelder inpakken met isolatie om koudebrugwerking tegen te gaan
      - vloerpakket wordt te traag (te veel massa) voor een goede dagdagelijkse regeling
- **kies beter een andere verwarmingsoptie**



fluvius.

87

## Vloerverwarming bij renovatie?



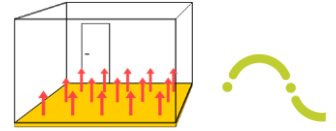
### Hoe extra dikke isolatie opvangen wanneer vloer (sterk) verhogen geen optie is

- Boven verwarmde ruimte
    - alleen isolatie tegen plafond onderliggende ruimte?
      - heeft geen zin, ook niet wanneer je geen isolatie rechtstreeks onder de verwarmingsbuizen kan plaatsen
    - geen vloerisolatie?
      - geen regelmogelijkheid (te veel massa), dus kamers op verdieping (slaapkamers, badkamers) permanent op temperatuur te houden
- **kies een andere verwarmingsoptie**

fluvius.

88

## Vloerverwarming bij renovatie?



### Infrezen vloerverwarmingsbuizen in bestaande chape of vloer

- Voorwaarden
  - chape min. 5 cm dik
  - chape (en vloerbedekking als je ze behoudt) in goede staat
  - best in vloeren met bestaande vloerisolatie met minimale R-waarde (zie vorige)

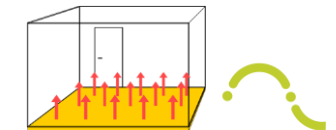


Foto: centraleverwarmingcv.be

fluvius.

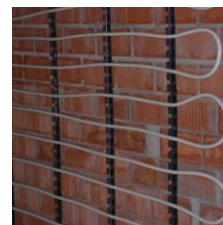
89

## Wandverwarming



Vergelijkbaar met vloerverwarming

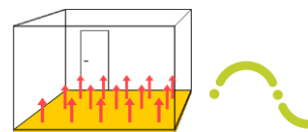
- Toepassing
  - als de vloer te beperkt is
  - bij hogere warmteafgifte (bij hogere watertemperaturen)
  - 1 wand voor 2 ruimten
- Aandachtspunten
  - wand vrijhouden : kasten en kaders beperken
  - geen gaten boren!
  - best geen buitenmuur gebruiken (warmteverliezen)



fluvius.

90

## Plafondverwarming



- Vergelijkbaar met vloerverwarming en wandverwarming (idem isolatie, hier boven buizen)
- Aandachtspunten
  - minder comfortabel dan vloerverwarming (we hebben liever warme voeten en koel hoofd)
  - meer geschikt voor koeling dan voor verwarming (warmte stijgt)
  - kan 'koudeval' aan ramen niet opvangen
- **Alleen comfortabel**
  - in ruimtes/woningen met beperkte warmtevraag
  - bij beglazing met lage U-waarde
  - in combinatie met ventilatiesysteem D
- Toepassingen
  - waar de vloer niet bruikbaar is voor vloerverwarming
  - in ruimtes die sporadisch verwarmd worden
  - waar koeling belangrijker is dan verwarming (bijv. slaapkamers)

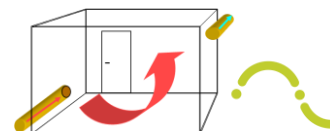
fluvius.



Foto: [www.vakbladwarmtepompen.nl](http://www.vakbladwarmtepompen.nl)

91

## Luchtverwarming



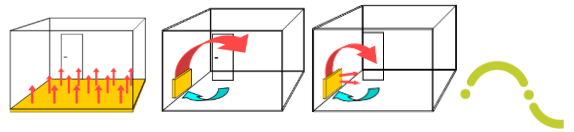
### Afgegeven vermogen in functie van debiet en temperatuurverschil

- te hoge luchttemperaturen
- te grote debieten:
  - te grote lichtsnelheden
  - te grote doorsnede kanalen (warmteverliezen)
- **Niet interessant voor woningen**

fluvius.

92

## Vloerverwarming in combinatie met radiatoren of convectoren



Afzonderlijk circuit en pomp nodig per afgiftesysteem

### 2 temperatuurregimes (LTV en ZLTV)

- Radiatoren (hoogste temperatuur) bepalen vertrektemperatuur van water aan de warmtepomp
  - verlies van productierendement warmtepomp/ketel dat je hebt met uitsluitend ZLTV in vloerverwarming

### 1 temperatuurregime (ZLTV)

- Deel woning vloerverwarming en deel woning ventilo-convectoren op zeer lage temperatuur (kan alleen in woningen met zeer lage warmtevraag) of fancoils
  - geen verlies productierendement warmtepomp
- Deel woning vloerverwarming en deel radiatoren in bijv. slaapkamers
  - radiatoren kunnen 'koude breken' op zeer lage temperatuur, maar kamers niet op kamertemperatuur brengen

fluvius.

93

## Warmteopwekking



fluvius.

94

## Overzicht verbruik / vermogen

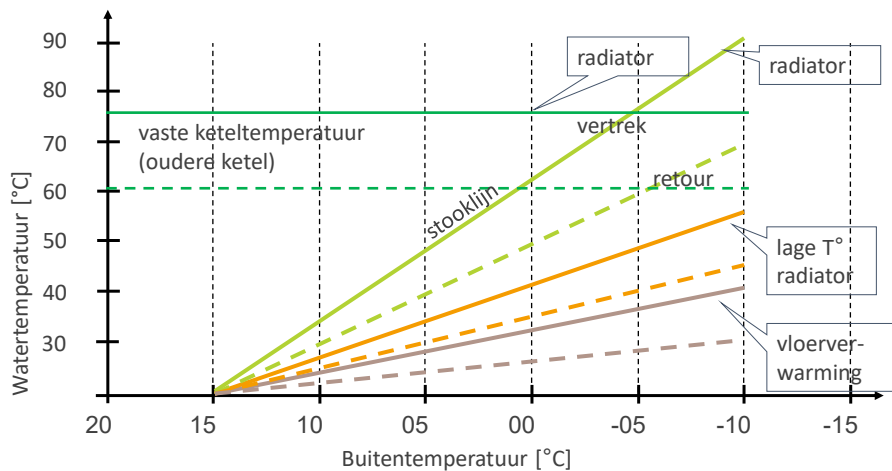


	Gemiddeld	Gemiddeld gezin in 3 gevelwoning 120 m <sup>2</sup> Streefdoel steunpunten DUBO	
Netto energiebehoefte verwarming		≤ 30 kWh/m <sup>2</sup> .jaar	≤ 15 kWh/m <sup>2</sup> .jaar
Verbruik verwarming (kWh/jaar)	18000	4000	2000
Verbruik SWW (kWh/jaar)	2000	2000	2000
Vermogen verwarming (kW)	25	5 à 10	< 5

fluvius.

95

## Temperatuurregeling: temperatuurregimes



fluvius.

96

## Temperatuurregeling principes



- Warmteafgifte: aanpassen circulatie-temperatuur in functie van de buitentemperatuur
  - warmteafgifte is aangepast aan de warmtevraag
- Ketel/warmtepomp: aanpassen vermogen aan warmtevraag
  - ideaal = regelbaar van 0 kW tot maximaal vermogen van het toestel
    - ketel/warmtepomp werkt continu gedurende stookseizoen
  - in de praktijk : regelbaar tussen een minimum en een maximum vermogen

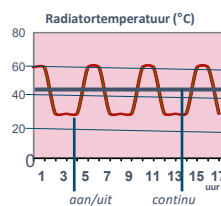
fluvius.

97

## Temperatuurregeling



- Wanneer warmtevraag lager is dan minimum vermogen dat ketel/warmtepomp kan leveren
  - gaat regelmatig aan en uit om de gewenste kamertemperatuur te bereiken
  - nadelen
    - lager comfort (wisselende temperatuur)
    - niet efficiënt (hoger energieverbruik)
    - beperkte levensduur warmteopwekking
- Beperk aan/uit werking door
  - sterk modulerende ketel/warmtepomp
  - of buffering warmte in massa (vloer bij vloerverwarming) of in een buffervat

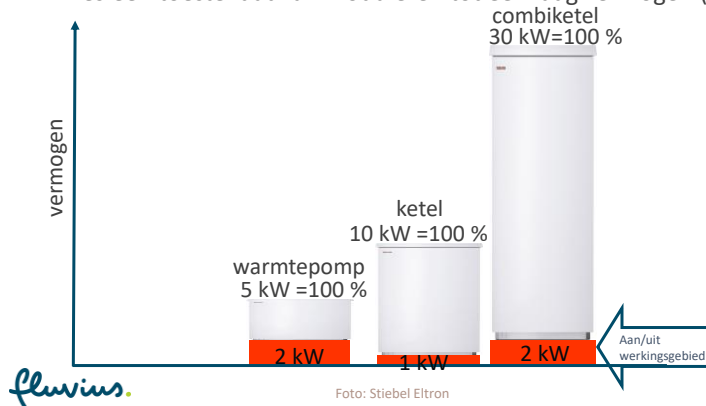


fluvius.

98

## Modulerende ketel/warmtepomp

- Kies toestel met een maximaal vermogen bepaald op basis van warmteverliesberekening (of bij combiketel met geïntegreerde laadboiler op basis van behoefte sanitair warm water)
- Kies een toestel dat kan moduleren tot een laag vermogen ( $\leq 2$  kW)



99

## Buffervat CV

Vat met technisch of 'dood' water (gesloten systeem)

- Functie: opslag energie
  - om aan/uit werking te verminderen
    - bij hoge vermogens
    - bij beperkt modulatiebereik
  - om de traagheid van een systeem op te vangen
  - om elektriciteitsverbruik van warmtepompen te verschuiven
    - naar pieken in de beschikbaarheid op het net
    - om de zelfconsumptie bij zonnepanelen te verhogen
- Inhoud: 500 à 1000 l



Foto: Vaillant

fluvius.

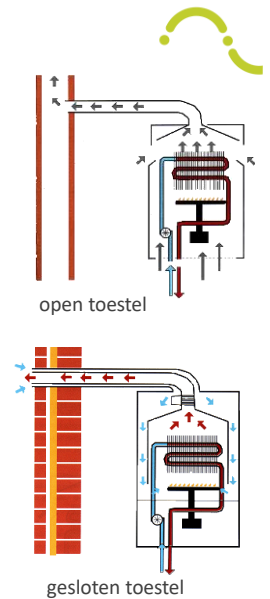
100

## Open- gesloten verbrandingstoestellen

- Verbrandingstoestellen (zoals ketels, kachels, gasboilers, gasgeisers en gasfornuizen) hebben zuurstof nodig voor de verbranding
  - open verbrandingstoestellen verbruiken de lucht in het lokaal waar ze zijn opgesteld
    - eisen voor CV-ketels en voor verbruikstoestellen op aardgas
      - niet afsluitbare opening voor toevoer van buitenlucht naar opstelruimte
      - eisen ventilatie opstelruimte
      - eisen functie opstelruimte
  - gesloten verbrandingstoestellen zuigen verbrandingslucht aan van buiten de woning

**Verwijder alle open toestellen binnen het beschermd volume (geïsoleerd deel van de woning)**

1 m<sup>3</sup> aardgas verbranden (10 à 11 kWh) vraagt ± 10 m<sup>3</sup> lucht



fluvius.

101

## Opstellingsruimte

- Waar?
  - bij grondige renovatie: plaats de ketel / warmtepomp binnen het beschermd volume (geïsoleerde deel van de woning)
    - Bij ketels: kies hier uitsluitend voor gesloten toestellen
    - bij centraal gelegen woningen kort bij aansluitmogelijkheid warmtenet
  - wanneer (ver)plaatsen ketel / warmtepomp naar binnen beschermd volume niet mogelijk is
    - isoleer alle verwarmingsleidingen, onderdelen (circulatiepomp) en aansluitingen van en naar de ketel of warmtepomp buiten het beschermd volume
- Bij vervanging open ketel door gesloten ketel
  - vervang luchttoevoer- en ventilatieopeningen van de opstellingsruimte door aangepaste luchttoevoer en ventilatie voor gesloten ketels

fluvius.

102

## Randapparatuur

- Aandachtspunten randapparatuur (al dan niet geïntegreerd in de ketel of warmtepomp)
  - expansievat
    - inhoud aangepast aan waterinhoud en temperatuur installatie (bij in ketel geïntegreerde vaten soms te klein)
    - controle op goede werking

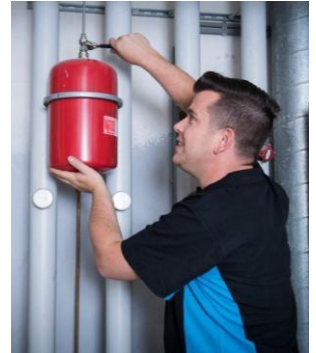


Foto: abelenco.nl

fluvius.

103

## Types warmteopwekking volgens warmtebron

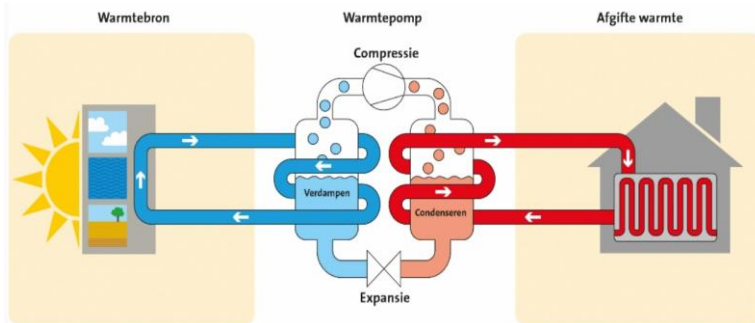
	<b>Bodem-water-warmtepompen</b>
	<b>Water-water-warmtepompen</b>
	<b>Lucht-water-warmtepompen</b>

	<b>Pelletketels</b>
	<b>Gasketels</b>
	<b>Stookolieketels</b>

fluvius.

104

## Weringsprincipe



Figuur: infowarmtepomp.be

- Onttrekt door gebruik van een **koelmiddel** veel warmte op relatief **lage temperatuur** aan de warmtebron
- Vormt die om naar weinig warmte op relatief **hoge temperatuur** voor de warmteafgifte
- Gebruikt hiervoor **elektrische energie**
- Levert hierdoor **2 à 6 keer zo veel warmte als** haar elektrisch verbruik

*fluvius.*

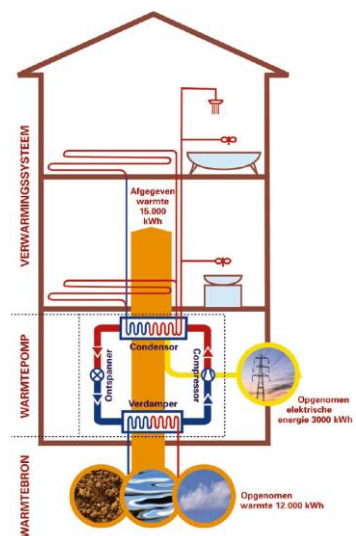
105

## Efficiëntie

Hoe kleiner het temperatuurverschil tussen warmtebron en warmteafgifte-systeem, hoe minder elektriciteit de compressor verbruikt in verhouding tot de afgegeven warmte

**De efficiëntste installaties hebben dus:**

- een zo hoog mogelijke brontemperatuur
- een zo laag mogelijk afgiftemtemperatuur (zeer-lage-temperatuurverwarming)



Figuur: ODE

*fluvius.*

COP: Coefficient of Performance

106

## Woning geschikt?



### Is je woning geschikt voor een efficiënte warmtepompinstallatie? Op vlak van isolatie en luchtdichtheid

- Bestaande woning
  - kijk isolatie van vloer, dak, ramen en muren en luchtdichtheid na
    - min. twee hiervan moeten goed scoren, niveau eisen nieuwbouw of IER (bijv. 10 cm PUR of 14 cm minerale wol en hoogrendementsglas met U-waarde 1,1 W/m<sup>2</sup>K)
    - en min. één moet gemiddeld scoren (half zo goed als niveau eisen nieuwbouw of IER) om warmtepomp te overwegen
  - een uitgebreide warmteverliesberekening door de installateur kan uitsluitsel geven
- Een nieuwbouwwoning met vergunning vanaf 2006 of een Ingrijpende Energetische Renovatie die aan de wettelijke eisen voldoet, is geschikt

### Op vlak van afgiftesysteem

- Een afgiftesysteem op zeer lage temperatuur (< 40°C): vloerverwarming, wandverwarming, plafondverwarming of ventilo-convectoren

*fluvius.*

107

## Wil je een warmtepomp koppelen aan bestaande radiatoren?



### Heb je nu een condensatieketel, dan doe je de 50°-test

- Hoe?
  - Tijdens een koude periode (daggemiddelde buitentemperatuur 0°C of lager)
  - Zet je kachels of andere bijverwarming uit
  - Zet nachtverlaging uit
  - Draai je radiatorkranen of thermostatische kranen volledig open (draai alleen terug als het te warm wordt)
  - Zet je ketel op 50° vertrektemperatuur gedurende minstens 3 dagen



Bron: engie.be

*fluvius.*

108

## Wil je een warmtepomp koppelen aan bestaande radiatoren?



- Overall comfortabel warm?
  - Probeer het dan ook eens op 45°C
- Nergens warm genoeg?
  - Plaats geen warmtepomp zonder vervangen van het afgiftesysteem en/of extra maatregelen op vlak van isolatie en luchtdichtheid
- Niet overall warm genoeg (bijv. in de badkamer)?
  - **Optimaliseer je installatie**

fluvius.

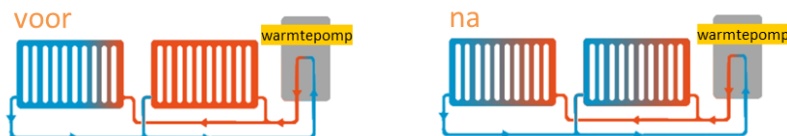
109

## Wil je een warmtepomp koppelen aan bestaande radiatoren?



### Optimaliseer je installatie voor een zo laag mogelijke vertrektemperatuur

- In de ruimtes die je niet warm genoeg krijgt
  - vervang radiatoren, plaats er bij of plaats eventueel bijverwarming
- Plaats dynamische thermostatische radiatorafsluiters en laat je systeem waterzijdig inregelen



fluvius.

110

## Warmtepompen voor centrale verwarming



Hoe hoger de temperatuur van de warmtebron (hoe kleiner het verschil met het warmteafgiftesysteem), hoe efficiënter de installatie



Lucht-water

*fluvius.*

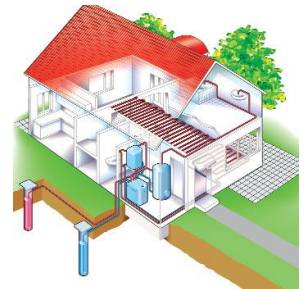


Bodem-water  
horizontaal



Bodem-water  
verticaal

Figuren: Stiebel Eltron



Water-water

111

## Bodem-water met verticale grondwarmtewisselaar



- Buizen
  - 25 tot 200 m diep
  - U-lus of dubbele U-lus
- Nodige lengte
  - 270 à 320 boormeter (bij warmtebehoefte van 8 kW)
  - bijv. 3 boringen van ong. 100 m diep, 5 à 10 m uit elkaar
- Levensduur ± 90 jaar



Foto's: [bervoets-technieken.be](http://bervoets-technieken.be), [www.energy-technics.be](http://www.energy-technics.be)

*fluvius.*

112

## Bodem-water met verticale grondwarmtewisselaar



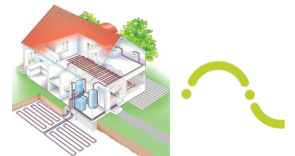
### Voorwaarden

- Genoeg tuinoppervlakte:
  - **toegankelijk** voor een rupsvoertuig met buitenafmetingen 2,5 x 8,5 x 3,0 meter (breedte x lengte x hoogte), hoogte mast in werking: ca 11 m, gewicht 17 ton
  - voor boringen op **minimum 4 m** van de gevel (of 1,5 m van de gevel als je de gevel kan afschermen)
  - voor boringen een **breedte van min. 4 m** tussen de woning en de perceelsgrens
  - buiten het bereik van grote wortels van bomen en struiken
- De **samenstelling van de bodemlagen** laten verticale boringen op een betaalbare wijze toe, informeer je hiervoor bij de putboorder, via je installateur
- Je krijgt een **omgevingsvergunning** voor de boringen (dit is bijv. niet het geval in waterwingebied) wanneer vereist

fluvius.

113

## Bodem-water met horizontale grondwarmtewisselaar



- Buizen of lussen van buizen
  - min. 1 m diep
  - min. 80 cm uit elkaar
- Nodige grondoppervlakte
  - 230 à 800 m<sup>2</sup> (bij warmtebehoefte van 8 kW)
- Levensduur ± 90 jaar



fluvius.

114

## Bodem-water met horizontale grondwarmtewisselaar



### Voorwaarden

- Enkel wanneer het plaatsen van een **verticale bodemwarmtewisselaar** niet mogelijk is
- Wanneer je **genoeg tuinoppervlakte** beschikbaar hebt
  - met regelmatig bezonning en bij voorkeur met een vochtige bodem
  - niet verhard
  - niet begroeid met bomen en struiken of planten met een diep agressief wortelstelsel (bijv. bamboe)
  - toegankelijk voor een graafmachine
- Wanneer je eventueel **zelf de sleuven kan graven** en hierdoor de prijs kan drukken (allesbehalve gemakkelijk)

fluvius.

115

## Water-water



Foto: Gebo putboringen

- Opbouw systeem
  - pompput en retourput
  - diepte 20 tot 100 m
  - onderwaterpomp
  - Levensduur ± 90 jaar

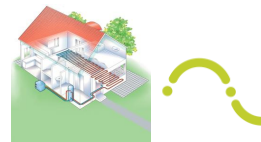
### Niet aanbevolen voor individuele woningverwarming

- hoog pompverbruik
- risico aantasting warmtewisselaar door grondwater
- risico verstopping filter
- meer risico vervuiling grondwater

fluvius.

