

Basiscursus

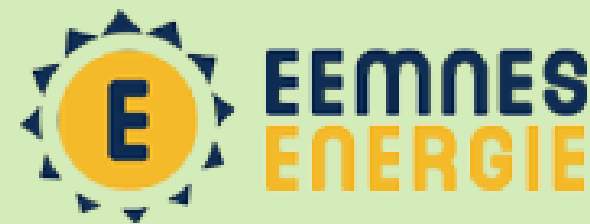


Hanke Mauser / Robert Tersmette

jan '21

Duurzaam energiegebruik





voor
energie
coaches
die
graag
bij
de
mensen
thuis
komen

Hoe kun je het beste CO₂ besparen in een woning, als het gaat om
bouwkundige- en installatietechnische werkzaamheden *²

Welke vragen kun je allemaal stellen bij maatregelen voor het
verduurzamen van een huis *³

Wat doet een energie besparende maatregel, welke invloed hebben ze
op elkaar en wat is de beste volgorde? *⁴

Wat is de wens van een bewoner en is de maatregel toepasbaar in de
woning *⁵



DAGDEEL 1

BOUWKUNDIG

- algemeen
- isolatie gevel
- isolatie vloer
- pauze
- kozijn en glas
- kierdichting

LICHT UIT
LED AAN

TRUI AAN
SLOFFEN AAN

DAGDEEL 2

- isolatie dak

INSTALLATIES

- Zonnepanelen
- pauze
- warmtepompen
- pelletketels
- ventilatie

GORDIJNEN
DICHT

DAGDEEL 3

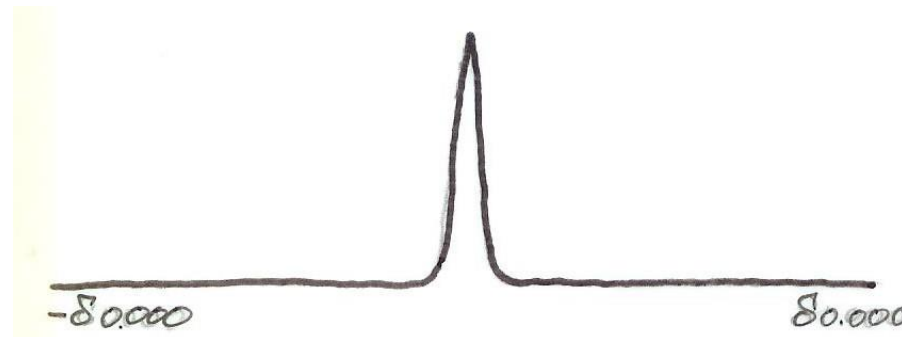
PRAKTIJK

- Woningbezoek
 - opgedeelde groepen
 - 2 uur per groep

programma



**hun huis
hun leven
hun portemonnee**



**fossiele brandstof is
niet hernieuwbaar
of in x miljoen jaar**

**wie heeft er nog een kolenkachel?
wie stookt er nog houtvuur?
wie slaapt met het raam open?**

**onze aarde
onze toekomst
onze verantwoordelijkheid**

**van grotwoning
en berenvel
naar passiefhuis
en t-shirt**

ALGEMEEN

warmte en vocht

hoe warmer, hoe meer vocht erin kan
vocht is een warmtedrager
condens op koude vlakken
benauwde lucht
schimmels en bacteriën