116

## Lucht-water



### Binnenopstelling monoblock

- Verdamer, compressor en condensor in één toestel
- Grote geïsoleerde kanalen nodige voor luchttoevoer en luchtafvoer (luchtverplaatsing 3000 tot 4000 m<sup>3</sup> /h)
- Toepassing
  - weinig toegepast
  - bij kleine vermogens
  - bij risico op geluidshinder



Foto: [www.viessmann.be](http://www.viessmann.be)

fluvius.

117

## Lucht-water



### Buitenopstelling monoblock

- Verdamer, compressor en condensor **en randapparatuur** in één toestel
- Water circuleert tussen buiten en binnen
- Toepassing
  - afhankelijk van het gebruikte koelmiddel (zie verder)
  - bij goed geïsoleerde leidingen en wanneer je leidinglengte en de temperatuur in de leidingen buiten kan beperken (warmteverlies tussen 3 en 8% bij 10 m leidinglengte)
  - bij weinig binnenruimte (alleen regeling en eventueel boiler)

#### Variante: hydraulische split

- Waterpomp, expansievat en andere randapparatuur in een binnenunit
- Toepassing: bij weinig buitenruimte



Foto's: panasonic.eu, Mitsubishi Electric

fluvius.

118

## Lucht-water



### Split

- De verdamper en de compressor staan in de buitenunit
- De condensor en randapparatuur staan in de binnenunit
- Het koelmiddel circuleert tussen de buitenunit en de binnenunit
- Toepassing
  - bij grotere leidinglengte buiten (minder warmteverliezen)
  - afhankelijk van het gebruikte koelmiddel (zie verder)



Foto: www.alpha-innotec.de

fluvius.

119

## Lucht-water



### Voorwaarden

- Wanneer je het toestel zo kan opstellen dat er **weinig kans is op geluidshinder** voor je burens of voor jezelf
  - boven onverharde oppervlaktes
  - op trillingsdempers
  - op afstand van slaapkamerramen
  - richting: tussen twee woningen dwars op de gevel, of naar omhoog op plat dak
  - op plat dak alleen als het trillingsvrij kan met trillingsdempers (niet bij houten constructies)
  - eventueel met geluidswerende omkasting of geluidsdempende wand
  - eventueel dakkap maar alleen als
    - toegankelijk voor onderhoud (langs binnen), of onderhoudsvrij
    - geen hinder voor luchtstromen van en naar warmtepomp



Voorbeelden van hoe je geluidshinder kan beperken staan in de [Code van goede praktijk – Geluid van buitenunits van residentiële lucht-lucht \(airco\) en lucht-water-warmtepompen](#)

fluvius.

Foto: interduct.nl

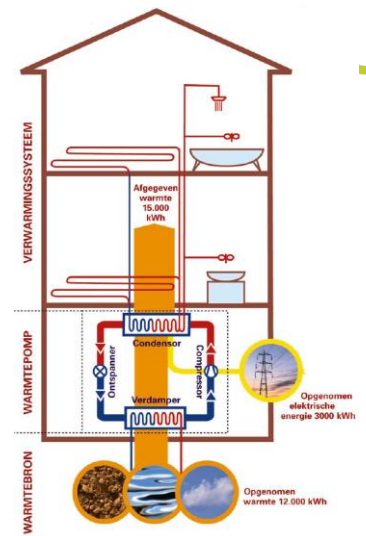
120

## Prestatie

### SCOP: seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt (ingevoerd in 2015)

- bepaald op basis van verschillende parameters
  - bij meerdere buitentemperaturen
  - per klimaatzone
- bij vertrektemperatuur warmteafgiftesysteem 35°C en 55 °C (niet bij lucht-lucht)

**SEER:** seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt voor koeling bij lucht-luchtwarmtepompen



Figuur: ODE

fluvius.

## Seizoensrendement

- **SCOP:** seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt

### Courante SCOP (stijgende trend)

afgiftetemperatuur	35°C	55°C
bodem-water	5 à 6	4 à 4,5
lucht-water	4,5 à 5	3,5 à 4

fluvius.

## Seizoensrendement



- $\eta_s$ : seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming (in %)
  - rekt om naar primair energieverbruik
  - $\approx \text{SCOP}/2,5 \times 100$
  - ook bepaald bij vertrektemperatuur 35°C en 55°C

Courante  $\eta_s$

	35°C	55°C
Bodem-water	200 à 240%	160 à 180%
Lucht-water	180 à 200%	140 à 160%

fluvius.

123

## SPF



**SCOP en  $\eta_s$  = producteigenschappen**

**Seizoensprestatiefactor (SPF) = prestatie toestel in je woning**

- Bij werkelijke bron- en afgiftetemperatuur
- Bepaald op basis van metingen
- Kan hoger zijn dan SCOP op voorwaarde dat
  - afgiftetemperatuur < 35°C
  - brontemperatuur > dan bij meting SCOP
- Berekening EPB (bij nieuwbouw en Ingrijpende Energetische Renovatie) maakt inschatting SPF

fluvius.

124

## Winst warmtepomp?



### Is een hogetemperatuurwarmtepomp (tot 70°C) een optie?

- De SCOP van een warmtepomp is alleen bepaald bij 35°C en bij 55°C
- Bij deze temperaturen scoort een hogetemperatuurwarmtepomp niet beter dan een andere warmtepomp
- De prestatie bij hogere temperaturen is zeer laag, dus geen optie voor een doorsnee woning
- **Mogelijk interessant wanneer nu je ketel kapot is en je binnen enkele jaren gaat verbouwen**

fluvius.

125

## Winst warmtepomp?



### Wanneer levert een warmtepomp winst op de energierekening?

- Is elektriciteit bijv. 3 x zo duur als gas?
- Dan verlaagt de warmtepomp de energierekening (t.o.v. gasketel) wanneer ze meer dan 3 keer zo veel warmte afgeeft dan ze elektriciteit opneemt

### Levert een warmtepomp in mijn woning winst op de energierekening?

- Afhankelijk van verschillende factoren
  - evolutie energieprijzen
  - SCOP van de warmtepomp
  - warmtebron
  - warmteafgifte
  - aandeel zelf opgewekte elektriciteit uit zonnepanelen

fluvius.

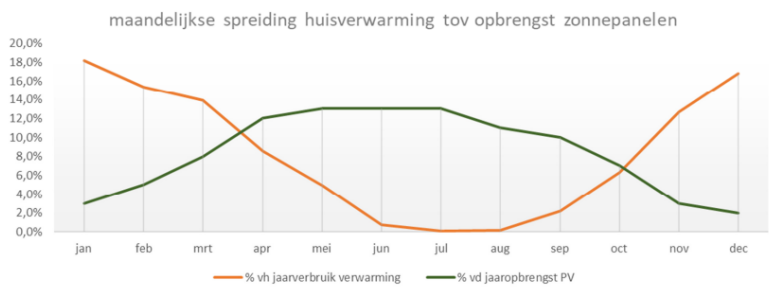
126

## Winst warmtepomp?



### Optimaliseer de zelfconsumptie in combinatie met zonnepanelen

- Laat de boiler (zie verder) van de warmtepomp opladen wanneer de zon schijnt
  - verhoog tijdelijk de temperatuur in de boiler om er meer energie in te kunnen opslaan
- Laat de warmtepomp vooral overdag draaien en sla de warmte op (in tussenseizoenen)
  - in de vloer bij vloerverwarming
  - in een buffervat voor verwarming bij ventiloconvectoren, fancoils of radiatoren



Figuur: ECoOB

fluvius.

127

## Winst warmtepomp?



### Maak gebruik van het dynamisch tarief

- Laat de warmtepomp vooral bij laag tarief draaien en sla de warmte op
  - in de vloer bij vloerverwarming
  - in een buffervat voor verwarming bij ventiloconvectoren, fancoils of radiatoren

fluvius.

128

## Systeemvergelijking

Systeemvergelijking	Bodem-water	Lucht-water
Energie-efficiëntie verwarmen	hoogst	hoog
Investeringskost (volledige woning)	hoog	beperkt
Geluidshinder buiten	geen	mogelijk
Geluidshinder binnen	afhankelijk van afgiftesysteem	afhankelijk van afgiftesysteem
Ruimte-inname buiten	groot	beperkt
Ruimte-inname binnen	vrij groot	vrij groot
Levensduur	>90 j. warmtebron > 20j. warmtepomp	>15 jaar
Omgevingsvergunning nodig	meestal wel	meestal niet
Vervangbaar door aansluiting op warmtenet	verloren investering in bodemwarmtewisselaar	ja
Onderhoud	beperkt	matig

fluvius.

129

## Investeringskost warmtepompen

Type warmtepomp	Richtprijs excl. BTW	Inclusief	Exclusief
Bodem-water*	15.000 à 25.000 euro	Installatie en boringen	warmteafgiftesysteem
Lucht-water*	8.000 à 14.000 euro	Installatie	warmteafgiftesysteem
Hybride	Vanaf 8.000 euro	Installatie	warmteafgiftesysteem

\* Vermogen 8 kW  
In gebouw 140 à 200 m<sup>2</sup>  
Alleen voor verwarming

fluvius.

130

## Types warmteopwekking volgens warmtebron




**Bodem-water-warmtepompen**

**Water-water-warmtepompen**

**Lucht-water-warmtepompen**



**Pelletketels**

**Gasketels**

**Stookolieketels**

fluvius.

131

## Houtpelletketels



- Werking
  - autonome werking dankzij automatische vulling vanuit silo
  - zuivere verbranding (gecontroleerde verbranding)
  - verwijderen as elke 4 à 8 weken
  - levensduur ± 15 jaar
- Pelletopslag
  - per kW verwarmingslast voor één stookseizoen 0,7 à 0,9 m<sup>3</sup> opslagruimte
    - bijv. 10 kW → 7 à 9 m<sup>3</sup>
  - ventileer opslagruimte
  - droge opslagwanden noodzakelijk
  - bij voorkeur bovengronds
- Voorwaarden voor efficiënte toepassing
  - kan zowel voor HTV, LTV als ZLTV
- Milieu
  - beperkt beschikbaar
  - uitstoot ( vooral CO<sub>2</sub> en fijnstof)
- Investeringskost: 9000 à 20.000 euro, (inclusief pelletopslag, transporttechniek, warmwatervoorziening installatie en inbedrijfstelling, excl. warmteafgifte en BTW)



fluvius.

Foto's: Ökofen

132

## Gasketels (condensatieketels)



- Werking
  - ook op propaangas
  - levensduur ± 15 jaar
- Rendement
  - $\eta_s$  (seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming) ± 95%
- Vermogen
  - lage maximum vermogens (vanaf ±10 kW)
  - kies voor een ketel met ruim modulatiebereik (sommige moduleren van minder dan 10% tot 100% van het max. vermogen)
- Voorwaarden voor efficiënte toepassing
  - lagetemperatuurverwarming of zeer-lagetemperatuurverwarming
  - aanpassing (tuberen) bestaande schouw, nieuwe muurdoorvoer of dakdoorvoer
- Milieu
  - fossiele brandstof: uitfasering tegen 2050
- Investeringskost: gemiddeld 3025 à 3370 euro (wandketel inclusief plaatsing, exclusief BTW en warmteafgiftesysteem)



Foto: Vaillant

fluvius.

133

## Stookolieketels (condensatieketels)



- Wanneer geen aardgasnet aanwezig (zie onder regelgeving)
- Werking
    - levensduur ± 15 jaar
  - Rendement
    - $\eta_s$  (seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming) tot 98%
  - Vermogen
    - geen lage maximum vermogens (vanaf ±10 kW)
    - beperkt modulatiebereik
  - Voorwaarden voor efficiënte toepassing
    - lagetemperatuurverwarming of zeer-lagetemperatuurverwarming
    - aanpassing schouw
  - Milieu
    - fossiele brandstof: uitfasering tegen 2050
    - risico op lekken tank
  - Investeringskost gemiddeld 6550 euro (inclusief installatie en BTW, exclusief warmteafgiftesysteem)



Foto: Vaillant

fluvius.

134

## Ketels geschikt voor mijn woning?



- Vervang **oude gasketel of stookolieketel** (15 à 20 jaar oud)
  - Als technisch mogelijk en efficiënte werking gegarandeerd door een **warmtepomp of aansluiting op een warmtenet**
  - Anders nog **1 keer door een toestel op gas** (alleen wanneer regelgeving het toelaat, zie onder regelgeving) in afwachting van
    - een toekomstige renovatie
    - mogelijke toekomstige aansluiting op warmtenet
    - toekomstige efficiënte technologie voor toepassing hernieuwbare energie op hogere temperatuur
- Plaats een **pelletketel** (alleen wanneer regelgeving het toelaat, zie onder regelgeving) alleen als ook op langere termijn een efficiënt werkende **warmtepomp of aansluiting op een warmtenet niet mogelijk is** (bijv. in een landelijk monument)

fluvius.

135

## Combietoestellen

- **Hybride warmtepomp**
  - op woningniveau meestal combinatie gascondensatieketel en lucht/waterwarmtepomp
  - omschakeling ketel naar warmtepomp op basis van buitentemperatuur en eventueel ingestelde energieprijzen
  - hoe hoger de watertemperatuur, hoe kleiner het aandeel van de warmtepomp
  - **mogelijk overgangsmaatregel**, maar plaats een **all-electric ready** toestel, met een warmtepomp met genoeg vermogen zodat ze later, na renovatie, zonder de gasketel
    - ook in de winter het huis warm krijgt
    - ook sanitair warm water kan aanmaken
  - Investeringskost: vanaf 8000 euro, geïnstalleerd, excl.BTW

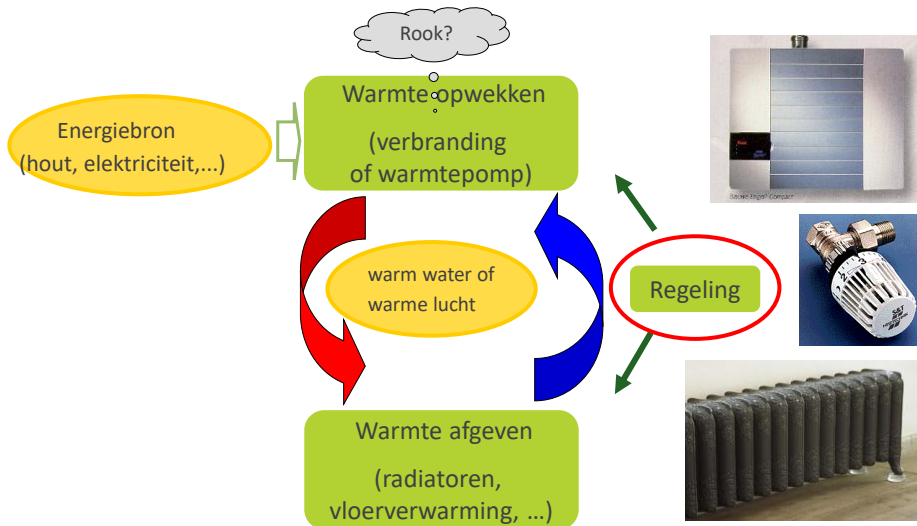


Foto: atagverwarming.nl

fluvius.

136

## CV-regeling



fluvius.

137

## Optimale weersafhankelijke regeling

- Regeling warmteopwekking:
  - buitenvoeler (of temperatuursturing via wifi) stuurt watertemperatuur op basis van ingestelde stooklijn
  - kamerthermostaat met thermische terugkoppeling past stooklijn aan tot ideale stooklijn
  - comfortwinst: nooit te warm of te koud
  - energiewinst: warmteopwekking werkt niet wanneer er geen warmtevraag is maar het buiten toch eerder koud is (b.v. zoninval)
- Regeling warmteopwekking bij opdeelbare installatie:
  - zoneregeling: meerdere kamerthermostaten sturen onafhankelijk van mekaar de ketel of warmtepomp mee aan (1 per zone), afhankelijk van de warmtevraag in die zone
  - voorwaarde: aangepast distributiesysteem noodzakelijk
- Regeling pompsturing
  - de weersafhankelijke regeling stuurt de modulerende pomp op basis van retourtemperatuur

fluvius.

138

## Optimale weersafhankelijke regeling



- Regeling warmtepomp in combinatie met zonnepanelen of dynamisch tarief en traag afgiftesysteem (vloerverwarming of buffervat)
  - **verhoog de ingestelde gewenste binnentemperatuur** tijdens periodes dat je overschot hebt aan zonne-energie of wanneer de prijs van elektriciteit laag is
    - met kloksturing
    - of geautomatiseerd met EMS (energiemanagementsysteem, zie onder automatisatie)
  - hoeveel je de temperatuur kan verhogen hangt vooral af van de massa van het vloerverwarmingssysteem of de inhoud van het buffervat

fluvius.

139

## Optimale weersafhankelijke regeling



- Plaats buitenvoeler
  - best noord of noordwest
  - zuid indien alle ruimten zuidelijk liggen (af te schermen van de zon)
  - noord-oost: geeft een te trage opwarming 's morgens
- Plaats kamerthermostaat
  - op 1,5 m hoogte
  - niet in de zon
  - niet in een tochtstroom
  - niet boven verwarming



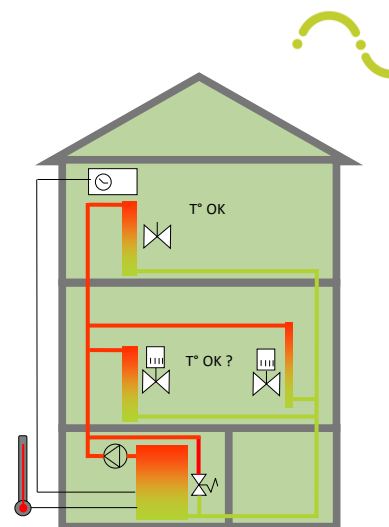
Foto: www.itho.nl

fluvius.

140

## Optimale regeling warmteafgifte: radiatoren, convectoren, vloerverwarming

- Regeling warmteafgifte waar kamerthermostaat staat
  - door kamerthermostaat
  - bij (verplaatsbare) kamerthermostaat thermostatische kranen van volledig open draaien in ruimte waar kamerthermostaat staat
- Regeling warmteafgifte behalve waar kamerthermostaat staat
  - door de watertoevoer te vermeerderen en te verminderen
    - bij radiatoren en convectoren door thermostatische kranen
    - bij vloerverwarming (wandverwarming) regeling per kring ter hoogte van de collector
  - bij ventilo-convectoren stuurt de regeling de snelheid van de ventilatoren
- naregelkranen per radiator of per kring bij vloerverwarming maken bijv. kloksturing, sturing op basis van aanwezigheidssensor of op afstand mogelijk



fluvius.

141

## Verwarmen (en koelen)

Energiebronnen  
 Warmte- en koelbehoefte  
 Centrale verwarming  
**Decentrale verwarming**  
 Sanitair warm water  
 Koeling  
 Regelgeving  
 Subsidies

fluvius.



142

## Warmtepompen voor decentrale verwarming: lucht-lucht

### Bij buitenlucht als warmtebron

- Bijna altijd (mono)split of multisplit één buitenunit (verdampers) met één of meerdere binnenunits (condensoren)
- Het koelmiddel circuleert tussen buitenunit en binnenunit(s)
- De binnenunits zijn de warmteafgifte-elementen
- Snelle opwarming
- Levensduur ± 15 jaar
- **Courante SCOP: 4 à 4,5**



Figuur: [www.mitsubishi-electric.be](http://www.mitsubishi-electric.be)

fluvius.

143

## Lucht-lucht



2 buitenunits

hoog aan de wand unit

geïsoleerde leidingen koelmiddel

vloerunit



Foto's: Dominic Van Clé

fluvius.

144

## Waar en wanneer kies je voor een lucht-luchtwarmtepomp?



- Ter **vervanging van (een deel van) je elektrische verwarming**
  - je verlaagt je elektriciteitsverbruik aanzienlijk.
  - je kan het aantal binnenunits (en bijgevolg ook de investeringskost) beperken door de elektrische verwarming in weinig verwarmde ruimtes te behouden.
  - je wint aan comfort bij het vervangen van accumulatiekachels. Let op, dit is niet altijd het geval bij het vervangen van elektrische vloerverwarming.
- In **zeer kleine woningen** of appartementen of een deel van een woning dat je niet kan aansluiten op de centrale verwarming. Hiermee beperk je het aantal binnenunits en bijgevolg ook de investeringskost. Hierbij gelden ook volgende aandachtspunten
  - beperk de **warmtevraag**, dan heb je weinig risico op comfortklachten door de luchtverplaatsing die het toestel veroorzaakt
  - verwarm je woning niet met een lucht-luchtwarmtepomp als je later mogelijk kan **aansluiten op een warmtenet**, je hebt immers geen centrale verwarming meer

fluvius.

145

## Investeringskost lucht-luchtwarmtepompen



Type warmtepomp	Richtprijs excl. BTW	Inclusief
Lucht-lucht	6.000 à 10.000 euro	Installatie Multisplit-systeem met 1 buitenunit en 4 binnenunits
Lucht-lucht	2.000 à 4.500 euro	Installatie Monosplit-systeem met 1 buitenunit en 1 binnenunit

fluvius.

146

## Houtkachels



- Elimineer (laten verschroten) zo snel mogelijk
  - open kachels (luchttoevoer uit de opstelruimte, dus ook open haarden)
  - alle metalen kachels geproduceerd voor 2000
  - niet efficiënte kachels geproduceerd tussen 2000 en 2012
- **Kies alleen voor een houtkachel wanneer je toegang hebt tot lokaal gekapt hout**
- Kies voor een beperkte uitstoot fijn stof en hoog rendement (70 à 80%)
  - een gesloten toestel (met toevoer buitenlucht)
  - automatisch geregelde en gelaagde verbrandingsluchtaanvoer of minimale luchtaanvoer
  - geremde rookgasafvoer
  - warmteaccumulatie (stenen verwerkt in kachel)
  - aangepast vermogen
- Isoleer het afvoerkanaal om de trek te verbeteren, ook binnenin de woning
- Investeringskost: 1000 à 3000 euro, excl. BTW, plaatsing 350 à >1500 euro (nieuwe schouw)

*fluvius.*

147

## Pelletkachels



- **Kies alleen voor een pelletkachel als bijv. een lucht-luchtwarmtepomp geen optie is**
- Gebruik alleen lokaal geproduceerde pellets
- Kies voor een beperkte uitstoot fijn stof en hoog rendement (tot 90%)
  - een gesloten toestel
  - dat thermostatisch geregeld is
  - met ruimtevoeler
  - met klokfunctie
- Isoleer het afvoerkanaal om de trek te verbeteren, ook binnenin de woning
- Investeringskost: 1000 à 3000 euro, excl. BTW, plaatsing 350 à >1500 euro (nieuwe schouw)



Figuur: RIKA

*fluvius.*

148

## Gaskachels



- Rendement tot > 90%
- Vrijstaande gaskachel
  - met schouwaansluiting
  - eventueel met zichtbare vlam
- Gevelkachel
  - met muurdoorvoer voor toevoer verbrandingslucht en afvoer rookgassen
  - geen zichtbare vlam
- Kies in beide gevallen voor
  - een gesloten toestel
  - een toestel met thermostaat
- Investeringskost: 2500 à 10.000 euro excl. BTW, plaatsing 1500 à 3500 euro



www.drufire.com

**Gaskachels zijn een mogelijke overgangsooplossing voor woningen zonder centrale verwarming, die omwille van vrij grote warmteverliezen niet geschikt zijn voor een lucht-luchtwarmtepomp**  
*fluvius.*

149

## Verwarmen (en koelen)

Energiebronnen  
Warmte- en koelbehoefte  
Centrale verwarming  
Decentrale verwarming  
**Sanitair warm water**  
Koeling  
Regelgeving  
Subsidies

*fluvius.*



150

## Water- en energiegebruik: Jaarlijks gebruik voor sanitair warm water voor een gemiddeld gezin



	Jaarlijks energieverbruik verwarming	Jaarlijks gebruik sanitair warm water gezin 3 personen (gemiddelde gebruikers)	
Gemiddelde woning	18.000 kWh	2000 kWh	55 m <sup>3</sup> water
Woning 120 m <sup>2</sup> met NEBv 30 kWh/m <sup>2</sup> per jaar (laag verbruik)	4000 kWh	2000 kWh	55 m <sup>3</sup> water
Woning 120 m <sup>2</sup> met NEBv 15 kWh/m <sup>2</sup> per jaar (zeer laag verbruik)	2000 kWh	2000 kWh	55 m <sup>3</sup> water

fluvius.

151

## Conclusies gebruik



- Het aandeel van sanitair warm water in het energiegebruik voor verwarming en sanitair warm water neemt toe naarmate de warmtevraag in de woning daalt
- **Bij nieuwbouw of na grondige renovatie wordt sanitair warm water verantwoordelijk voor een groot deel van het energiegebruik voor verwarming en sanitair warm water**

fluvius.

152

## Doorstroom of voorraad?



- Belangrijke factoren bij de keuze zijn **vermogen en tijd**
  - **hoe hoger het vermogen, hoe minder tijd nodig is om een bepaalde hoeveelheid energie te verbruiken of te leveren**
- Een **doorstroomtoestel** warmt water op wanneer je het gebruik = onmiddellijke productie
  - nodige vermogen is afhankelijk van het **gevraagde 'debiet'** (liter per minuut)
- Een **toestel op voorraad** warmt water op in en voorraadvat (boiler), waar je achteraf warm water kan aftappen
  - hoe **hoger het vermogen, hoe sneller het water opwarmt**

fluvius.

153

## Doorstroom versus voorraad



- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doorstroom           <ul style="list-style-type: none"> <li>- beperkt tapdebiet</li> <li>- zo gewenst de hele dag beschikbaar</li> <li>- hoog vermogen nodig</li> <li>- minder stilstandsverlies</li> <li>- verlies door veelvuldig aan- en uitgaan opwarming</li> <li>- hogere toestelwachtijd, dus water- en energieverlies bij opstart</li> <li>- variabele watertemperatuur</li> <li>- gevoelig voor kalkvorming</li> <li>- <b>alleen op gas voor huishoudelijk toepassingen</b></li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorraad           <ul style="list-style-type: none"> <li>- groot tapdebiet mogelijk, meerdere verbruikers gelijktijdig mogelijk</li> <li>- op is op</li> <li>- laag vermogen mogelijk</li> <li>- meer stilstandsverlies</li> <li>- minder verlies door aan- en uitgaan opwarming: kan langer aan één stuk opwarmen</li> <li>- zeer korte toestelwachtijd: direct warm water beschikbaar aan het toestel</li> </ul> </li> </ul> |
|--|--|

fluvius.

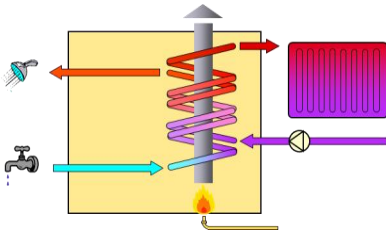
154

## Koppeling met woningverwarming in doorstroom of met voorraadvat



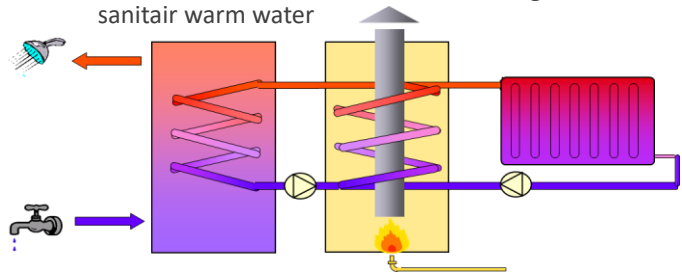
### Verwarmen doorstroom

- Indirect gestookt: tweede warmtewisselaar op het verwarmingscircuit in de ketel voor sanitair warmwater



### Verwarmen en voorraad

- 1 warmtewisselaar in de ketel of warmtepomp
- Verwarmt afwisselend water verwarming en sanitair warm water



fluvius.

155

## Koppeling met woningverwarming met voorraadvat in combitoestel of extern voorraadvat



### Combitoestel

- Voorraadvat in zelfde omhulsel als ketel/warmtepomp
- Inhoud voorzien voor standaard gebruik



Foto: Nibe

### Extern voorraadvat

- Voorraadvat in afzonderlijk toestel, maar gekoppeld aan ketel/warmtepomp
- Je kan een voorraadvat kiezen met inhoud afhankelijk van het gebruik



Foto: Viessmann

fluvius.

156

## Sanitair warm water met koppeling op ketel/warmtepomp of afzonderlijk toestel?

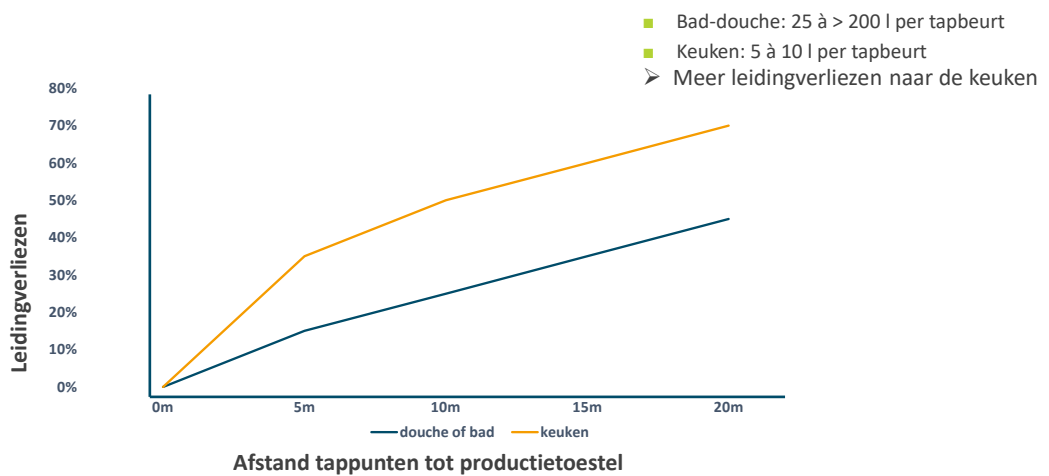


- Wanneer afzonderlijk toestel?
  - wanneer toestel voor woningverwarming geen sanitair warm water kan aanmaken, bijv.
    - lucht-luchtwarmtepomp
    - kachels
  - wanneer de afstand tussen het toestel voor de woningverwarming en de tappunten voor sanitair warm water groot is, wat leidt tot
    - waterverlies
    - energieverlies
    - comfortverlies

fluvius.

157

## Leidingverliezen



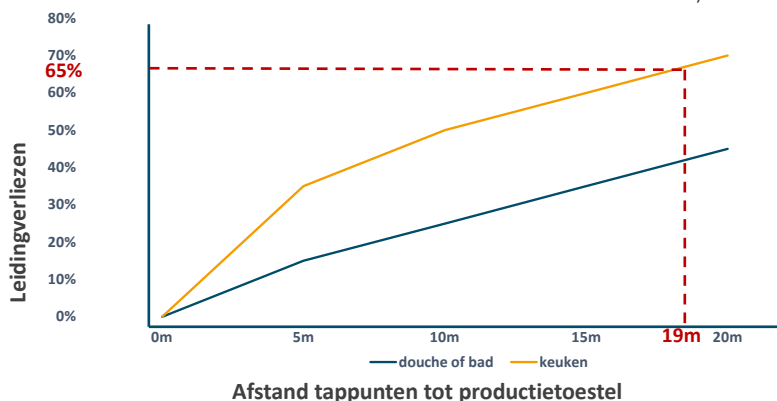
fluvius.

158

## Leidingverliezen



Bij een leidinglengte van 19 m is een aparte lokale **elektrische boiler** in de keuken (met timer!) efficiënter dan een warmtepompboiler



fluvius.

159

## Energiebron elektriciteit



- Op voorraad voor huishoudelijke toepassingen, doorstroom niet geschikt omwille van het nodige hoge vermogen
- Vraagt uitsluitend een elektrische en wateraansluiting
- Toepassing
  - als keukenboiler bij grote afstand ketel/warmtepomp of afzonderlijke boiler/geiser tot tappunt keuken
  - als boiler (voor alle sanitair warm water) waar koppeling aan het toestel voor woningverwarming niet mogelijk is en waar een afzonderlijke warmtepompboiler of gasgeiser technisch gezien niet haalbaar zijn omwille van bijv. de nodige aansluitingen (bijv. in sommige appartementen)
- Richtprijs
  - Voor 10 à 15l: 200 à 500 euro, excl. plaatsing, excl. BTW
  - Voor 200l: 1000 à 2000 euro, incl plaatsing, excl. BTW

fluvius.

160

## Warmtepomp voor sanitair warm water



- Een warmtepomp levert bij het opwarmen van sanitair warm water 2,5 tot 3 keer zo veel warmte als haar elektrische verbruik, of een gemiddelde energie-efficiëntie voor warmwaterbereiding  $\eta_{wh}$  van 110% (toestelrendement/2,5)
- Altijd op voorraad, doorstroom is niet mogelijk
- Een warmtepomp werkt pas efficiënt op zo laag mogelijke temperatuur
  - je slaat water op bij lagere temperatuur, dus een groter voorraadvat nodig dan bij ketels
  - de warmtewisselaar in het voorraadvat moet groot zijn om bij lagere watertemperatuur zo veel mogelijk warmte af te geven
  - afhankelijk van het gebruikte koelmiddel zit er een elektrische weerstand in om het water regelmatig op hogere temperatuur te brengen (zie verder onder legionella)
- Voor lucht-water- en bodem-waterwarmtepomp zijn zowel combitoestellen als toestellen met extern voorraadvat beschikbaar (kies een voorraadvat dat geschikt is voor warmtepomp!)

fluvius.

161

## Warmtepompboiler

- = lucht-waterwarmtepomp
  - split-toestel onttrekt warmte aan buitenlucht
  - monoblock toestel onttrekt warmte aan de opstelruimte of via kanaal aan andere ruimte of aan buitenlucht
- Energie-efficiëntie voor warmwaterbereiding
  - $\eta_{wh}$  courant 100 à 120%
  - bepaald bij brontemperatuur buitenlucht/kelderlucht
- Richtprijs: 3000 à 4000 euro, geplaatst excl. BTW



Foto: atlantic.be

fluvius.

162

## Toestellen op gas



**Geen lange termijnoplossing, zie uitfasering fossiele brandstoffen**

➤ **Toepassing: waar nog gasaansluiting is voor woningverwarming**

- Gemiddelde energie-efficiëntie voor warmwaterbereiding  $\eta_{Wh}$  85%
- Zowel doorstroomtoestellen als toestellen op voorraad
  - voorraadvaten meestal extern gekoppeld aan ketel, nog zeer weinig afzonderlijke boilers op de markt voor individuele woningen
- Richtprijs gasgeiser (doorstromer)
  - met schoorsteenafvoer: 300 à 900 euro, geplaatst, excl. BTW
  - met gevelafvoer: 500 à 1600 euro, geplaatst, excl. BTW

*fluvius.*

163

## Toestellen op gas



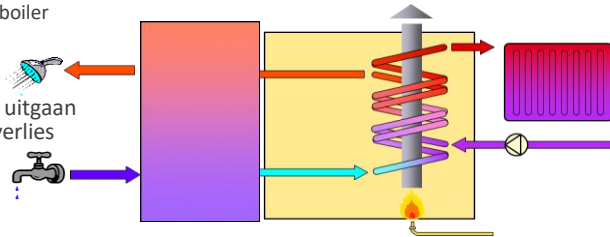
- Doorstomer op de ketel
  - langere toestelwachtijd dan bij afzonderlijke doorstomer
    - is bij combitoestel indirect gestookt: eerst opwarmen water verwarming, dan via warmtewisselaar opwarmen sanitair warm water
    - is bij afzonderlijke doorstomer direct gestookt: rookgassen geven warmte direct af aan sanitair warm water
  - toepassing
    - waar kostprijs belangrijk is: bijv. bij tijdelijke oplossing
    - waar comfort minder belangrijk is
    - bij sporadisch gebruik: bijv. in weekendhuisje

*fluvius.*

164

## Toestellen op gas

- Gasketel met laadboiler (boiler met externe warmtewisselaar)
  - = een al dan niet in de gasketel ingebouwde boiler, gekoppeld aan de warmtewisselaar van een doorstromer (geen warmtewisselaar in het voorraadvat)
    - de ketel heeft dus een tweede warmtewisselaar
  - meestal toegepast in combinatie met verwarming met gasketel, waarom?
    - lager vermogen nodig dan doorstromer zonder laadboiler
    - kleiner voorraadvat nodig dan ketel met voorraadboiler
    - zelfde comfort als voorraadboiler
  - let op, nog wel gevoelig voor kalk!
  - minder energieverlies door veelvuldig aan- en uitgaan van de ketel dan bij doorstromer, maar meer verlies door het op voorraad houden van water



fluvius.

165

## Toestellen op stookolie, hout of houtpellets

**Stookolie is geen lange termijnoplossing, zie uitfasering fossiele brandstoffen**

**Hout en houtpellets zijn beperkt beschikbaar en veroorzaken uitstoot, vooral van fijn stof, dus niet algemeen aanbevolen**

- Altijd op voorraad, doorstroom is zelden beschikbaar
- Toestellen in combinatie met woningverwarming, afzonderlijke toestellen voor individuele woningen niet beschikbaar
- Combitoestellen of toestellen met externe boiler

fluvius.

166

## Legionella



- De legionellabacterie
  - vermeerdt zich vooral in water met temperatuur tussen 25 en 45 °C
  - sterft af boven 55°C
- Besmetting door inademen van kleine druppeltjes (nevel) in de lucht (bijv. in douche)
- Hoe risico op legionella beperken?
  - hou koudwaterleidingen koud
    - hou afstand tot warmwaterleidingen, verwarmingsleidingen, ...
  - laat warmwaterleidingen snel afkoelen
    - isoleer warmwaterleidingen niet
  - hou je voorraadvat op voldoende hoge temperatuur (60°C) of warm het voorraadvat regelmatig (bijv. één keer per week) op tot boven 65°C
  - bij voor het publiek toegankelijke gebouwen geldt regelgeving!

fluvius.

167

## Inhoud voorraadvat



- Afhankelijk van
  - vermogen
  - verbruik (hoeveel en wanneer)
  - temperatuur van het water in het voorraadvat
- Meestal loont het je voorraadvat te dimensioneren op een verbruik van één dag
  - inhoud bij watertemperatuur 60°C = totaal warmwatergebruik x 3/5
  - inhoud bij watertemperatuur 50°C = totaal warmwatergebruik x 3/4
  - om warmteverliezen door aan- en uitgaan te beperken
  - bij warmtepompen en elektrische boilers
    - om pieken in het verbruik te vermijden (zie capaciteitstarief vanaf 2023)
    - om zelfconsumptie bij zonnepanelen te verhogen
    - om tijdens periodes met lagere tarieven te kunnen opladen

fluvius.

168

## Dimensionering



- Combiwarmtepomp – warmtepompboiler
  - meestal laag afgegeven vermogen (bijv. 1 à 2 kW)
  - watertemperatuur 45 à 55 °C (meestal één maal per week verhoogd naar 60 à 70°C)
  - inhoud
    - wandmodellen vanaf 100 l
    - staande boilers voor dimensionering op dagverbruik (ong. 200 tot 300 l)
    - let op met kleine boilers, dikwijls direct elektrische bijverwarming
- Elektrische boiler
  - meestal laag vermogen (bijv. 1 à 2 kW)
  - watertemperatuur 60°C
  - inhoud
    - keukenboiler (ong. 5 à 15 l)
    - wandmodellen (ong. 30 tot 150 l)
    - staande boilers voor dimensionering op dagverbruik (ong. 150 tot 400 l)

fluvius.

169

## Dimensionering



- Boiler op brandstoffen
  - vermogen afhankelijk van vermogen ketel
  - watertemperatuur 60°
  - inhoud
    - ruim gamma, vanaf 70 l
    - laadboiler op gas: intern bijv. 50 l, extern bijv. 150 l
- Doorstromer op gas
  - vermogen min. 25 kW nodig bij één badkamer (één douche of bad)

fluvius.

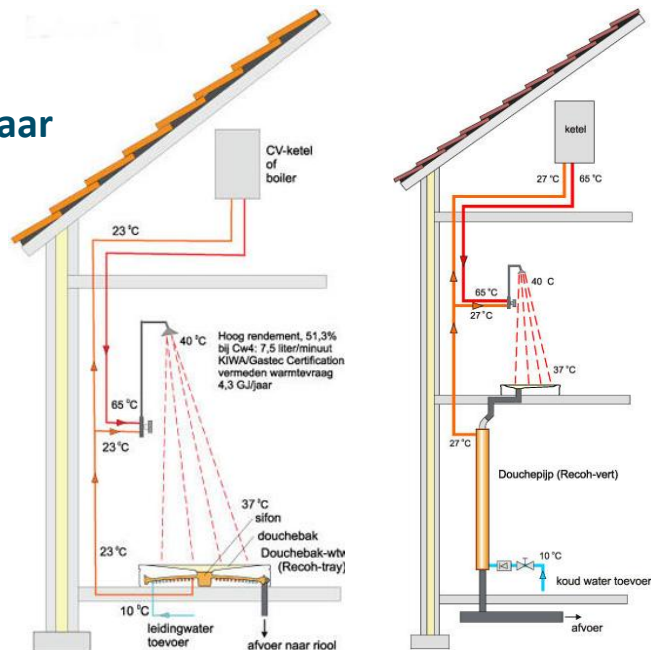
170

## Voorverwamen met douchewarmtewisselaar

- Warmtewisselaar
  - op douchepijp
  - op douchebak
  - op douchegoot
- Aansluiting op
  - toevoer koud water in thermostatische mengkraan
  - en boiler of modulerende ketel of doorstroomer
- Rendement
  - goedgekeurde rendementen van 28 tot 72% (KIWA-Certificaat)
  - in de praktijk sterk afhankelijk van duur en debiet douchebeurten: tot 40 à 45%

fluvius.

Figuren: [www.duurzaamthuis.nl](http://www.duurzaamthuis.nl)



171

## Voorverwamen met douchewarmtewisselaar (WTW)

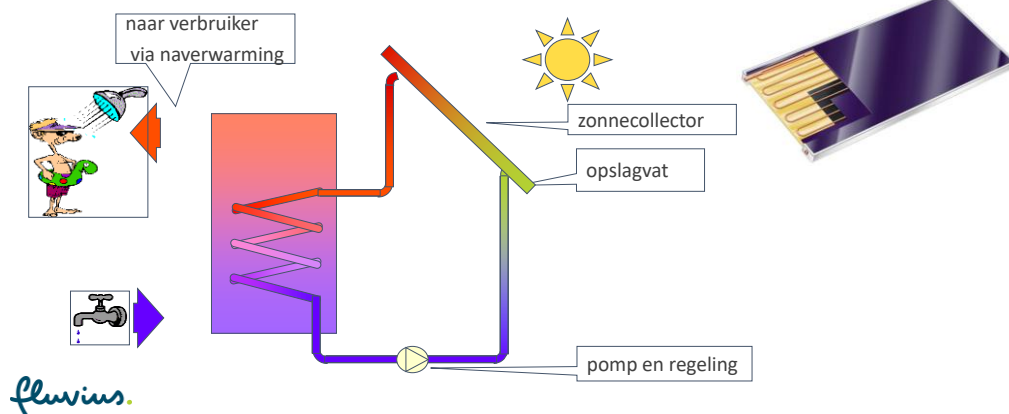
- Aandachtspunten
  - toestel
    - groot verschil in prijzen en rendementen
    - kies toestel met goedgekeurde rendementen (KIWA)
    - kies een goedgekeurd toestel op [www.belgaqua.be](http://www.belgaqua.be)
  - plaatsing
    - zo dicht mogelijk bij douche
    - vrije ruimte rond WTW
    - aansluiting op zowel koudwatertoevoer als op warmwatertoevoer (boiler) voor een goed rendement
  - gebruik
    - gebruik geen schuurmiddelen
    - regelmatig reinigen met soepele borstel
- Richtprijzen: vanaf 500 euro, excl. plaatsing en BTW

fluvius.