natuur en evenwicht

er is altijd
overdracht van
veel naar weinig

TRIAS ENERGETICA



klimaat

CO2 houdt warmte vast op aarde



hogere gemiddelde temperatuur



meer vocht in de lucht, meer wind,
uitzetting zeewater



meer regen, meer overstromingen

na isolatie van de woning

oververhitting in de zomer
Relatief meer geluid van binnenuit

CATEGORIEN

b-tje besparing, b-tje comfort

vloer, bodem, dak (koud, omgekeerd),
kierdichting,

hybride warmtepomp
ventilatiebox, decentrale WTW

stap voor stap

alle beetjes helpen
de juiste volgorde
wat je doet, doe je goed

DOEN

spouwmuur isolatie
enkel glas vervangen
zonnepanelen

natuurlijk moment

onderhoud en verhuizing
dubbel glas vervangen,
kozijn, dak, gevel,

LTV, CV, infrarood,
volledige warmtepomp,
WTW, douche WTW

idealen & geld

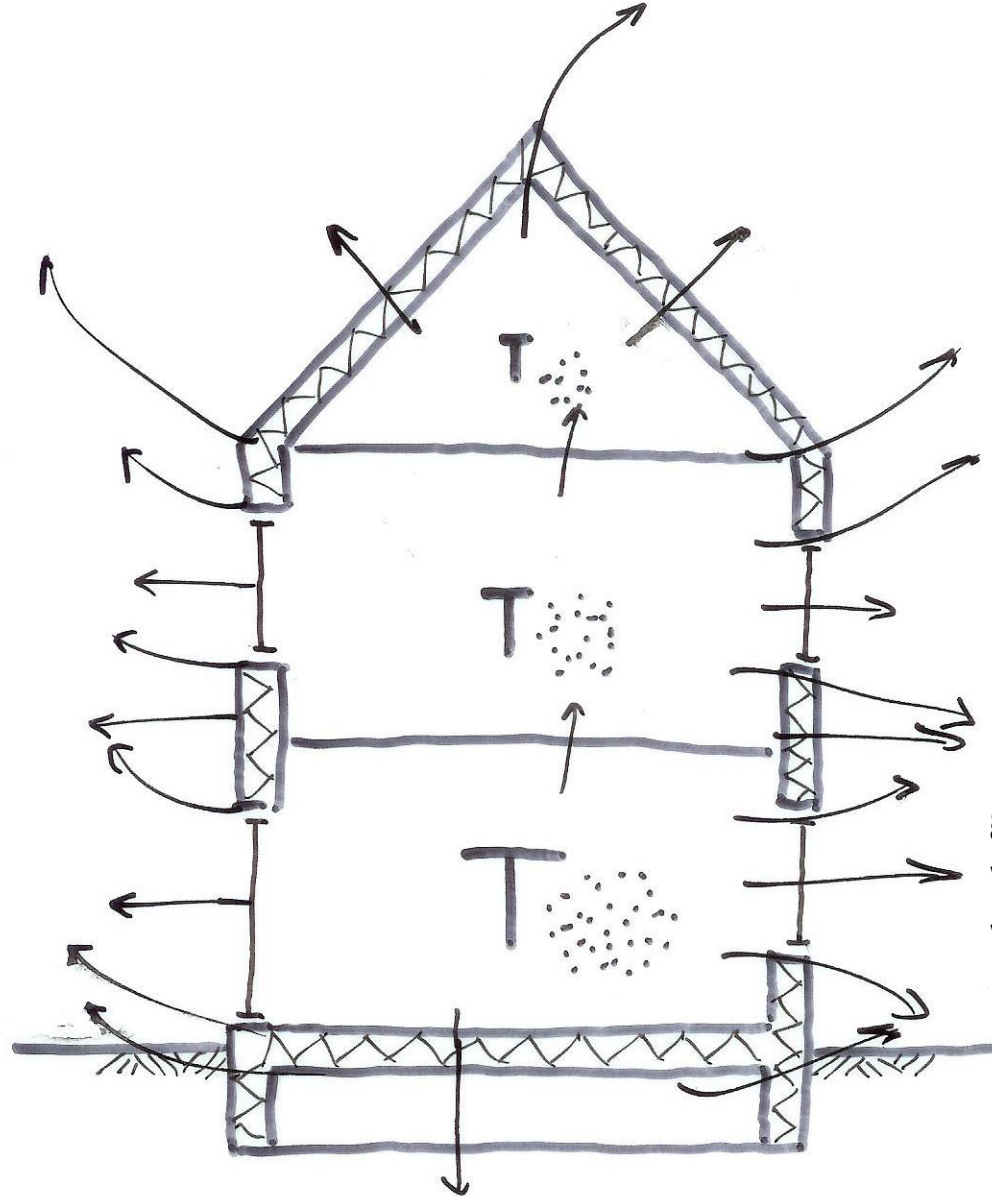
NOM, BENG, passief,
nul energie, klimaatneutraal,
aardgasvrij,
circulair, off grid