172

## Voorverwarmen met zonneboiler

- Aandeel in energieverbruik voor sanitair warm water 50 tot max. 65%
- Richtprijs 7000 à 8000 euro, incl. plaatsing, excl. BTW



173

## Voorverwarmen met zonneboiler: zinvol?

- **Niet aanvullend bij warmtepomp in combinatie met zonnepanelen: de warmtepomp als naverwarming kan pas werken wanneer de zon geen energie meer levert, dus geen zelfconsumptie van eigen zonnestroom**
- **Niet aanvullend bij lucht-waterwarmtepomp: beiden laag rendement in de winter en hoog rendement in de zomer**
- Wel aanvullend bij ketels, maar ketels zijn geen lange termijnoplossing, zie uitfasering fossiele brandstoffen, beperkte beschikbaarheid pellets
- Vrij duur, ook onderhoudskost (bijv. vervangen circulatiepomp en nakijken en vervangen antivries in circuit) in verhouding tot de opbrengst

fluvius.

174

## Energieverlies beperken: stilstandverliezen



- Plaats het voorraadvat of doorstomer en de leidingen binnen het beschermd volume van de woning
- Kies je boiler niet te groot (ook niet te klein)
- Stel de temperatuur correct in (niet te hoog)
- Stel de periode dat het toestel opwarmt correct in
- Plaats een timer op elektrische keukenboilers

fluvius.

175

## Energie- en waterverlies beperken



- Plaats een expansievat op de boiler
  - bij het opwarmen zet water uit, het expansievat vangt dit op
  - zonder expansievat loopt de boiler over naar de riolering, dit betekent water- en energieverlies
- Beperk de leidinglengte en leidingdiameter
  - leidinglengte  $\neq$  afstand tussen doorstomer/boiler en tappunt
  - leidingdiameter aftakking douche en keuken standaard 15 mm

fluvius.

176

## Energie- en waterverlies beperken: spaardouchekop

- Regendouche > 30 l/min.
- Gewone douchekop: 10 à 18 l/min.
- Spaardouchekop: 5 à 7 l/min.
  - lager verbruik (energie en water) bij zelfde douchetijd
  - lager vermogen voor warmteopwekking
  - kleiner voorraadvat

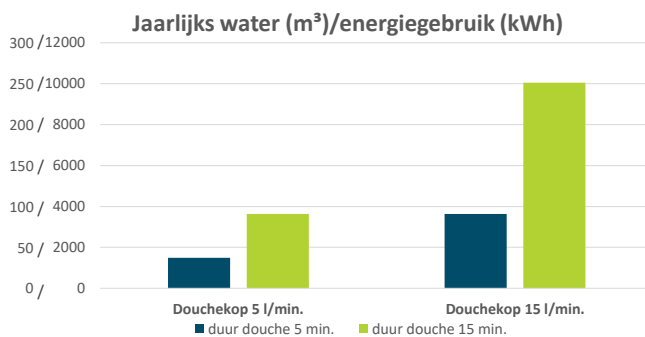


fluvius.

177

## Water- en energieverlies beperken: gedrag/spaardouchekop

- 3 personen
  - 2 gelijktijdige douches + 1 douche erna + wastafel & gootsteen (1min) per dag



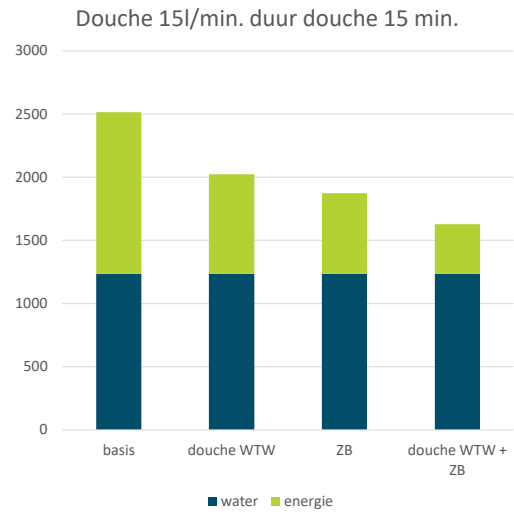
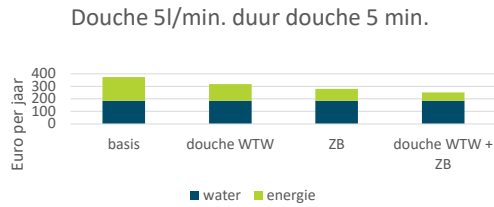
Figuur: bron project: ACTIEVE GEBOUWEN: "woningen als energieleverend systeem" Ir. ing David Wintershoven

fluvius.

178

## Energie- en waterkost per jaar voor sanitair warm water

3 personen  
2 gelijktijdige douches + 1 douche erna + wastafel & gootsteen (1min) per dag



Basis = geen terugwinning of hernieuwbare energie/douche WTW = douchewarmtewisselaar/ ZB = zonneboiler

- Energieprijs voor warmtepompboiler met  $\eta_{wh}$  110%, douchewarmtewisselaar met rendement 40%, zonneboiler met dekkingsgraad 50%
- Houdt geen rekening met mogelijke verliezen door gelijktijdigheid efficiëntie zonneboiler en warmtepompboiler in de zomer
- Water aan 5 euro/m<sup>3</sup>, elektriciteit aan 0,35 euro per kWh

*fluvius.*

179

## Verwarmen (en koelen)

Energiebronnen  
Warmte- en koelbehoefte  
Centrale verwarming  
Decentrale verwarming  
Sanitair warm water  
**Koeling**  
Regelgeving  
Combinatiemogelijkheden  
Subsidies

*fluvius.*



180

## Behoeftte aan koeling?



### Beperk of vermijd behoefte aan koeling door

1. Maatregelen op vlak van gebouwschil
  - beperken zonnetoetreding via ramen (oppervlakte beperken, isolerend glas, buitenzonwering)
  - afvoeren binnengekomen warmte door intensieve nachtventilatie
  - thermische isolatie, luchtdichtheid
2. Een efficiënt ventilatiesysteem
  - zomerbypass op ventilatiesysteem D, zie hoofdstuk ventilatie
3. Interne warmtewinsten beperken
  - energiezuinige elektrische apparaten, pompen ventilatoren
  - isoleren leidingen verwarming, boilers en buffervaten
  - energiezuinige verlichting

fluvius.

181

## Koelen met bodem-water-, water-water- en lucht-waterwarmtepompen



### Koude-opwekking

- Omkeren werking lucht-waterwarmtepomp
  - warmtebron wordt warmteafgifte en warmteafgifte wordt warmtebron
  - = actieve koeling: met energieverbruik warmtepomp
- Bypass op bodem-water- of water-waterwarmtepomp
  - warmteuitwisseling via warmtewisselaar tussen warmtebron en warmteafgifte, los van de warmtepomp
  - = passieve koeling of free-cooling, alleen energieverbruik pompen (positief geëvalueerd in EPB-regelgeving)
  - watertemperatuur  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ , afhankelijk van warmteonttrekking in de winter

fluvius.

182

## Koelen met bodem-water-, water-water- en lucht-waterwarmtepompen



### Koude-afgifte

- Topkoeling: min. watertemperatuur 17 à 18°C (**beperkte mogelijkheid tot koelen**) kan zowel actief als passief
  - vloerverwarming: hoe meer massa, hoe langer het duurt voor de temperatuur daalt
  - plafondverwarming
    - omwille van hogere temperatuur aan het plafond meer mogelijkheid tot koelen dan via vloer
  - via ventilo-convectoren of fancoils (niet alle ventilo-convectoren kunnen verwarmen en koelen)
    - voldoende vermogen installeren om voldoende te kunnen koelen (bij lage warmtevraag meer vermogen dan nodig is voor verwarming)

fluvius.

183

## Koelen met bodem-water-, water-water- en lucht-waterwarmtepompen



### Koude-afgifte

- Hoge temperatuurkoeling: watertemperatuur tussen 6 en 18°C kan alleen actief
  - niet met vloerverwarming, plafondverwarming: risico op condensatie op het oppervlak
  - wel met ventilo-convectoren of fancoils
    - condenswaterafvoer per toestel nodig
    - isolatie leidingen en collectoren om condensatie hierop te vermijden

fluvius.

184

## Koelen met lucht-luchtwarmtepomp

### Koude-opwekking en koude-afgifte

- Warmtebron wordt warmteafgifte en warmteafgifte wordt warmtebron  
= actieve koeling: met energieverbruik warmtepomp

### Opportunities en aandachtspunten

- Kan snel en veel koelen: let op voor overconsumptie!
- Kan de binnenlucht ontvochtigen: condenswaterafvoer per toestel
- Isolatie leidingen en collectoren om condensatie hierop te vermijden
- Vermijd mobiele airco
  - open raam, nodig om slang naar buiten te brengen, laat warmte binnen
  - hoge geluidsproductie
  - energie-efficiëntie?

fluvius.

185



Foto's: daikin.be, 2dehands.be

## Verwarmen (en koelen)

- Energiebronnen
- Warmte- en koelbehoefte
- Centrale verwarming
- Decentrale verwarming
- Sanitair warm water
- Koeling
- Regelgeving
- Subsidies

fluvius.

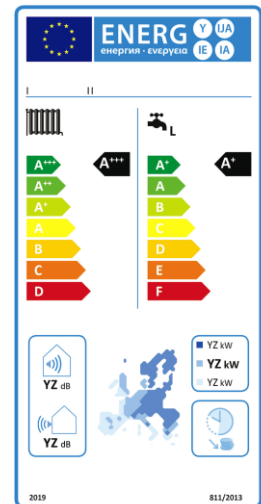


186

## Europees energielabel

- Kies voor lucht-water en bodem-waterwarmtepompen energieklassen A+++ bij 35°C ( $\eta_s > 175\%$ )
- Kies voor combiwarmtepompen en warmtepompboilers energieklassen A+ voor sanitair warm water
- Kies voor gasketels energieklassen A
- Kies voor combiketels en doorstromers energieklassen A voor sanitair warm water
- Kies voor lucht-luchtwarmtepompen min. energieklassen A+, A+++ is het topgamma
- Kies voor elektrische boilers energieklassen B of C
- Kies voor externe boilers min. energieklassen B (A zelden te vinden)

*fluvius.*



187

## Koelmiddelen

GWP = hoeveel keer groter het broeikas effect is als een stof vrijkomt in vergelijking met dezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub>

- Voorbeelden van koelmiddelen voor warmtepompen
  - F-gassen (gefluoreerde broeikasgassen)
    - R-410A: GWP 2088
    - R-134a: GWP 1430
    - R-32: GWP 675
  - Natuurlijke koelmiddelen
    - Propaan (R-290) : GWP 0,02 maar ontvlambaar dus toepassing vooral bij monoblock toestellen
    - CO<sub>2</sub> (R-744): GWP 1 (nog) geen toepassing in de woningbouw

**Totaal broeikas effect over levensduur van lekkende warmtepomp met R-410A is nog altijd veel lager dan die van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van een gasketel**

*fluvius.*

188

## Koelmiddelen



- Uitfasering koelmiddelen met hoge GWP (Europese regelgeving) bijv. voor warmtepompen  $\leq 12$  kW:
  - 2027 verbod monoblock en lucht-water split met F-gassen met  $GWP \geq 150$
  - 2029 verbod lucht-lucht split met F-gassen met  $GWP \geq 150$
  - 2032 verbod monoblock met F-gassen
  - 2035 verbod split met F-gassen

fluvius.

189

## Koelmiddelen



### Propan

- Is efficiënt
  - SCOP bij lucht-water tot  $> 5$
  - Kan een vertrektemperatuur tot  $> 70^{\circ}\text{C}$  leveren (aan lage COP)
    - Geen elektrische bijverwarming nodig voor sanitair warm water
- Is brandbaar en zwaarder dan lucht, hoe veiligheid garanderen?
  - Toestel
    - Kleine koelmiddelinhoud
    - Uitsluitend monoblock toestellen (en lucht-lucht split, geen multisplit, met kleine koelmiddelinhoud)
    - Extra maatregelen om lekkage te voorkomen
  - Plaatsing
    - Bij lucht-water dikwijls buitenopstelling
      - Veiligheidsafstand tot ramen, deuren en ontstekingsbronnen
      - Niet boven kelderramen en luchtschachten

fluvius.

190

## Vlaamse regelgeving EPB



- Ingrijpende Energetische Renovatie
  - installatierendement (primair,  $\approx \eta_s$ ) van centrale verwarmingssystemen met water als afgiftemedium minimaal 130%, dus **warmtepomp of hybridewarmtepomp** (uitz. warmtenetten/lucht-lucht)
  - min. aandeel hernieuwbare energie\* 20 kWh/m<sup>2</sup>.jaar

### \*Hernieuwbare energie

- zonnepanelen (PV)
- zonneboiler
- warmtepomp en warmtepompboiler
- ketel, kachel of WKK op biobrandstof
- stadsverwarming (via een warmtenet)

fluvius.

191

## Vlaamse regelgeving EPB



Minimale eisen aan nieuw geplaatste of vernieuwde installaties **bij renovaties en functiewijzigingen** waarvoor een stedenbouwkundige vergunning of melding vereist is

- ketels (gasvormige en vloeibare brandstof): minimaal systeemrendement van 0,84
- warmtepompen:
  - minimaal systeemrendement afhankelijk van type warmtepomp
- direct elektrische verwarming: maximaal toegelaten afgiftevermogen
- elektrische boilers en doorstromers: max. elektrisch vermogen
- circulatieleidingen en combilus: verplicht geïsoleerd
- koeling: minimaal installatierendement

Een gedetailleerde ingave van systemen van verwarming en sanitair warm water bij de EPB-verslaggeving heeft een positieve invloed op het E-peil **bij IER**

fluvius.

192

## Vlaamse regelgeving warmtepompen



- Vergunningsplicht voor ingedeelde inrichtingen
  - Klasse 3 als vermogen compressor > 5 kW
  - bij verticale diepteboring, klasse 2 bij boring lager dan het dieptecriterium (zie kaart op [www.dov.vlaanderen.be](http://www.dov.vlaanderen.be))
  - bij grondwater als warmtebron, klasse afhankelijk van opgepompt volume
- Vrijstelling van vergunning voor stedenbouwkundige handelingen binnen een straal van 30 m van een woning of vergund bijgebouw
  - voor buitenunits van warmtepompen
    - aan of op de woning (minder dan 3 m boven nok dak) of ander gebouw
    - in de tuin of op zij- en achtergevel: op min. 2 m van perceelsgrens of tot tegen een bestaande scheidingsmuur
    - voor het buizenstelsel langs de gevel
  - voor een ondergronds buizensysteem
  - voor delen van de installatie binnen het gebouw

fluvius.

193

## Vlaamse regelgeving warmtepompen



- Periodieke lekdichtheidscontrole
  - afhankelijk van hoeveelheid en soort koelmiddel en type warmtepomp
  - zelden van toepassing op warmtepompen in ééngezinswoningen
- Vlaamse erkenning als 'koeltechnicus/technicus koelinstallaties' nodig bij werkzaamheden aan splitwarmtepompen met gefluoreerde broeikasgassen of ozonlaagafbrekende stoffen als koelmiddel
- Volledig overzicht van de regelgeving op Omgevingsaspecten bij warmtepompen en airco-installaties van de Vlaamse overheid

fluvius.

194

## Vlaamse regelgeving ketels



- Nieuw of gewijzigd stooktoestel: keuring voor eerste ingebruikname: verplicht voor de eigenaar
- Stooktoestel in gebruik: periodiek onderhoud: verplicht voor de gebruiker

Energiebron CV	Vermogen van de ketel	Verplicht onderhoud	Uitvoerder nazicht
Hout, pellets, steenkool	alle	jaarlijks	geschoold vakman
Stookolie	≥ 20 kW	jaarlijks	erkend technicus vloeibare brandstoffen
Aardgas, propaan, butaan	≥ 20 kW	tweejaarlijks	erkend technicus gasvormige brandstof

- Meer info op [www.vlaanderen.be](http://www.vlaanderen.be)

fluvius.

195

## Vlaamse regelgeving gas



- aansluiting op aardgasnetwerk na
  - door de installateur ingevuld Conformiteitsattest
  - positief controleverslag afgeleverd door een erkend controleorganisme indien geen Cerga-installateur (zie [www.elgacert.be](http://www.elgacert.be))

fluvius.

196

## Vlaamse regelgeving stookolie



- Vanaf 2022 niet meer toegestaan nieuwe stookolieketel te plaatsen, ook vervanging verboden als aardgasnet aanwezig is
- Opslag stookolietank < 5000 kg
  - controle bij plaatsing
    - na plaatsing maar voor ingebruikname door een erkende technicus
  - periodieke controle
    - ondergronds: verplichte controle om de 5 jaar
    - bovengronds: geen verplichte periodieke controle
- Buiten gebruik stellen stookolietank
  - ledigen
  - rechtstreeks in de grond ingegraven tanks verwijderen
  - bij onmogelijkheid te verwijderen: vullen met zand, schuim of enig ander inert materiaal
  - meer info op [www.vlaanderen.be](http://www.vlaanderen.be)

fluvius.

197

## Verwarmen (en koelen)

Energiebronnen  
Warmte- en koelbehoefte  
Centrale verwarming  
Decentrale verwarming  
Sanitair warm water  
Koeling  
Regelgeving  
**Subsidies**

fluvius.



198

## Premies verwarmen



- Mijn VerbouwPremie
  - geothermische warmtepomp, lucht-waterwarmtepomp, hybride lucht-waterwarmtepomp, lucht-luchtwarmtepomp, warmtepompboiler
- Premies Fluvius
  - retroactieve premie bij plaatsing digitale meter, voor eigenaars warmtepomp, geplaatst tussen 1/01/2006 en 28/02/2021, in combinatie met zonnepanelen
- 6% BTW bij nieuwbouw vanaf 2026
- Nood aan een lening om de werken te financieren? Raadpleeg dan de '[Kredietzoeker](#)'

Neem contact met je wooninfopunt/energie-infopunt voor info en voorwaarden

Volledige lijst en voorwaarden: zie [vlaanderen.be](http://vlaanderen.be), [fluvius.be](http://fluvius.be), [mijnverbouwpremie.be](http://mijnverbouwpremie.be) en [premiezoeker.be](http://premiezoeker.be)

*fluvius.*

199

## Ventilatie

### Waarom ventileren

Wat is ventileren

Wetgeving

De verschillende systemen

Systeem C

Systeem D

Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt

Welk systeem kies ik

Andere ruimtes en toepassingen

*fluvius.*



200

## Waarom ventileren

- Streefdoel gezonde binnenomgeving:
  - visueel comfort
  - thermisch comfort
  - **gezonde binnenlucht**
  - akoestisch comfort
- Gezonde binnenlucht door
  1. vervuiling beperken
  2. luchtdicht verbouwen (correct isoleren)
  3. gecontroleerd ventileren



fluvius.

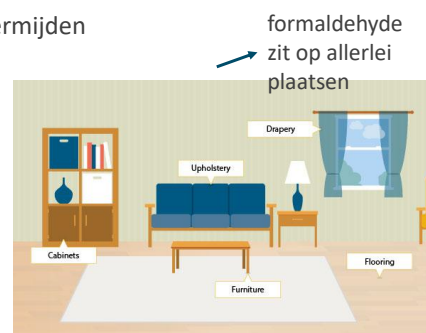
201

## Binnenlucht en gezondheid



Bronnen van vervuiling beperken:

- Zie [vlaanderen.be/nl/bouw-gezond](http://vlaanderen.be/nl/bouw-gezond)
- VOS (zoals formaldehyde) en andere schadelijke stoffen vermijden afwerkingsmaterialen, bv. verf
  - decoratie
  - meubels
- Een goede dampkap (zie verder)
- Gezonde schoonmaakproducten gebruiken
- Luchtverfrissers vermijden
- Niet roken of vaperen in huis



Figuur: atsd.cdc.gov

fluvius.

202

## Ventilatie

Waarom ventileren

**Wat is ventileren**

Wetgeving

De verschillende systemen

Systeem C

Systeem D

Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt

Welk systeem kies ik

Andere ruimtes en toepassingen

*fluvius.*



203

## Gecontroleerd ventileren

- Wat?
  - aanvoer van verse lucht
  - afvoer van vervuilde en vochtige lucht
- Hoe? Door middel van een energiezuinig ventilatiesysteem
  - permanent (24u/24u)
  - richting bepaald
  - regelbaar (debieten): niet meer ventileren dan nodig (ventileren kost energie!)

**= BASISVENTILATIE**

≠ intensieve ventilatie: grotere debieten door opengaande ramen en deuren, bijv. voor koeling/bij sterke vervuiling

≠ verluchten: kortstondig de ramen openen met TIJDELIJK effect (meestal te laat)

**Wat zijn 'debieten' ?**  
hoeveelheid verplaatste lucht  
per uur, eenheid m<sup>3</sup>/h

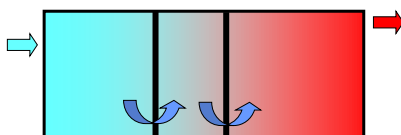
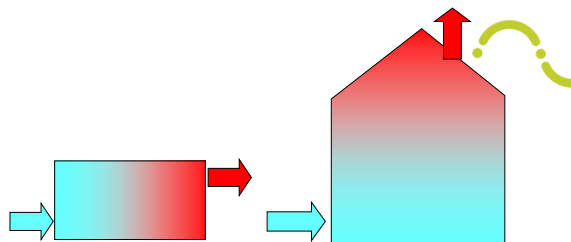


*fluvius.*

204

## Basisprincipes

- Evenveel toevoer verse lucht als afvoer vervuilde lucht
  - anders overdruk of onderdruk
  - zoekt zelf evenwicht door luchtverplaatsing via kieren
- Verspreiding van vervuiling vermijden
  - verse lucht komt binnen in droge ruimten (woonkamer, slaapkamer...)
  - verlaat gebouw uit vochtige ruimten (toilet, keuken, badkamer)
- Lucht moet vrij kunnen stromen via doorstroomopeningen



fluvius.

205

## Ventilatie

Waarom ventileren

Wat is ventileren

**Wetgeving**

De verschillende systemen

Systeem C

Systeem D

Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt

Welk systeem kies ik

Andere ruimtes en toepassingen

fluvius.



206

## EPB-eisen

Bij omgevingsvergunning of melding ([vlaanderen.be/epb-pedia/epb-plichtig-toepassing-en-eisen/epb-wegwijzer](http://vlaanderen.be/epb-pedia/epb-plichtig-toepassing-en-eisen/epb-wegwijzer))

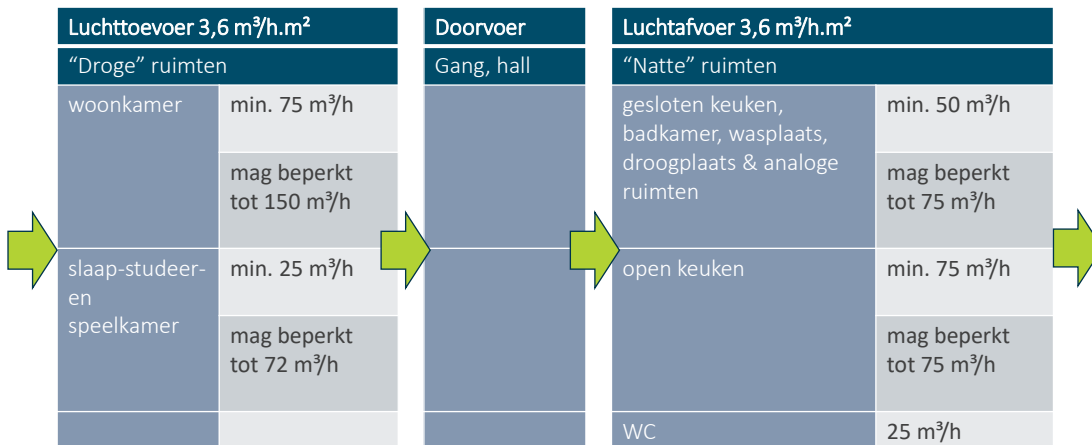
- Bij EPB-plichtige werken
  - nieuwbouw, herbouw of ‘ingrijpende energetische renovatie’ (IER):  
**volledig ventilatiesysteem**
  - uitbreiding van een bestaande woning:  
**toe- en/of afvoer en doorvoer in het nieuw gebouwde deel**
- verbouwing van een bestaande woning:  
**minimale toevoeropeningen in ruimtes waar ramen worden vervangen en toevoer van buitenlucht vereist is**

Bij nieuwbouw of ‘ingrijpende energetische renovatie’ geldt een kwaliteitskader: voorontwerp + ontwerp-specificaties + prestatieverslag, zie op [vlaanderen.be/kwaliteitskader-ventilatie](http://vlaanderen.be/kwaliteitskader-ventilatie)

Ook bij niet-EPB-plichtige werken is ventilatie noodzakelijk!



## EPB-eisen



## EPB-eisen

	DOORVOER	Minimaal debiet	Minimale spleet onder deur
Als AFVOER uit droge ruimtes	uit woonkamer	25 m <sup>3</sup> /h	70 cm <sup>2</sup>
	uit slaapkamer		
	uit studeerkamer		
	uit speelkamer		
Als TOEVOER naar natte ruimtes	naar keuken	50 m <sup>3</sup> /h	140 cm <sup>2</sup>
	naar was- en droogplaats	25 m <sup>3</sup> /h	70 cm <sup>2</sup>
	naar badkamer		
	naar WC		

fluvius.

209

## Berekenen ontwerpdebiet basisventilatie: voorbeeld

Balancing afhankelijk van systeem

- Theoretische benadering (bij een luchtdicht gebouw):

**Ontwerpdebiet** ≥ min. geëiste debiet die installatie moet kunnen leveren (mag teruggeregeld worden)

type	afmetingen		minopp	opp	geëiste debiet	geëiste debiet	AANVOER		AFVOER		DOORVOER	
	lengte	breedte					theoretisch	theoretisch	theoretisch	theoretisch		
	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
TOTAAL							292	200				
woonkamer	8,4	4,0		33,5	3,6	121	121			25	70	
open keuken	4,7	3,8		17,9	3,6	75		75		50	140	
berging	4,7	2,0		9,4	3,6	0						
hall	3,7	2,8	1,4	9,0	3,6	0						
WC	1,5	0,9		1,4	3,6	25		25		25	70	
studeerkamer	3,7	3,0		11,1	3,6	40	40			25	70	
slaapkamer	2,7	4,0		10,8	3,6	39	39			25	70	
slaapkamer	2,7	4,0		10,8	3,6	39	39			25	70	
slaapkamer	3,7	4,0		14,8	3,6	53	53			25	70	
badkamer	2,7	2,0		5,4	3,6	50		50		25	70	
badkamer	3,7	2,0		7,5	3,6	50		50		25	70	
berging	1,8	2,7		4,9	3,6	0						
overloop	4,7	1,6		7,6	3,6	0						

Bron: DIALOOG vzw volgens NBN D 50-001

fluvius.

210

## Ventilatie

Waarom ventileren

Wat is ventileren

Wetgeving

**De verschillende systemen**

System C

System D

Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt

Welk systeem kies ik

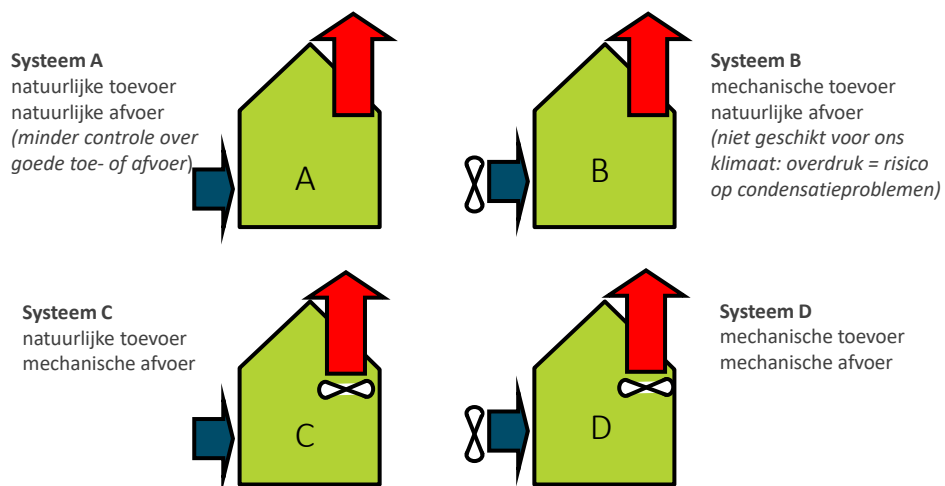
Andere ruimtes en toepassingen

fluvius.



211

## Basisventilatie: 4 systemen

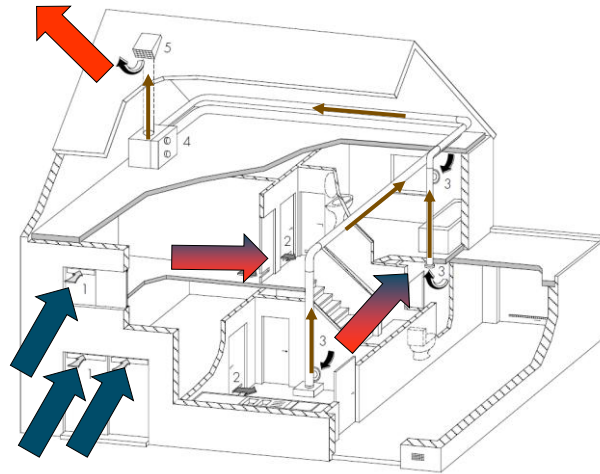


fluvius.

212

## Ventilatiesysteem C

**Systeem C**  
natuurlijke toevoer  
mechanische afvoer



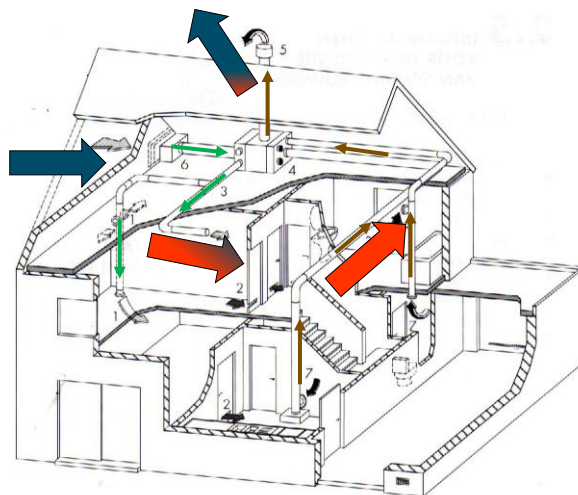
Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

213

## Ventilatiesysteem D

**Systeem D**  
mechanische toevoer  
mechanische afvoer



Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

214

## Ventilatie

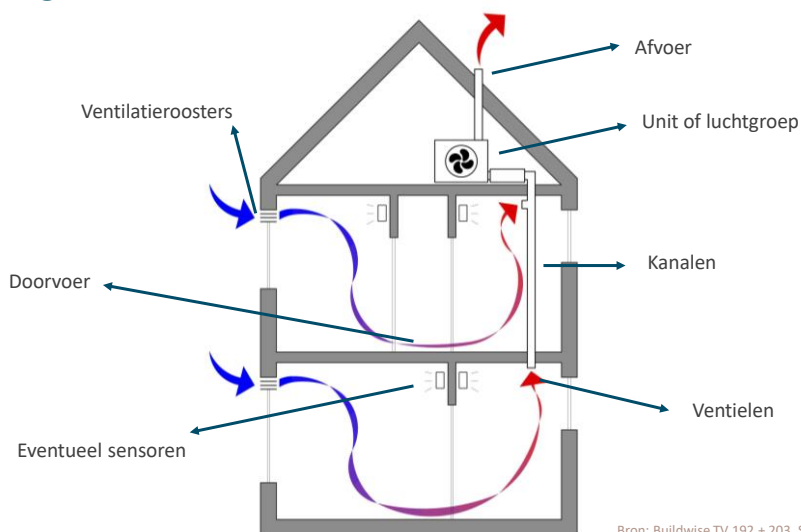
- Waarom ventileren
- Wat is ventileren
- Wetgeving
- De verschillende systemen
- System C**
- System D
- Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt
- Welk systeem kies ik
- Andere ruimtes en toepassingen

fluvius.



215

## System C



Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

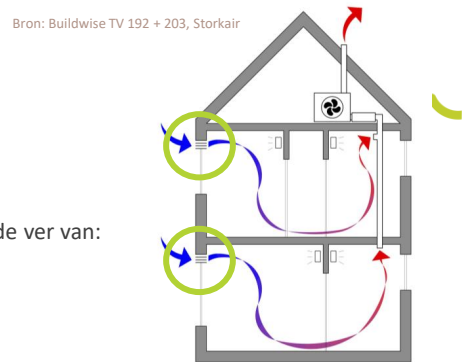
216

## Regelbare toevoeropeningen (RTO's)

- Garandeer luchtkwaliteit
  - beperk risico op recirculatie vervuilde lucht, plaats openingen voldoende ver van:
    - afvoer van ventilatie, dampkap of gasverbrandingstoestellen
    - ontluchting afvalwaterafvoerleidingen
    - verkeer (uitlaatgassen)
  - verdeel roosters over meerdere ramen
  - zo ver mogelijk t.o.v. doorvoeropeningen, om de ruimte volledig te ventileren
  - jaarlijks reinigen door de gebruiker
    - kies makkelijk te reinigen openingen (demonteerbaar)
- Beperk het energieverlies
  - U-waarde maximaal 2 à 3 W/m<sup>2</sup>K

fluvius.

217



Figuur: Renson

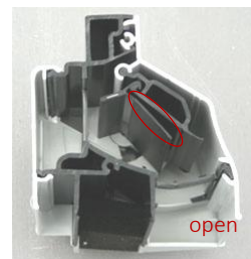
## Regelbare toevoeropeningen (RTO's)

- Vermijd tocht / te hoge debieten
  - zie EPB-eisen
  - plaats de RTO's boven radiator of convector (bij vloerverwarming risico op tocht)
  - bij keuze: zo ver mogelijk van doorvoeropeningen (deuren)
  - sluit geen roosters, dit leidt tot hogere debieten in andere roosters
  - kies zelfregelende RTO's: klasse P3 (goed) of P4 (uitstekend)
- Vermijd geluidsoverlast
  - roosters in geluidsarme gevels
  - geluidswerende roosters
    - hoe hoger  $D_{n,e,W}$  (in dB), hoe beter demping
    - geluidsdemping roosters ongeveer even hoog kiezen als demping glas (=R<sub>w</sub>, in dB)

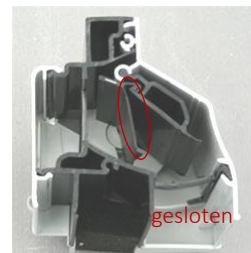
Foto's: Infofiches Buildwise, Renson



geluidswerend  
rooster



open



gesloten

zelfregelende RTO's

fluvius.

218

## Regelbare toevoeropeningen (RTO's): gebouwintegratie



op raamkader



in raamkader:  
bijv. bij  
vervangen  
glas



in dakraam



op raamkader met  
screen (hogere  
aanslag nodig)



in dak (enkel bij  
dakwerken)



in muur (minder  
toegepast:  
weinig debiet)

Figuren: Renson/Duco

fluvius.

219

## Ventilatie-unit systeem C

- Ventilator met eventueel kleppen en sensoren voor regeling van het debiet
- Debiet op basis van ontwerpdebiet en drukverliezen in kanalen
  - best met reserve van 30 à 50% t.o.v. ontwerpdebiet
  - best terugregelbaar tot 10% van het maximale debiet
- Verbruik beperken: 0,14 à 0,21 W/(m<sup>3</sup>/h)
- Geluidshinder voorkomen door
  - laag eigen lawaai
  - flexibele aansluiting kanalen aan ventilator
- Jaarlijks reinigen
- Kies een ventilatie-unit uit EPB-databank: [epbd.be](http://epbd.be)

Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

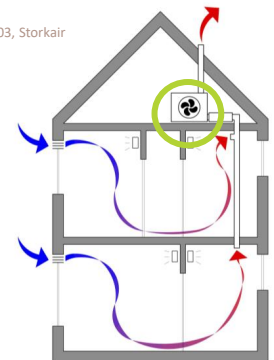


Foto: Renson

fluvius.

220

## Kanalen

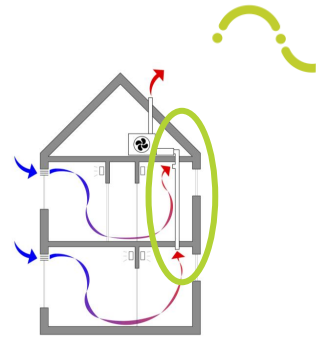
- Individuele kanalen per ventiel
- Luchtdicht
- Toegankelijk voor onderhoud via roosters of onderhoudskleppen
  - stijve en semi-flexibele kanalen om de 9 jaar reinigen door de installateur
  - flexibele kanalen om de 9 jaar vervangen (niet reinigbaar)



Foto's: Infofiches Buildwise



Figuur: bol.com



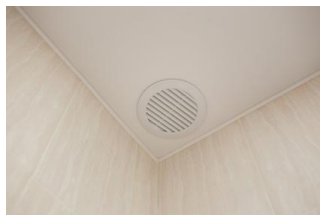
Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

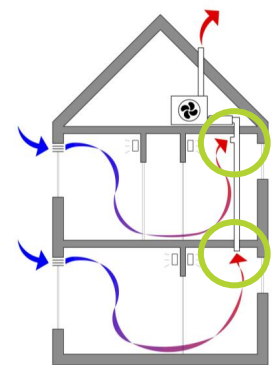
221

## Afvoerroosters

- Afvoer dicht bij de bron (vb. in douche)
- Zo ver mogelijk t.o.v. doorvoer/aanvoer
- Jaarlijks reinigen volgens richtlijnen fabrikant
  - ventielen markeren en regelpositie blokkeren



Bron: woningventilatie.be



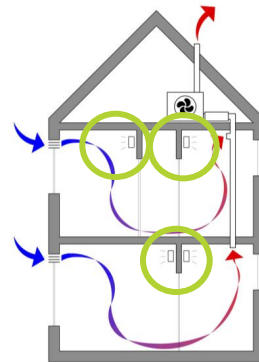
Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

222

## Vraagsturing systeem C

- Nauwkeurigere ventilatie met juiste debiet
- Kleinere energieverliezen = verlaging E-peil
- Door leveranciers 'systeem C+' genoemd
- Verschillende regelstrategieën mogelijk:
  - vocht in badkamer
  - CO<sub>2</sub> of VOC in wc
  - CO<sub>2</sub> in keuken
  - CO<sub>2</sub> in slaapkamers bij extra afvoer
- Detectoren
  - eventueel draadloos, eventueel zelfs verplaatsbaar
  - na 10 jaar vervangen



Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

223

Illustratie: Duco

## Warmte recupereren in systeem C: de warmtepompboiler

- Warmtepompboiler: warmte uit lucht halen om sanitair warm water op te warmen
- Combo met ventilatiesysteem C: warmte onttrekken aan afgevoerde ventilatielucht
- Gemiddeld 15% hogere efficiëntie
- Niet voldoende debiet voor woningverwarming

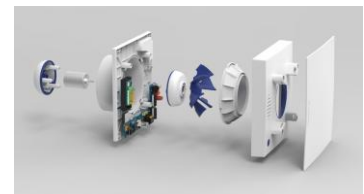
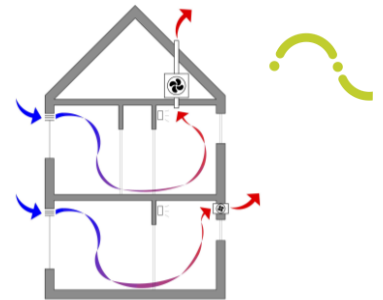


fluvius.

224

## Decentraal ventilatiesysteem C

- Opbouw
  - individuele afvoer in natte ruimtes
  - nog steeds ventilatieroosters (of andere toevoer) nodig in droge ruimtes
  - geen kanalennetwerk: meestal recht door de muur
- Aandachtspunten
  - geen badkamerventilator, moet continu werken en regelbaar zijn
  - zelfde debieten als centrale ventilatie nodig én permanent
  - nog steeds ventilatieroosters (of andere toevoer) nodig in droge ruimtes
  - geen geluidsdemping
- Waar?
  - in ruimtes die je niet kan aansluiten op het centrale systeem
  - bij beperkt budget, maar kan kostprijs kan hoger oplopen bij veel ruimtes



www.renson.eu

fluvius.

225

## Ventilatie

Waarom ventileren

Wat is ventileren

Wetgeving

De verschillende systemen

System C

**System D**

Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt

Welk systeem kies ik

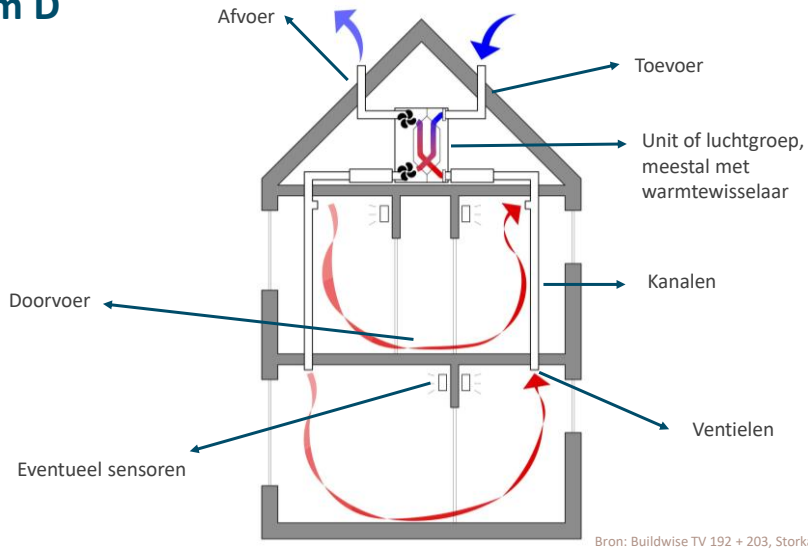
Andere ruimtes en toepassingen

fluvius.



226

## Systeme D

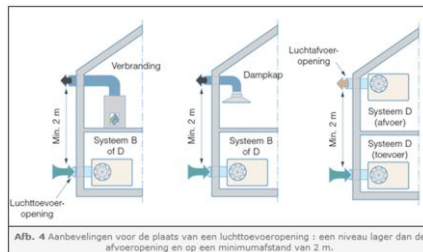


fluvius.