ISOLATIE

isoleren is stilstaande
droge lucht creëren

warmteverlies door
constructie,
kieren en naden
tocht komt ongevraagd
en ongericht

lange levensduur
weinig onderhoud
comfort



WEG MET
koudeval
schimmel
condens binnen
tocht

glas is het grootste
warmte-lek in een
woning

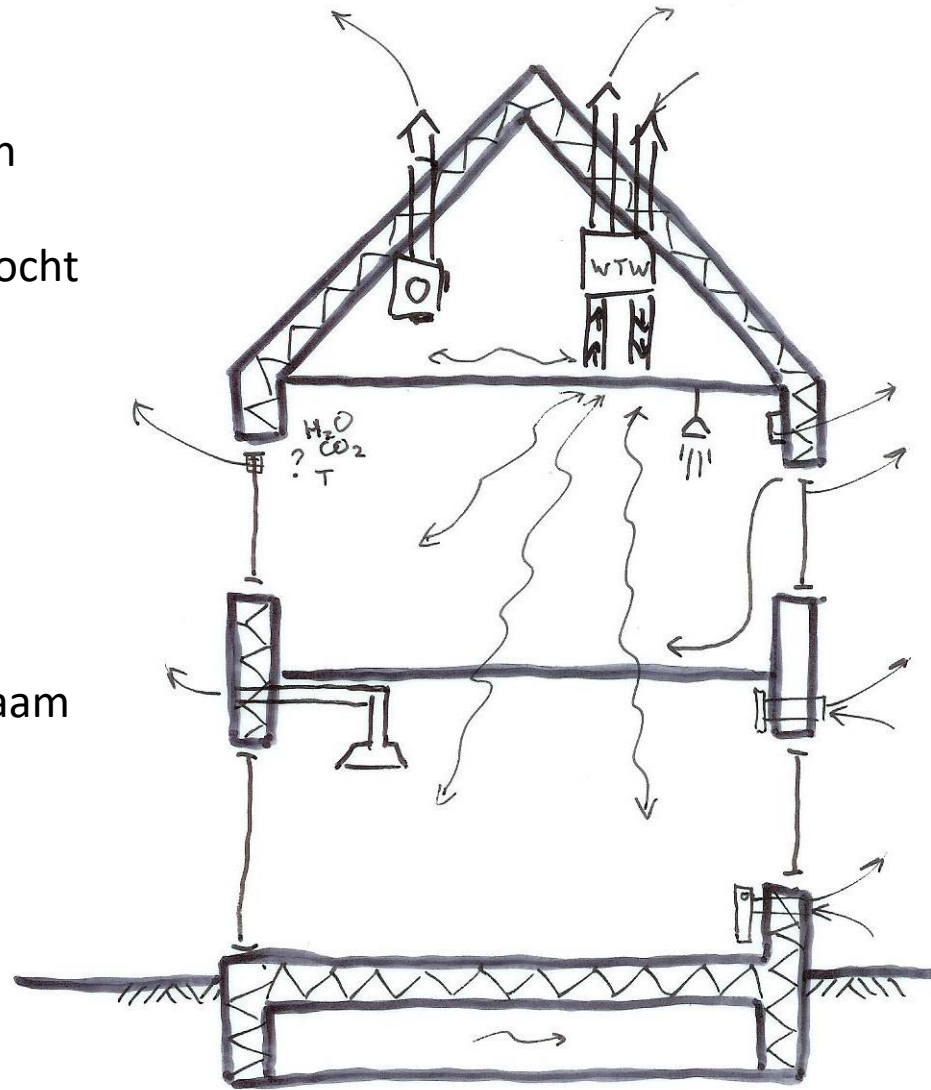
VENTILATIE

vochtige vuile lucht
en CO_2 eruit
zuurstof erin

natuurlijk
mechanisch
winddruk
 T , CO_2 en vocht
decentraal
centraal

haard ??
kachel ??
slapen met raam
open ??