227

## Luchttoevoeropening

- Plaats luchttoevoeropening best
  - niet in zuidgevel (oververhitting)
  - ten ZW van afvoeropeningen
  - op voldoende afstand van (zie EPB):
    - ontluchting afvalwaterafvoerleidingen
    - ventilatie, dampkap of gasverbrandingstoestellen
    - verbrandingstoestellen op stookolie of hout
- Hou ook rekening met de afvoeren van de burens! Nu en in de toekomst
- Jaarlijks reinigen



Bron: pixii



Bron: Ventilatiegids

fluvius.

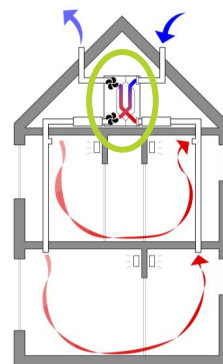
228

## Ventilatie-unit systeem D

- Luchtgroep met 2 ventilatoren, filters en warmtewisselaar
- Debiet: zie unit systeem C
- Balans: evenwicht nodig tussen aan- en afvoer
- Verbruik beperken: 0,21 à 0,35 W/(m<sup>3</sup>/h)
- Geluidshinder voorkomen door:
  - laag eigen lawaai
  - geluidsdempers op toevoer en afvoer (plaats voorzien)
  - trillingdempers tussen luchtgroep en muur
- Andere overlast (bv. geur, stof) voorkomen door keuze filters
  - filters om de 3 maanden reinigen en jaarlijks vervangen (leg reserve aan)
  - kostprijs van filters kan bepalend zijn bij de keuze van het toestel
- Kies een ventilatie-unit uit EPB-databank: [epbd.be](http://epbd.be)



Foto: Tom Bleys Woningventilatie



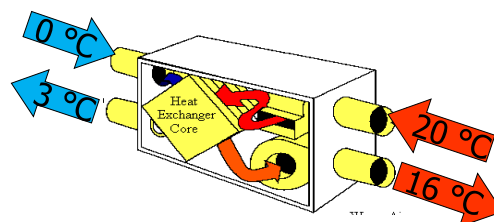
Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

fluvius.

229

## Warmte recupereren in systeem D

- Warmte of koelte recupereren uit afvoerlucht en aan toevoerlucht overdragen
- Debieten in balans!
- Zomerbypass wanneer geen recuperatie nodig, bv. zomernacht of warme dag in tussenseizoenen
- Vorstbeveiliging en condenswaterafvoer
- De warmtewisselaar om de 3 jaar reinigen door de installateur

Zie warmteterugwinrendement toestellen in EPB-databank [www.epbd.be](http://www.epbd.be)

fluvius.

230

## Kanalen

- Ofwel individuele kanalen per ventiel, ofwel boomstructuur
- Om drukverliezen en lichtsnelheid (en dus lawaai) te beperken
  - gladde, ronde kanalen
  - vormvast, vermijd flexibele kanalen
  - beperk bochten en afstand
  - lichtsnelheid max 2 m/s
- Luchtdicht
- Proper houden tijdens werf
- Toegankelijk voor onderhoud via ventielen of onderhoudskleppen
  - stijve en semi-flexibele kanalen om de 9 jaar reinigen door de installateur
  - flexibele kanalen om de 9 jaar vervangen (niet reinigbaar)



Figuur: bol.com



Foto's: Infofiches Buildwise

fluvius.

231

## Ventielen

- Afvoer dicht bij de bron (vb. in douche)
- Zo ver mogelijk t.o.v. doorvoer/aanvoer
- Debiëten ingeregeld bij indienststelling, niet regelbaar door de gebruiker
- Optimaal  $\geq 60$  cm tot hoek plafond of andere wand (om geluidshinder te voorkomen)
- Jaarlijks reinigen volgens richtlijnen fabrikant
  - ventielen markeren en regelpositie blokkeren

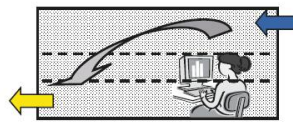
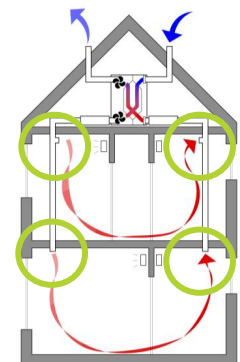


Foto: Duco



Figuur: Ventilatiegids



Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

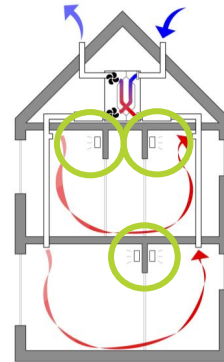
fluvius.

232

## Vraagsturing systeem D

- Nauwkeurigere ventilatie met juiste debiet
- Kleinere energieverliezen = verlaging E-peil
- Verschillende regelstrategieën mogelijk:
  - vocht in badkamer
  - CO<sub>2</sub> of VOC in wc
  - CO<sub>2</sub> in keuken
  - CO<sub>2</sub> in slaapkamers
- Detectoren
  - CO<sub>2</sub> ver genoeg van toevoeropening
  - eventueel draadloos, eventueel zelfs verplaatsbaar
  - na 10 jaar vervangen
- 2-zone sturing: opdeling in woon- en slaapzone
  - sturing via CO<sub>2</sub>-sensoren
  - enkel wanneer iedereen gelijktijdig gaat slapen

fluvius.



Bron: Buildwise TV 192 + 203, Storkair

Illustratie: Duco

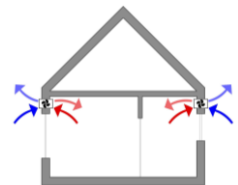
233

## Decentraal ventilatiesysteem D

- Opbouw
  - individuele toevoer en afvoer in één toestel
  - mogelijk met warmteterugwinning
  - geen kanalenetwerk: meestal recht door de muur
- Aandachtspunten
  - luchtkwaliteit niet in de volledige ruimte gegarandeerd (toevoer en afvoer op dezelfde plaats)
  - goede warmteterugwinning niet gegarandeerd (toevoer en afvoer kort bij mekaar)
  - geen of beperkte geluidsdemping
  - duur voor volledige woning
  - bij EPB-plichtige werken
    - toestel uit EPBD verplicht
    - dubbel zoveel debiet nodig als bij centraal systeem omdat in elke ruimte toevoer en afvoer zit
- Waar?
  - in ruimtes die je niet kan aansluiten op het centrale systeem



www.vasco.eu



fluvius.

234

## Ventilatie

Waarom ventileren

Wat is ventileren

Wetgeving

De verschillende systemen

System C

System D

**Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt**

Welk systeem kies ik

Andere ruimtes en toepassingen

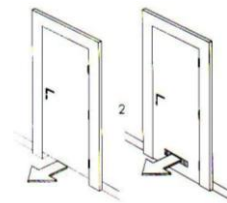
fluvius.



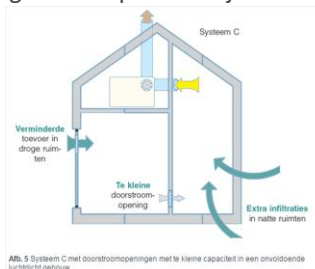
235

## Doorvoeropeningen (DO)

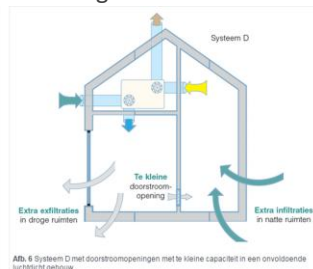
- EPB-eisen : 25 m<sup>3</sup>/h of 50 m<sup>3</sup>/h (keuken)
  - muurroosters / deуроosters / plafondrooster (ev. akoestisch dempend)
  - grote opening tussen 2 ruimtedeelten
  - spleet onder de deur 70 cm<sup>2</sup> of 140 cm<sup>2</sup> (keuken):  
1 cm hoog volstaat meestal
- Voorzie grotere capaciteit bij ruimten met hoog debiet!



Figuren: Buildwise TV 192 + 203, Bemal



Abt. 5 System C met doorstroomopeningen met te kleine capaciteit in een onvoldoende luchtdicht gebouw



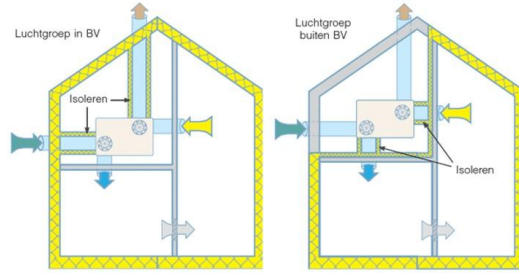
Abt. 6 System D met doorstroomopeningen met te kleine capaciteit in een onvoldoende luchtdicht gebouw

fluvius.

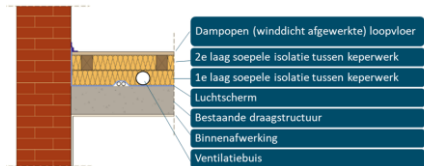
236

## Luchtgroep en doorvoeren

- Luchtgroep of ventilator
  - toegankelijk voor onderhoud
  - binnen beschermd volume
- Wegwerken kanalen:  $\varnothing$  100 tot 200 mm
  - luchtdicht, winddicht afwerken doorvoeren gebouwschil, isolatie zonder koudebruggen
  - isoleer kanalen tussen luchtgroep en isolatielaag
- Bij luchtgroep buiten beschermd volume (niet aangeraden)
  - doorboringen beschermd volume beperken tot één voor toevoer en één voor afvoer
  - kanalen tussen beschermd volume en luchtgroep isoleren (warmteverlies en condens)



Figuur: Buildwise

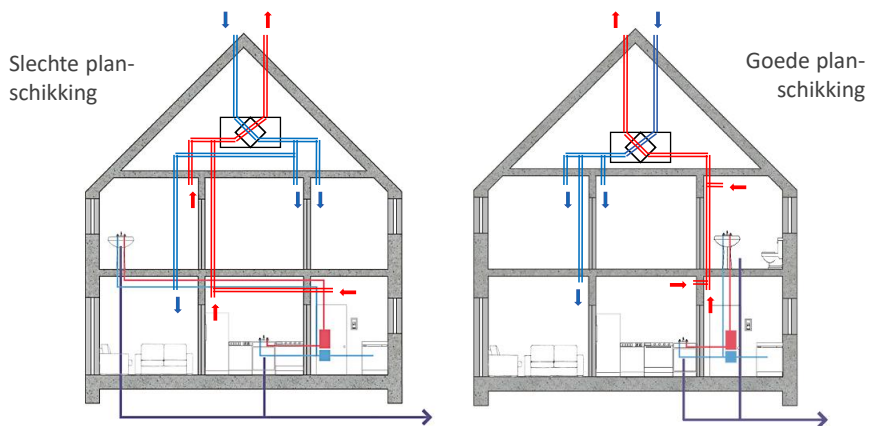


Illustratie: © Dialog vzw

fluvius.

237

## Lengte van de kanalen



fluvius.

238

## Gebouwintegratie

nok hellend dak



Foto's: Dominic Van Clé

ontdubbelde wand



tussen houtskelet plat dak



Foto: Lindab

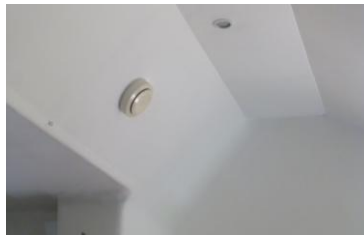
Dwarse kanalen plaatsen kan enkel tijdens de opbouw van het skelet!

fluvius.

239

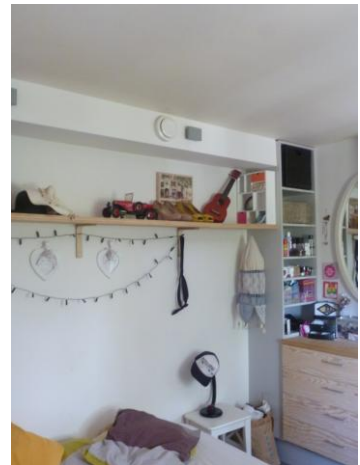
## Gebouwintegratie

leidingkoker



plint

leidingkoker



Foto's: Dominic Van Clé

fluvius.

240

## Gebouwintegratie



verlaagd plafond



tussen draagstructuur hellend dak



boven inbouwkasten

laagste zone hellend dak



Foto's: Dominic Van Clé, Marleen De Roye

fluvius.

241

## Instortkanalen?

- Collectoren steeds bereikbaar voor onderhoud
- Kies vormvaste kanalen
- Beperk de kanaallengte
- Eén kanaal per ventiel
- Voorzie voldoende onderhoudskleppen
- Hou rekening met hogere vloeropbouw
- Bescherm metalen instortkanalen tegen chemische aantasting

fluvius.

242

in hellingsbeton plat dak (onder isolatie!)

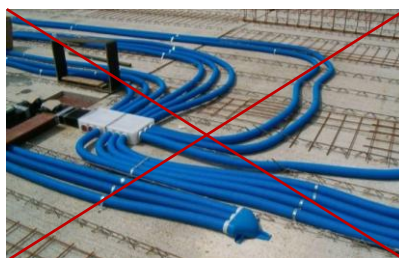


Foto: Dominic Van Clé, [www.axivent.be](http://www.axivent.be)

## Ventilatie

Waarom ventileren  
 Wat is ventileren  
 Wetgeving  
 De verschillende systemen  
 Systeem C  
 Systeem D  
 Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt  
**Welk systeem kies ik**  
 Andere ruimtes en toepassingen

fluvius.



243

## Systemevergelijking



	C vraaggestuurd vocht+CO <sub>2</sub>	D vraaggestuurd vocht+CO <sub>2</sub> met WTW
Luchtkwaliteit	goed	beter gecontroleerd en gefilterd
Geluid van buiten	mogelijk	geen risico
Geluid installatie	weinig risico	mogelijk
Tocht	mogelijk, zeker bij vloerverwarming	weinig risico
Warmteverliezen	gemiddeld	laagst
Verbruik ventilatoren	gemiddeld	hoogst
Onderhoud	beperkt	meest

fluvius.

244

## Invloed op te installeren vermogen



betreft	oppervlak		dT	beperkt geïsoleerd		sterk geïsoleerd	
				U-waarde	verlies	U-waarde	verlies
	formule			(W/m <sup>2</sup> K)	(W)	(W/m <sup>2</sup> K)	(W)
		(m <sup>2</sup> )	(K)				
vloer	3 x 5	15	10	0,24	<b>40</b>	0,15	<b>23</b>
wand 1	3 x 2,6	7,8	30	0,24	<b>60</b>	0,15	<b>35</b>
wand 2	5 x 2,6 - 3	10	30	0,24	<b>70</b>	0,15	<b>45</b>
raam	3	3	30	1,5	<b>140</b>	0,8	<b>72</b>
wand 3	3 x 2,6	7,8	30	0,24	<b>60</b>	0,15	<b>35</b>
dak	3 x 5	15	30	0,24	<b>110</b>	0,15	<b>68</b>
totaal geleidingsverliezen					<b>480</b>		<b>277</b>
	volume	(m <sup>3</sup> )		aantal/ h		aantal/ h	
	formule: 0,34 x volume x dTx ventilatievoud						
totaal convectieverliezen zonder WTW		39	30	1	<b>398</b>	1	<b>398</b>
<b>TOTAAL KAMER</b>					<b>878</b>		<b>675</b>

fluvius.

245

## Invloed op te installeren vermogen



betreft	oppervlak		dT	beperkt geïsoleerd		sterk geïsoleerd	
				U-waarde	verlies	U-waarde	verlies
	formule			(W/m <sup>2</sup> K)	(W)	(W/m <sup>2</sup> K)	(W)
		(m <sup>2</sup> )	(K)				
vloer	3 x 5	15	10	0,24	<b>40</b>	0,15	<b>23</b>
wand 1	3 x 2,6	7,8	30	0,24	<b>60</b>	0,15	<b>35</b>
wand 2	5 x 2,6 - 3	10	30	0,24	<b>70</b>	0,15	<b>45</b>
raam	3	3	30	1,5	<b>140</b>	0,8	<b>72</b>
wand 3	3 x 2,6	7,8	30	0,24	<b>60</b>	0,15	<b>35</b>
dak	3 x 5	15	30	0,24	<b>110</b>	0,15	<b>68</b>
totaal geleidingsverliezen					<b>480</b>		<b>277</b>
	volume	(m <sup>3</sup> )		aantal/ h		aantal/ h	
	formule: 0,34 x volume x dTx ventilatievoud x (100% - rendement WTW)						
totaal convectieverliezen met WTW		39	3	1	<b>40</b>	1	<b>40</b>
<b>TOTAAL KAMER</b>					<b>520</b>		<b>317</b>

fluvius.

246

## Berekenen ontwerpdebiet basisventilatie: voorbeeld

- Theoretische benadering (bij een luchtdicht gebouw):

### Balancerings

#### Bij systeem D

- steeds afvoer verhogen tot niveau toevoer

#### Bij systeem C

- balancerings niet verplicht
- let op voor luchtkwaliteit

type	AANVOER	AANVOER	AFVOER	AFVOER	
	theoretisch	ontwerpdebiet	theoretisch	ontwerpdebiet	
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	
				Syst. C	Syst. D
TOTAAL	292	300	200	250	300
woonkamer	121	125			
open keuken			75	75	75
berging				25	25
hall					
WC			25	25	25
studeerkamer	40	40			
slaapkamer	39	40			
slaapkamer	39	40			
slaapkamer	53	55			
badkamer			50	50	50
badkamer			50	50	50
berging				25	25
overloop					50

Bron: DIALOGO vzw volgens NBN D 50-001

fluvius.

247

## Samenvatting onderhoud

Componenten van de ventilatiesystemen	Systeem				Inspectie-frequentie	Indicatieve reinigings-frequentie	Indicatieve vervangings-frequentie
	A	B	C	D			
Natuurlijke toevoeringen	X		X		3 maanden	1 jaar	
Luchtoevoeringen		X		X	3 maanden	1 jaar	
Filters		(X)	(X)	X	1 maand	3 maanden	1 jaar
Warmtewisselaar				X	1 jaar	3 jaren	
Ventilatoren							
• Bescherm door een filter		(X)	(X)	X	1 jaar	3 jaren	
• Niet beschermd		X	X		1 jaar	1 jaar	
Kanalen							
• Stijf		X	X	X	3 jaren	9 jaren	
• Flexibel		(X)	(X)	(X)	3 jaren	- (*)	9 jaren (*)
Ventielen		X	X	X	3 maanden	1 jaar	
Natuurlijke afvoeringen	X		X		3 maanden	1 jaar	
Natuurlijke afvoerkanalen	X		X		3 jaren	9 jaren	

X: van toepassing op dit systeem  
(X): van toepassing indien aanwezig in dit systeem  
(\*) Flexibele kanalen kunnen meestal slechts moeilijk gereinigd worden en moeten dus vervangen worden.

fluvius.

Bron: Pixii/WTCB

248

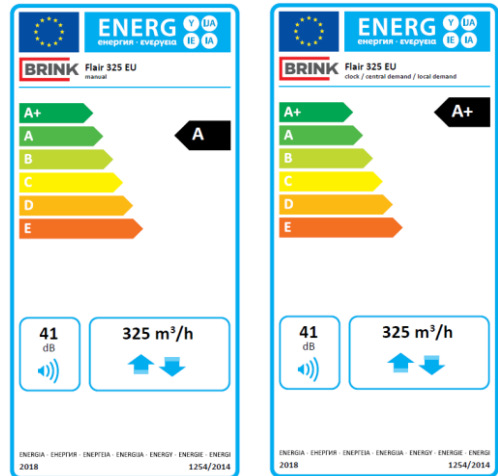
## Europees energielabel

- Geeft verschil aan in:
  - sturing
  - energie-efficiëntie toestellen
  - geluidsniveau
  - maximale debiet
- Energielabel maximaal A+

fluvius.

249

Zelfde toestel, andere regeling



Figuur: Brink Climate Systems

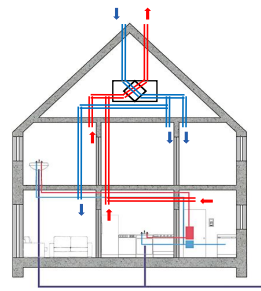
## Systeemvergelijking: installatiekost

- Factoren die de prijs beïnvloeden:
  - type systeem
    - systeem C: €3000-5000, incl. plaatsing
    - decentraal C: €200-300 per ruimte, excl. plaatsing
    - systeem D: €6000-8000, incl. plaatsing
    - decentraal D: €400-1000 per ruimte, excl. plaatsing
  - soort regeling
    - handmatige regeling: €30-100
    - met sensoren: €300-1000
  - type filters, vanaf €20 voor set fijnstoffilters (afhankelijk van toestel)
  - nodige debiet: grote woning = meer ventilatie
  - grootte van de ramen (systeem C)
    - raamroosters: €100 per lopende meter
  - planschikking van de woning: meer leidinglengte = duurder
- Keuring systeem: €300

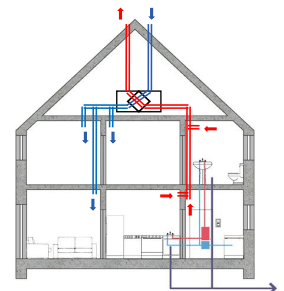
fluvius.

250

Slechte planschikking



Goede planschikking



## Maak je keuze op tijd



Maak nu een keuze tussen C en D, ook wanneer je dit later of stapsgewijs plaatst

- laat een deskundige helpen bij je de keuze en ontwerp
- plaats raamroosters bij het vervangen van ramen als je kiest voor systeem C
- hou ruimte vrij voor unit, geluidsdempers, kanalen en ventielen
- plaats de nodige doorvoeren bij werken aan daken en muren

fluvius.

251

## Wat in tussentijd?



- Plaats decentrale afvoer systeem C, MINSTENS in badkamer
- Open ramen regelmatig wanneer je de ruimte gebruikt
  - ventilatiekiepstand? Zie volgende slide
- Zet deur slaapkamer open in winter
- Meet luchtkwaliteit met vocht- en CO<sub>2</sub>-meter



fluvius.

252

## Ventilatiekiepstand in afwachting van ventilatieroosters



- Nog geen ventilatieroosters? Zet de ramen van de droge ruimtes op de ventilatiekiepstand:
  - kruk op 45° zetten
  - hierdoor opent het raam enkele millimeters
  - luchttoevoer zonder al te veel warmteverlies
  - geen permanente oplossing: op termijn ventilatieroosters voorzien
- OPGELET: Geen duidelijke klik op 45°? Dan heeft je raam deze stand niet. Zet je het toch in deze stand, dan kan dit schade veroorzaken aan het kader.



Foto's: Dialoog vzw

fluvius.

253

## Ventilatie

Waarom ventileren  
Wat is ventileren  
Wetgeving  
De verschillende systemen  
Systeem C  
Systeem D  
Hoe krijg ik dat in huis weggewerkt  
Welk systeem kies ik  
**Andere ruimtes en toepassingen**

fluvius.



254

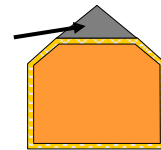
## Andere ruimtes

Geen wettelijke eisen, maar toch aanbevolen:

- berging, dressing
  - toevoer, afvoer of doorstroom
- garage
  - buiten beschermd volume houden
  - luchtdicht afschermen van de woning: luchtdichte deur naar garage
  - permanente natuurlijke verluchting
- kelder – zolder
  - buiten beschermd volume: permanente natuurlijke verluchting (zie volgende slide)
  - binnen beschermd volume: functie toekennen en ventileren naargelang functie
- ruimte waar gasmeter staat: in een ruimte met permanente verluchting
  - [fluvius.be](http://fluvius.be) brochure gasaansluiting p.4



Figuur: Ierenventileren.be



*fluvius.*

255

## Wat met kelders?

- Verlucht de kelder buiten het beschermd volume
  - door tegenover mekaar liggende openingen per kelderruimte
    - naar buiten
    - of naar een naastliggende kelderruimte
  - bij kelders die niet aan een buitenmuur grenzen via kanalen
    - onder de grond
    - of via het gelijkvloers en/of de verdiepingen
- Koppel een kelder binnen het beschermd volume aan het ventilatiesysteem
- Plaats **geen** bouwdroger of ontvochtiger, het verbruik is hoog
- Verlucht niet te veel in de zomer, dit kan leiden tot condensatieproblemen door hoge luchtvochtigheid



Bron: deschacht, studio

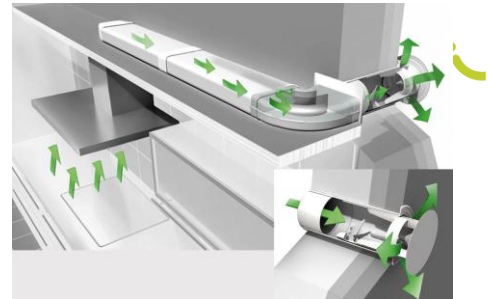
*fluvius.*

256

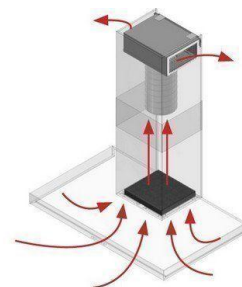
## Wat met dampkappen?

Dampkap = kortstondige intensieve ventilatie

- Klassieke dampkap
  - moet buiten uitkomen, niet in zolderruimte of garage
  - extra en afsluitbare toevoer voorzien in goed luchtdichte gebouwen
  - afsluitklep in afvoerbuis voorzien (duur)
- Gesloten systeem (recirculatie)
  - geen toe- en afvoer nodig
  - maar ook geen vochtafvoer, het ventilatiesysteem moet dit opvangen
  - eventueel actieve koolstoffilter voor geurtjes
- Klassieke dampkap aangesloten op afvoerkanalen basisventilatie?
  - af te raden: risico op vervuiling andere ruimtes, kanalen, ventilator, filter, warmtewisselaar



Bron: Naber



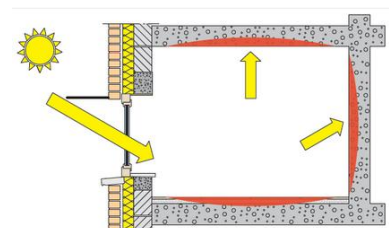
Bron: deschouwwitgoed.nl

fluvius.

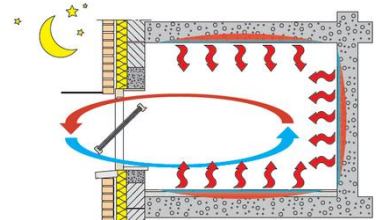
257

## Intensieve ventilatie/ nachtventilatie

- Nachtventilatie
  - doel: woning 's nachts afkoelen met veel koude buitenlucht
  - 3 tot 6 maal woningvolume / u (basisventilatie ongeschikt)
  - hiervoor heb je voldoende opengaande ramen nodig (zie EPB)
  - grote ramen openen, op laagste en op hoogste punt van de woning (thermische trek)
  - opgelet met insecten, regen, inbrekers



Figuur: Buildwise-dossier 2014/3.2



fluvius.

258

## Water

### Gebruik

Hergebruik grijs water  
 Gebruik regenwater  
 Infiltratie  
 Afvalwater  
 De watertoets  
 Premies en extra info

fluvius.



259

## Huishoudelijk watergebruik in Vlaanderen

Een Vlaming gebruikt gemiddeld 114 l water per dag thuis

Toepassing	Gebruik pp per dag (l)
Flessenwater	0,4
Drank en voedsel	11,1
Vaatwasser	2,3
Bad	5,1
Douche	23,8
Wastafel	9,4
Handwas textiel	1,1
Vaatwas hand	6
Poetsen	5,8
Toilet	21,3
Wasmachine	15,5
Planten en tuin	7,4
Andere	4,7
Lekken	0,1

Bron: 'Watergebruik door huishoudens, het watergebruik in 2016 bij de Vlaming thuis', VMM, <https://www.vmm.be/publicaties/watergebruik-door-huishoudens>

fluvius.

260

## Water van aangepaste kwaliteit



- Gebruik drinkwater enkel waar nodig:
  - drinkwater en koken
  - persoonlijke hygiëne
- Overweeg alternatieven voor andere toepassingen:
  - was
  - toilet
  - schoonmaak huis en auto
  - kamerplanten en tuin



Bron: unsplash

fluvius.

261

## Hoeveel van ons watergebruik zouden we kunnen invullen met regenwater?

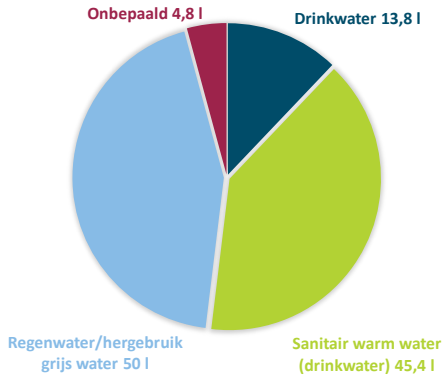


- Ongeveer 1/4<sup>e</sup>?
- Ongeveer 1/3<sup>e</sup>?
- Ongeveer de helft?

fluvius.

262

## Huishoudelijk watergebruik in Vlaanderen



**Bijna de helft van het watergebruik kan met regenwater/grijswater**

Bron: 'Watergebruik door huishoudens, het watergebruik in 2016 bij de Vlaming thuis', VMM, <https://www.vmm.be/publicaties/watergebruik-door-huishoudens>

fluvius.

Toepassing	Gebruik pp per dag (l)
Flessenwater	0,4
Drank en voedsel	11,1
Vaatwasser	2,3
Bad	5,1
Douche	23,8
Wastafel	9,4
Handwas textiel	1,1
Vaatwas hand	6
Poetsen	5,8
Toilet	21,3
Wasmachine	15,5
Planten en tuin	7,4
Andere	4,7
Lekken	0,1

263

## Water

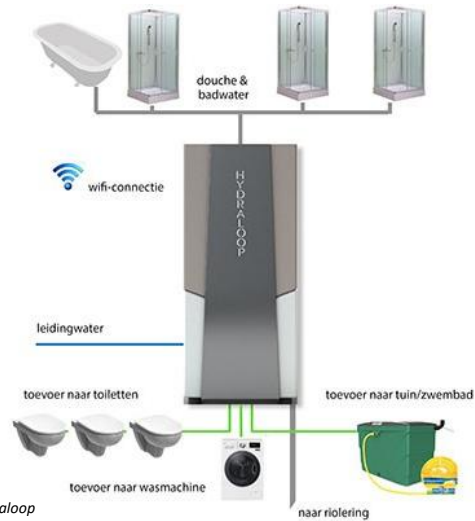
- Gebruik
- Hergebruik grijs water**
- Gebruik regenwater
- Infiltratie
- Afvalwater
- De watertoets
- Premies en extra info

fluvius.



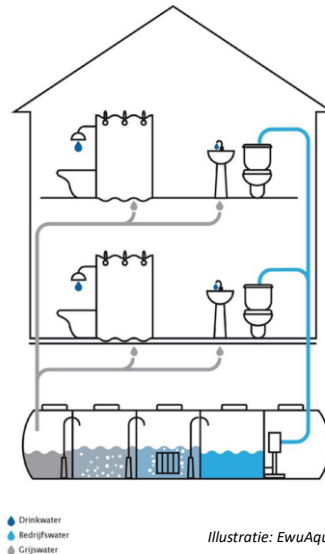
264

## Grijswater hergebruiken



Illustratie: HydraLoop

265



Illustratie: EwuAqua

## Welk grijs water hergebruiken?



- Grijs water van:
  - wastafel
  - douche
  - bad
  - wasmachine
- Geen water uit keuken
  - te veel vetten en grotere deeltjes
  - behalve bij rietveld met vetvanger



Bron: pixabay

266

## Waarom grijs water hergebruiken?



- Minder gebruik drinkwater
  - minder water oppompen uit grondwaterlagen
- Minder regenwatergebruik
  - meer infiltratie, dus meer aanvullen grondwatertafel
- Minder afvoer afvalwater

fluvius.

267

Foto: Hydraloop



## Hoe kies je?

- Kost: €€€
  - let op jaarlijks energieverbruik
- Onderhoud?
  - reiniging: automatisch of zelf doen
- Interessant bij
  - meergezinswoningen
  - stijgende waterprijzen
  - weinig plaats voor wateropslag
  - weinig regenwater beschikbaar (bijvoorbeeld bij kleine daken)



Bron: Hydraloop

fluvius.

268



## Is grijswatergebruik overal mogelijk?



- Geen drinkwaterkwaliteit: plaats afzonderlijk circuit
- Grijs water op: plaats overslagsysteem naar regenwater of drinkwater
- Scheid leidingen zwartwater en grijswater bij vernieuwen afvoerleidingen



Bron: verbouwers.be

fluvius.

269

## Water

Gebruik  
Hergebruik grijs water  
**Gebruik regenwater**  
Infiltratie  
Afvalwater  
De watertoets  
Premies en extra info

fluvius.



270

## Regenwaterputten: wettelijke eisen vanaf 2/10/2023



- Verplichting voor nieuwbouw, herbouw, uitbreiding en **verbouwing met werken aan afwatering**
  - uitzonderingen
    - groendak
    - infiltratie op natuurlijke wijze
    - er is al een regenwaterput
- **Inhoud in functie van de dakoppervlakte**
  - < 80 m<sup>2</sup>: 5000 l
  - ≥ 80 m<sup>2</sup> en < 120 m<sup>2</sup>: 7500 l
  - ≥ 120 m<sup>2</sup> en < 200 m<sup>2</sup>: 10000 l
  - ≥ 200 m<sup>2</sup>: min.100 l per m<sup>2</sup> (met uitzonderingen)
- Mogelijk strengere provinciale of gemeentelijke regels

fluvius.

271

## Regenwaterputten: wettelijke eisen vanaf 2/10/2023



- Aanvoerleidingen naar
  - elk toilet
  - ruimte wasmachine
  - tuin
- Overloop put: infiltratie of buffering
- Afwijkingen mogelijk
- **Geen woongelegenhed** : min.100 l per m<sup>2</sup> dak, met uitzonderingen

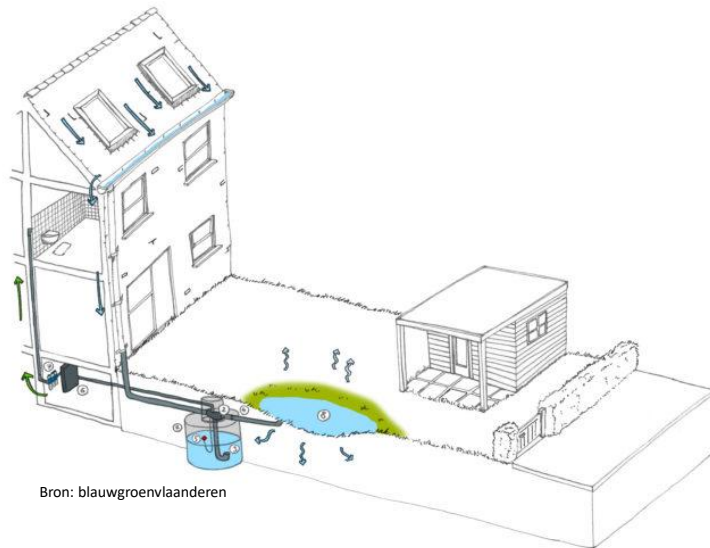
fluvius.

272

## Regenwaterinstallaties



Buitenopslag



Bron: blauwgroenvlaanderen

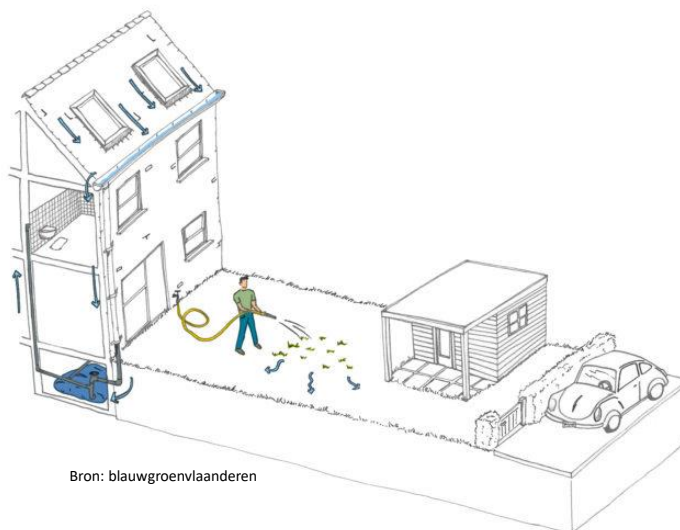
fluvius.

273

## Regenwaterinstallaties



Binnenopslag



Bron: blauwgroenvlaanderen

fluvius.

274

## Regenwaterputten

- Beton
  - neutraliserend
  - goedkoopst
  - gaat zelden drijven
- Kunststof
  - makkelijk te plaatsen
  - duurder
  - neutralisatiesteen toevoegen
  - donker houden
- Bestaande put hergebruiken?
  - leegmaken, reinigen
  - controleren op waterdichtheid en stabiliteit
  - mogelijk een filter te plaatsen (groeperen afvoerbuizen)?
  - overloop?
  - groot genoeg?



Bron: VMM

fluvius.

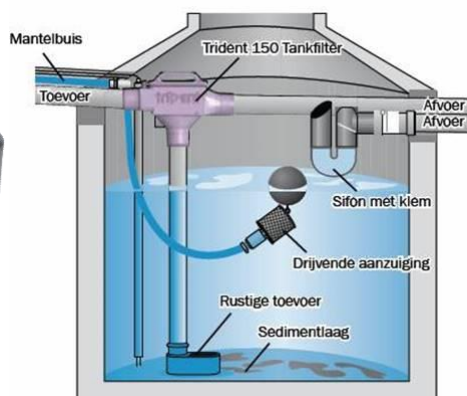
275

## Aansluitingen

Rustige  
toevoer



Overloop



Bron: Prins van Langenveld BV, Olivier en Golantec



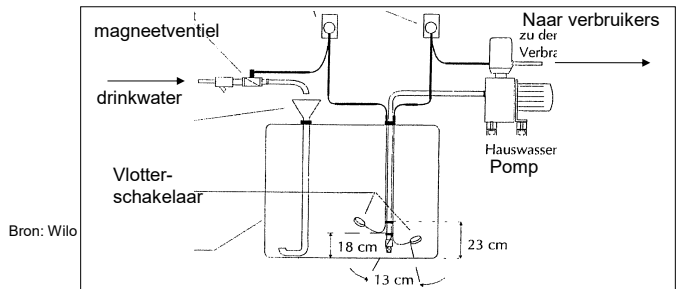
Aanzuigfilter met vlotter

fluvius.

276

## Aansluitingen

- Opstelling pomp
  - standaard binnen
  - in de put bij risico op geluidsoverlast pomp
- Wat bij lege tank?
  - of bijvullen tank
  - of overslagsysteem



fluvius.

277

## Voorfilters



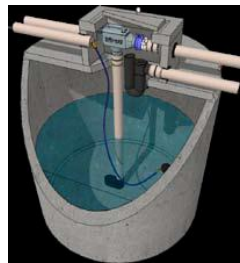
valpijlfiter



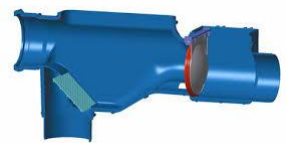
putfilter



cycloonfilter



combi filter + put



wisselprongfilter



fluvius.

278

## Nafilters

- Neemt verkleuring weg
- Noodzaak afhankelijk van de situatie
  - bv. meer verkleuring bij groendak



Foto: [www.natuurpunt.nl](http://www.natuurpunt.nl)



Illustratie: Honeywell



Bron: De wereld morgen

fluvius.

279

## Regenwater gebruiken

- Kost: €€
- Onderhoud?
  - zelfreinigende filters moet je ook reinigen!
  - put (laten) kuisen wanneer vuil ophoopt

fluvius.

280

## Is regenwatergebruik overal mogelijk?



Bron: VMM



Foto: VG Plastics



Foto: voertonnen.nl



Foto: GoLanTec energietechniek

fluvius.

281

## Water

- Gebruik
- Hergebruik grijs water
- Gebruik regenwater
- Infiltratie**
- Afvalwater
- De watertoets
- Premies en extra info

fluvius.



282

## Wanneer infiltreren? Wettelijke eisen vanaf 2/10/2023



- Verplichting voor
  - bouwen / herbouwen / uitbreiden / **verbouwen (bestaande) overdekte constructies met werken aan de afwatering of uitbreiden**
  - aanleggen, heraanleggen of uitbreiden verhardingen
- Uitzonderingen
  - hemelwater infiltreert op eigen terrein in onverharde zone
  - vervuild hemelwater
  - kadastrale percelen < 120 m<sup>2</sup>
- **Bovengronds aangelegd**, tenzij ondergronds onvermijdbaar

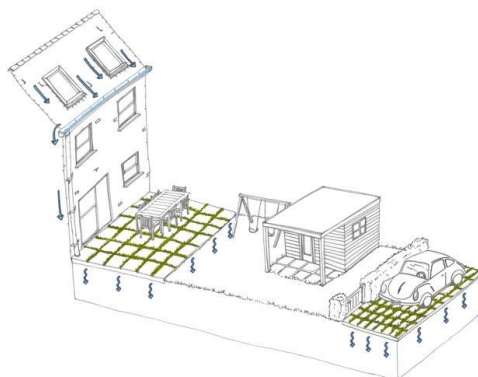
fluvius.

283

## Hoe infiltreren?



Bij voorkeur rechtstreekse infiltratie in de ondergrond



Bron: blauwgroenvlaanderen.be

fluvius.

284

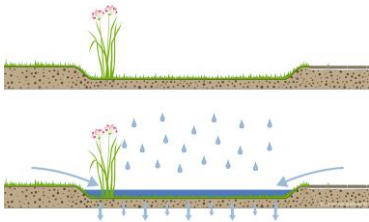
## Hoe infiltreren?



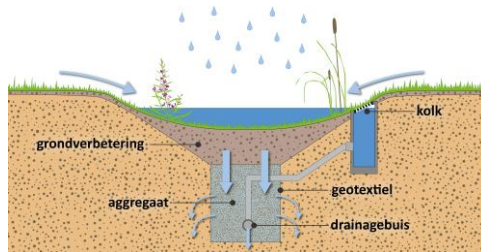
### Voorkeur bovengrondse infiltratie

Hoe?

- infiltratiekom: humushoudende laag + gras
- wadi: filterbed in doorlaatbaar materiaal



Bron: blauwgroenvlaanderen.be



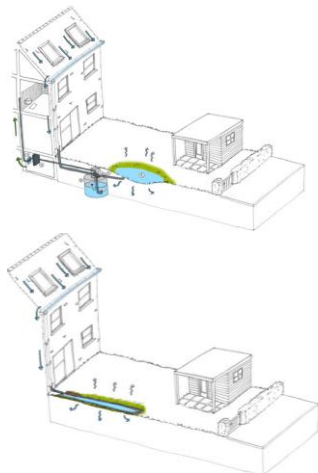
fluvius.

285

## Infiltratie



Water staat maar TIJDELIJK in wadi/kom/goot



Bron: blauwgroenvlaanderen.be

fluvius.

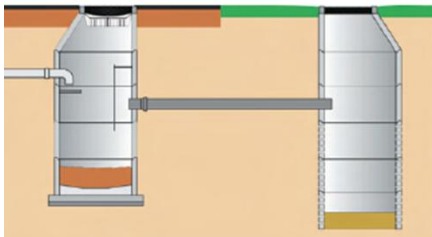
286

## Hoe infiltreren?



### Ondergrondse infiltratie als bovengronds geen optie is

- Hoe?
  - infiltratieput met voorafgaande bezinkput
  - combiput: regenwaterput met infiltratiezone
  - infiltrerende buis



Figuren: waterloket, Ecobeton

fluvius.