onderhoud
schone kanalen
levensduur



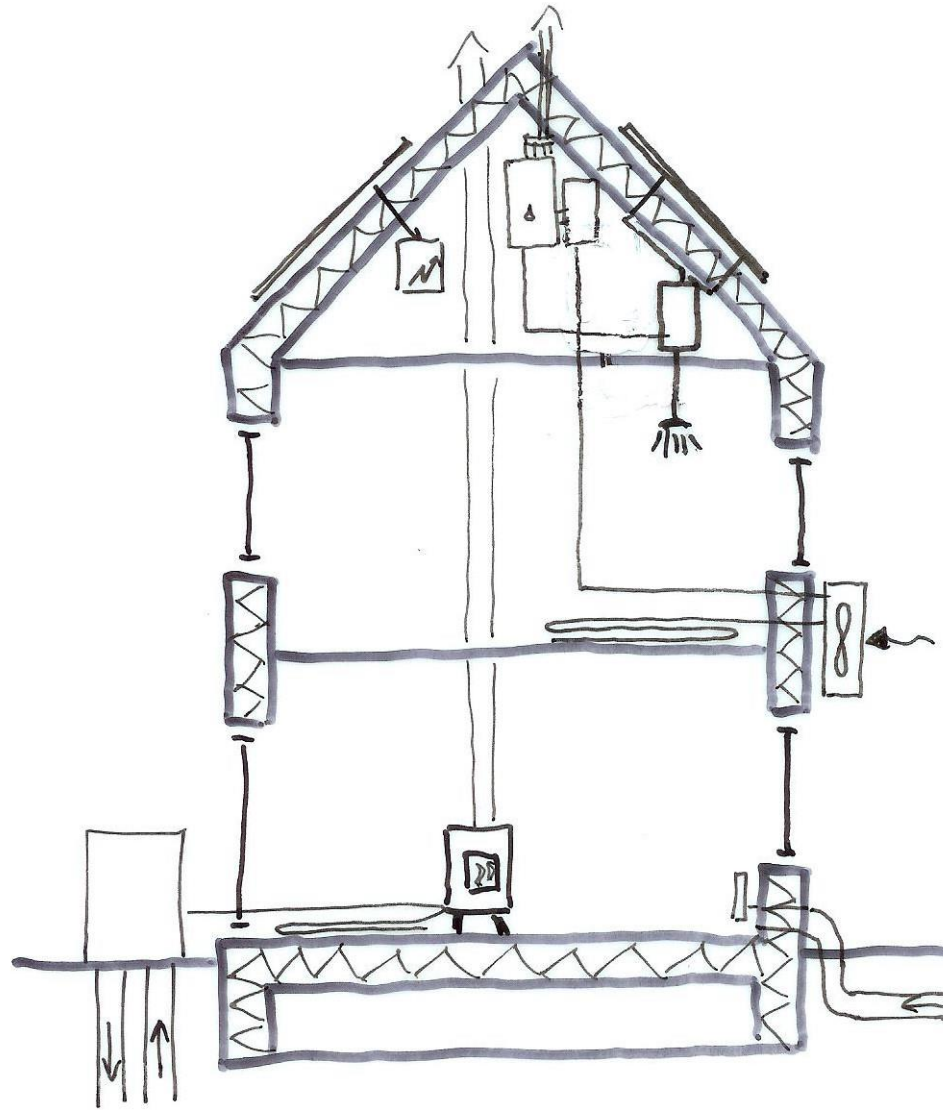
ventileren is niet
hetzelfde als
doorluchten

vloerverwarming
en
ventilatioeroosters
zijn geen vrienden

OPWEKKING HERNIEUWBARE ENERGIE

zonnepanel
zonneboiler
heatpipes
hybride panelen
volledige warmtepomp
hybride warmtepomp
ventilatiewarmtepomp
pelletkachel