287

## Infiltratie en buffering



- Kost: €€
- Onderhoud?
  - Wadi/infiltratiekom vrijhouden van bladeren
  - Weinig onderhoud infiltratie-/buffertank, af en toe visuele controle en eventueel reiniging

fluvius.

288

## Is infiltratie overal mogelijk?

- Infiltratiegevoeligheid afhankelijk van
  - doorlaatbaarheid van de bodem
  - niveau van de grondwatertafel
- Hoe infiltratiegevoeligheid bepalen?
  - infiltratieproef: [blauwgroenvlaanderen.be/infiltratieproef/](http://blauwgroenvlaanderen.be/infiltratieproef/)
  - bodemsondering
  - of bodemkaart
- als infiltratie niet mogelijk
  - gemotiveerde afwijkingsaanvraag
  - verplicht te bufferen met vertraagde afvoer



Bron: blauwgroenvlaanderen.be



fluvius.

289

## Water

Gebruik  
Hergebruik grijs water  
Gebruik regenwater  
Infiltratie  
**Afvalwater**  
De watertoets  
Premies en extra info

fluvius.



290

## Regelgeving



- Gescheiden afvoer
  - hemelwater en afvalwater gescheiden afvoeren
    - verplicht bij **bouwen of herbouwen of uitbreiden** > 40 m<sup>2</sup>
    - verplicht bij **aanleg gescheiden stelsel** in de straat
- Verantwoordelijkheid zuiveren afvalwater
  - als riool aanwezig of in de toekomst aangelegd
    - verantwoordelijkheid gemeente/rioolbeheerder/het gewest
  - als geen riool aanwezig en nooit aansluiting
    - zelf verantwoordelijk (Individuele Behandeling Afvalwater)
  - welke situatie per woning?
    - zie gemeentelijke zoneringsplannen

fluvius.

291

## Keuring privé-waterafvoer



- Wanneer verplicht?
  - vóór de eerste ingebruikname
  - bij belangrijke wijzigingen
  - na vaststelling van een inbreuk op verzoek van de exploitant
  - bij de aanleg van gescheiden riolering op het openbaar domein
- Wie keurt?
  - vraag erkende keurder bij uw watermaatschappij/rioolbeheerder
- Gezamenlijke keuring met drinkwaterinstallatie mogelijk
- Meer info op [vmm.be](http://vmm.be)

fluvius.

292

## Water

- Gebruik
- Hergebruik grijs water
- Gebruik regenwater
- Infiltratie
- Afvalwater
- De watertoets**
- Premies en extra info

fluvius.

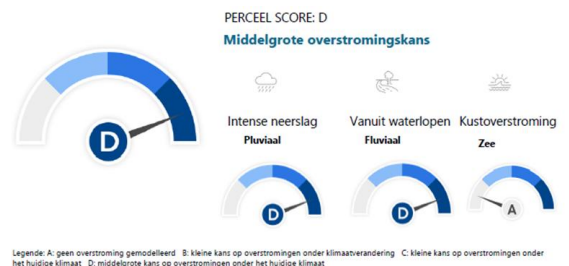


293

## De watertoets



- De watertoets = beoordeling of plannen schadelijk effect hebben op
  - het oppervlaktewater
  - het grondwater
  - de waterafhankelijke natuur
- Kunnen plannen schade veroorzaken dan moet je
  - ofwel compenserende maatregelen nemen
  - ofwel alternatieven zoeken
- Resultaat is als een waterparagraaf opgenomen in
  - de vergunning (bijv. stedenbouwkundige vergunning)
  - de goedkeuring van het plan/programma



Verkopers en verhuurders zijn verplicht mogelijke huurders of kopers te informeren als het gebouw (G-score) of de perceel (P-score) in overstromingsgevoelig gebied ligt  
Zie op [vlaanderen.be](http://vlaanderen.be)

Figuur: vmm.be

fluvius.

294

## Water

Gebruik  
Hergebruik grijs water  
Gebruik regenwater  
Infiltratie  
Afvalwater  
De watertoets  
**Premies en extra info**

*fluvius.*



295

## Premies



### Mogelijke gemeentelijke premies

- Regenwaterinstallatie
- Infiltratie
- Groendaken
- Gescheiden afvoer
- IBA

### Premies Fluvius

- Regenwaterinstallatie
- Infiltratie
- Gescheiden afvoer

Zie voorwaarden en gemeenten waar van toepassing op [www.fluvius.be](http://www.fluvius.be)

Informeer je bij je gemeente of op [www.premiezoeker.be](http://www.premiezoeker.be)

*fluvius.*

296

Meer info over watergebruik in onze sessie 'Regenwater optimaal benutten'

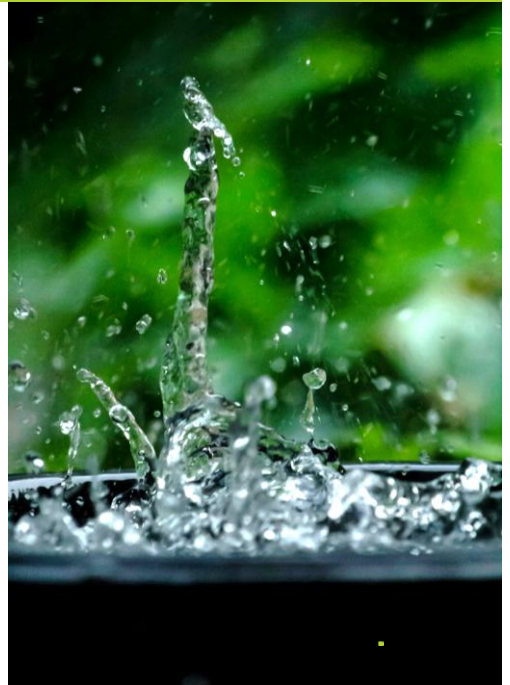
## Programma

Meer info over volgende thema's in onze aparte infosessie 'regenwater optimaal benutten':

- Beschikbaar water
- Watergebruik beperken
- Hergebruik grijswater
- Gebruik hemelwater
- Infiltratie en buffering
- Groene en blauwe tuinen
- Groendaken
- Duurzaam watergebruik stap voor stap

*fluvius.*

297



## Aandachtspunten

**Technische ruimte(s)**  
Asbest

*fluvius.*



298

## Technische ruimte(s)



- Voorzie genoeg plaats (als van toepassing) voor
  - nutsvoorzieningen
    - Elektriciteitsmeter
    - watermeter
    - kabel/telefoon/internet/alarm
    - plaats de gasmeter waar mogelijk buiten het beschermd volume (verluchting)
  - ventilatie
    - luchtgroep/ventilator
    - leidingen
    - geluiddempers
    - afvoer condenswater
    - collectoren



fluvius.

299

## Technische ruimte(s)



- Verwarming/sanitair warm water
  - CV-ketel/warmtepomp/boiler
  - buffervat CV
  - elektrische aansluiting
  - toevoer verbrandingslucht
  - rookgasafvoer
  - afvoer condenswater
  - aansluiting bron warmtepomp
  - expansievaten
  - circulatiepompen
  - collectoren



Foto: Marleen De Roye

fluvius.

300

## Technische ruimte(s)



- Water
  - regenwaterpomp
  - collectoren
  - filters
  - drukregelaar
- Elektriciteit
  - Groepenkast (binnen beschermd volume, anders te veel doorboringen!)
  - omvormer(s) PV
- Algemeen
  - handleidingen
  - toestellen toegankelijk voor onderhoud en vervanging

**Laat architect op plan aanduiden waar wat komt in technische ruimte(s)**

*fluvius.*

.

301

## Technische ruimte(s)



- Oppervlakte:
  - vuistregel: 4% van de gebouwoppervlakte
- Plaats:
  - centraal
  - dicht bij natte ruimten
  - niet onder de trap
  - kort bij mogelijke aansluiting op warmtenet
- Voorzie 1 hoofdkoker boven/naast/onder technische ruimte

*fluvius.*

.

302

## Aandachtspunten

Technische ruimte(s)

**Asbest**

*fluvius.*



303

## Hechtgebonden asbest



schoorsteenpijpen

*fluvius.* Foto: Emilia Schaltin



keukendeurtjes

Foto: OVAM.be



koord rond deuren kachels

Foto: OVAM.be

304

## Niet-hechtgebonden asbest



gipspleister rond isolatie verwarmingsbuizen

Foto: Emilia Schaltin

fluvius.

305

## Asbest

### Woning verkopen die voor 2001 is gebouwd? Verplicht een asbestattest laten opstellen

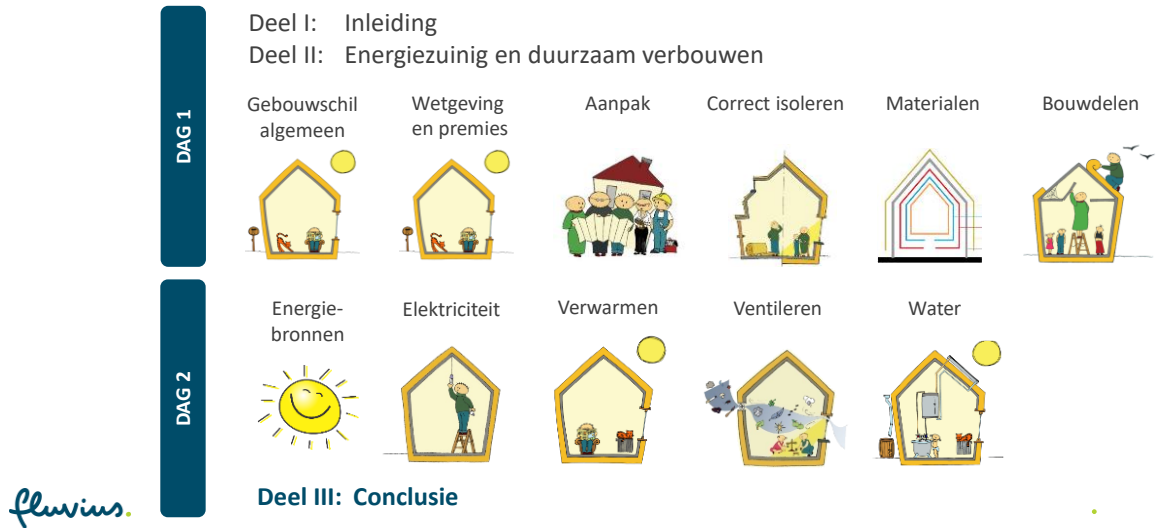
- Maak je woning (op termijn) asbestvrij
  - verwijderen hechtgebonden asbest
    - neem voorzorgsmaatregelen als je dit zelf doet
    - of kies aannemer met attest 'eenvoudige handelingen' of erkend asbestverwijderaar
  - verwijderen niet-hechtgebonden asbest
    - alleen door erkend asbestverwijderaar
- Verboden PV-panelen te plaatsen op asbest daken en onderdaken
- Hergebruik geen regenwater van asbestdaken, afvoerbuizen en goten
- Meer info op [www.asbestinfo.be](http://www.asbestinfo.be)

fluvius.

306

# Structuur Bouwfit

## VERBOUWEN



307



308

## Gebouwschil - installaties



Gebouwschil	Installaties
<b>Tegenstellingen</b>	
relatief lange levensduur	relatief korte levensduur
minder vaak onderhoud, maar op termijn wel grondiger	meestal regelmatig onderhoud (houd een onderhoudsboekje bij voor onderhoud)
<b>Raakpunten</b>	
raam-, muur-, dak- en vloerdoorvoeren	ventilatie, verwarming, dampkap, ontluchting, zonneboiler, PV
warmteverliezen	te installeren vermogen verwarmingsinstallatie
warmteverliezen	kostprijs verwarmingsinstallatie

**Zet eerst en vooral in op de gebouwschil!**

➤ **beperkt ook de investering in verwarmingsinstallaties**

fluvius.

309

## Kostenoptimale renovatie



- Vaststellingen uit onderzoek
  - investeringen, nodig om BEN (Bijna Energie Neutraal) peil te halen hangen minder af van oorspronkelijk energiepeil dan van **grootte en compactheid** bestaande woning
  - matig geïsoleerde woningen zijn kostenoptimaal moeilijker te renoveren tot BEN dan niet geïsoleerde woningen
  - in vrijstaande niet compacte en matig geïsoleerde woningen zijn vooral **investeringen in installaties** interessant om kostenoptimaal BEN te halen, de woning blijft niet optimaal geïsoleerd
- Conclusies
  - verbouw compact
  - breid niet onnodig uit
  - wanneer je ingrepen doet (ook gedeeltelijke vervanging, renovatie of uitbreiding), doe het grondig (als bij een nieuwbouw)

fluvius.

310

## Voorzie je op verandering



- Kies voor toestellen met herstelgarantie
- Plaats je installatie zo dat je alle onderdelen gemakkelijk kan demonteren, herstellen en vervangen zonder ze te beschadigen
- Hou rekening met veranderende functies van ruimtes
- Laat je installaties goed onderhouden, maak een onderhoudsplan
- Leg een voorraad filters aan (ventilatie, recirculatie dampkap, regenwater, droogkast, stofzuiger)
- Zo kan je de onderdelen lang behouden, later zelf hergebruiken of door anderen laten hergebruiken



Foto: feenstra.com

*fluvius.*

311

## Conclusie

Keuzes  
Informatie

*fluvius.*



312

## Informatie



- [www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie](http://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie)
  - informatie en brochures over energiebesparing, hernieuwbare energie, premies, energieprestatieregelgeving, energieprestatiecertificaat bij verkoop en verhuur
- [www.epbd.be](http://www.epbd.be)
  - productgegevensdatabank EPB
- [www.vreg.be](http://www.vreg.be)
  - informatie over elektriciteitsleveranciers, groene stroom

fluvius.

313

## Informatie over ventilatie



- Reeks van video's van Buildwise: [youtube.com/watch?v=pzxJQvtYZgo](https://youtube.com/watch?v=pzxJQvtYZgo)
- Website van de Belgische vakorganisatie voor ventilatie met video's over waarom en hoe ventileren: [ventibel.be](http://ventibel.be)
- Kies toestel en eventuele toevoeringen uit EPB-databank: [epbd.be](http://epbd.be)
- Alle EPB-gerelateerde info: [vlaanderen.be/epb-pedia](http://vlaanderen.be/epb-pedia)
- Systemen voor basisventilatie in residentiële toepassingen: [economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Publications/files/STS/STS-P-73-1-Systemen-basisventilatie-residentiele-toepassingen.pdf](http://economie.fgov.be/sites/default/files/Files/Publications/files/STS/STS-P-73-1-Systemen-basisventilatie-residentiele-toepassingen.pdf)

fluvius.

314

## Informatie verwarmen/elektriciteit



- <http://rescert.be/nl/lists>
  - lijsten gecertificeerde installateurs hernieuwbare energie (pelletketels, warmtepompen, zonneboilers, PV-installaties)
- [www.ode.be](http://www.ode.be)
  - informatie over hernieuwbare energie
- <https://in4fuels.be/nl>
  - informatie over verwarmen met stookolie
- [www.elgacert.be](http://www.elgacert.be)
  - informatie over verwarmen op aardgas
- [www.infowarmtepomp.be](http://www.infowarmtepomp.be)
  - website van de sector van de leveranciers van warmtepompen met algemene informatie

*fluvius.*

315

## Informatie verwarmen/elektriciteit



- [www.infozonneboiler.be](http://www.infozonneboiler.be)
  - infoplatform van de Belgische zonneboilerassociatie
- [www.rescoopv.be/welkom](http://www.rescoopv.be/welkom)
  - federatie van verenigingen en coöperaties van burgers voor hernieuwbare energie uit België
- <https://www.energieid.be/>
  - tool om verbruiken op te volgen en te vergelijken

*fluvius.*

316

## Informatie water



- Infosessie water voor meer uitgebreide info: zie verder bij cursusagenda Dialoog
- [www.vmm.be](http://www.vmm.be)
  - professionele informatie over waterbesparing, regenwatergebruik, infiltratie en afvalwater
  - rekenmodel waterfactuur
- <https://infiltratiewaaiër.waterbewustbouwen.be/>
  - ondersteunt architect bij 'waterrobuust' bouwen en waterhuishouding
  - wetgeving
  - infiltratiewaaiër
- [www.belgaqua.be](http://www.belgaqua.be)
  - conforme apparaten en goedgekeurde beveiligingen
  - technische voorschriften voor binneninstallaties
  - info over waterbehandeling (waterverzachters)

*fluvius.*

317

## Meer info: infosessies 2025



- **Avondsessies**
  - Dakisolatie
  - Raam- en muurisolatie
  - Hou je huis koel
  - Ventilatiesystemen
  - Energiezuinig verwarmen
  - Warmtepompen
  - Zin en onzin van zonnepanelen
  - Warm water in huis
  - Wat met regenwater: een waterput of een groendak?
  - Circulair bouwen
  - Op huizenjacht: weet wat je koopt
  - Alternatieve verwarmingsopties voor elektrische accumulatie
  - Digitale meter
  - Snelle energiebesparing
  - Energiedelen

*fluvius.*

- **Tweedaagse cursussen**
  - Bouwfit Renovatie
  - Bouwfit Nieuwbouw
- **Blijf op de hoogte van nieuwe data**  
[www.dialoog.be/ezine](http://www.dialoog.be/ezine)
- **Meer info, data en inschrijvingen**
  - [www.dialoog.be](http://www.dialoog.be)
  - [info@dialoog.be](mailto:info@dialoog.be)
  - tel 016 23 26 49
  - [Facebook](#)
  - [LinkedIn](#)



318

## Duurzaam aankoopadvies

Huis kopen? Laat een van onze deskundige en onafhankelijke adviseurs je bijstaan!

- We komen samen met jou **ter plaatse**
- We bekijken de **vochthuishouding, energieprestatie, ventilatie, verwarming, ...**
- We bekijken samen met jou wat mogelijk is en wat **concrete en haalbare renovatiestappen** zijn voor deze woning
- We bekijken kritisch **de ontvangen info** van de verkoper

Kostprijs: **190 euro exclusief verplaatsingskosten** (2 euro per km vanuit Wijgmaal, Leuven) en 21% btw

**Meer info:** [www.dialoog.be](http://www.dialoog.be)

fluvius.



319

## Onafhankelijke offertecontrole

Offertes zijn voor een doorsnee verbouwer vaak moeilijk te beoordelen en vergelijken. We helpen je graag verder!

- Jij vraagt de offertes aan
- Wij doen een grondig nazicht van de volledigheid, beschrijving en voorwaarden

Kostprijs: omdat de werkhoeveelheid erg afhankelijk is van de offerte vragen we een uurtarief van **85 euro/uur exclusief btw**

**Meer info:** [www.dialoog.be](http://www.dialoog.be)

fluvius.



320

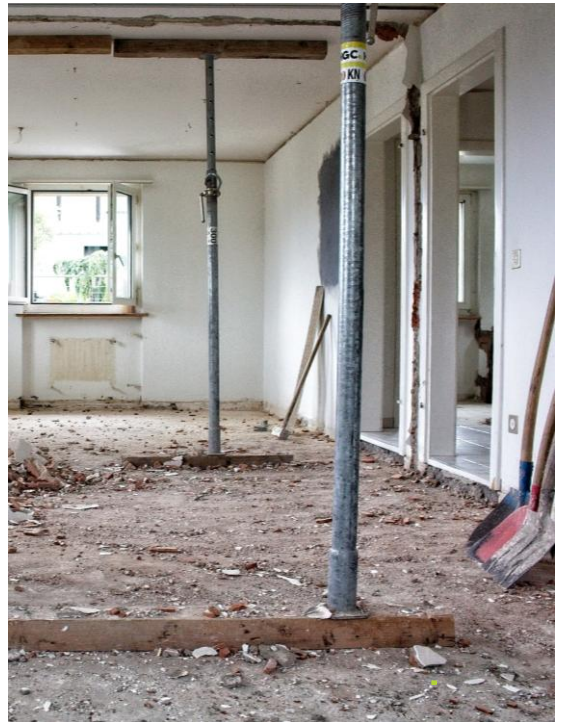
## Duurzame verbouwbegeleiding

Wil je een doorgedreven ondersteuning bij je verbouwing?  
We kunnen je helpen bij:

- Opmaak van een technisch bestek
- Prijsvraag bij aannemers
- Controle van offertes
- Technische ondersteuning bij de uitvoering van de werken
- ...

Kostprijs: in regie, uurtarief van **85 euro/uur exclusief btw**

Meer info: [www.dialoog.be](http://www.dialoog.be)



fluvius.



321

## Nog vragen?

- Kijk eerst op 'Info en tips over (ver)bouwen' op [www.dialoog.be](http://www.dialoog.be)
- Technische vragen over alle aspecten van duurzaam (ver)bouwen?
  - voor individueel advies bij grondige verbouwing of nieuwbouw: provinciale Steunpunten Duurzaam Wonen en Bouwen



- Vragen over verschillende (steun)maatregelen voor energie-investeringen en renovatiewerken?

Neem contact met je [energiehuis](http://energiehuis)

fluvius.



322

## Bouwprofessionelen op dezelfde golflengte

Werk samen met **bouwprofessionelen** die hetzelfde doel voor ogen hebben als jij

- Gecertificeerde aannemers en installateurs (verplicht voor energiepremies)
- Erkende verslaggevers
- Architecten
- Bouwprofessionelen duurzaam bouwen algemeen



fluvius.

324

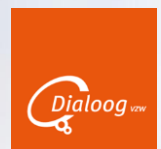


## Nog vragen?

Opmaak cursus: Arch. Marleen De Roye, Ir. Emilia Schaltin,  
Ing. Dirk De Meyer

© Dialoog vzw

fluvius.  
Tot bij u



325