restwarmte
biogas
biomassa
geothermie
waterstof
windenergie



75 % verwarming
25 % tapwater

zon
lucht
bodem
water

WAT IS WARMTEWEERSTAND

Rc-waarde in $\text{m}^2\text{K/W}$

constructie
oppervlakte
materiaal
temperatuur

R-waarde

hoe hoger hoe beter

U-waarde van glas

hoe lager hoe beter

R-waarde van

materiaal

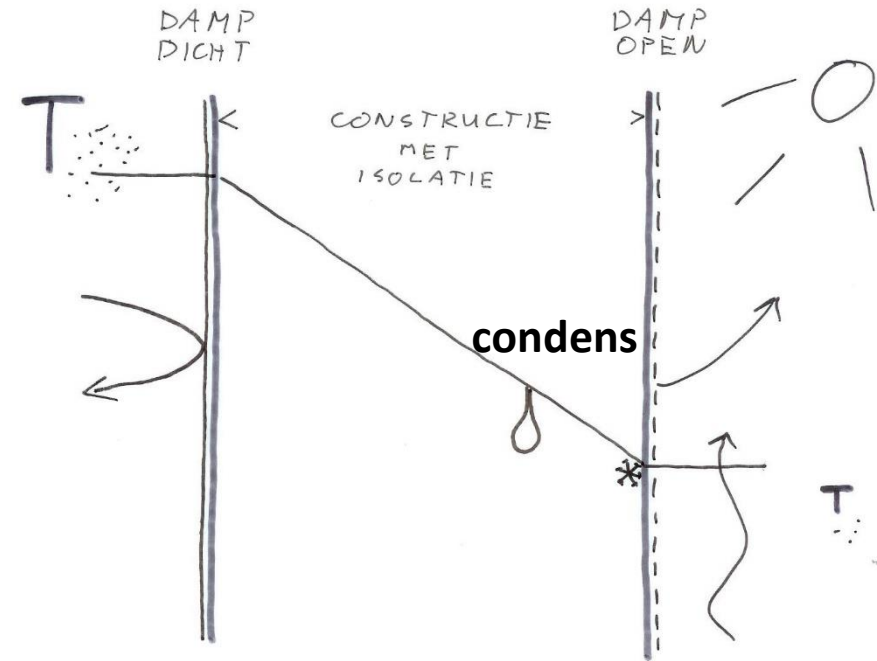
declared

lucht op lucht

massa en natuurlijke materialen



hebben een betere warmtebuffer



condens ontstaat aan de
koude kant, dus
daar moet je ventileren

IS ER EEN MATCH ?

ongeïsoleerd

matig geïsoleerd



geïsoleerd



geïsoleerd



goed geïsoleerd



goed geïsoleerd



natuurlijke ventilatie beperkt te regelen

mechanisch ventilatie met max. 3 standen



winddruk gestuurd ventilatie opening kleiner bij meer wind



vraag gestuurde ventilatie op basis van temperatuur, CO₂ en vocht



decentrale wtw regelt één ruimte met warmteterugwinning



balans ventilatie regelt de gehele woning met warmteterugwinning



ISOLATIE IN DE TIJD

dikte isolatie in cm

bouwjaar	vloer / bodem	spouw	dak	ventilatie	toelichting
tot 1925	geen	geen*	geen	natuurlijke toe- en afvoer	* geen spouw
'25 – '70	geen	geen	geen	natuurlijke toe- en afvoer	
'70 – '80	2 - 4	2 - 4	2 – 4	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	
'80 – '90	6	6	6	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	
'90 – '00	8	8	8	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	
'00 – '10	10	10	10	natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	
'10 – '20	12+	12+	12+	vraag gestuurde ventilatie	

CIJFERS EN SITES

G 1500 m³ /j 79 cent per m³ € 100/mnd

E 3200 kWh/j 23 cent per kWh € 60/mnd

netwerkkosten elektra € 250 /j

netwerkkosten gas € 200/j

10 cm isolatie $\triangle R_c = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

10 cm PIR of PIF $\triangle R_c = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

HR++ glas $\triangle R_c = 1,0 \text{ m}^2\text{K/W}$

warm edge $\triangle R_c = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$

ISSO verklaring BCRG

www.bcrgr.nl

besparingscijfers

www.milieucentraal.nl/

subsidie

www.energiesubsidiewijzer.nl/

algemene vragen over energie

www.consuwijzer.nl/energie

algemene vragen over bouw en installaties

www.joostdevree.nl

vragen over zonnepanelen

www.zonnepanelen.net

$$\frac{7,5 \times \text{oppervlak}}{R_c} = \dots \text{ m}^3 \text{ gasverbruik/jaar}$$

formule $R = d/\lambda$

10 cm vlaswol

$$R_d = 0,1/0,038 = 2,6 \text{ m}^2\text{K/W}$$

er gaat 1W door 2,6 m² per graad verschil, per sec.

formule $U = 1/R_{\text{lucht}}$

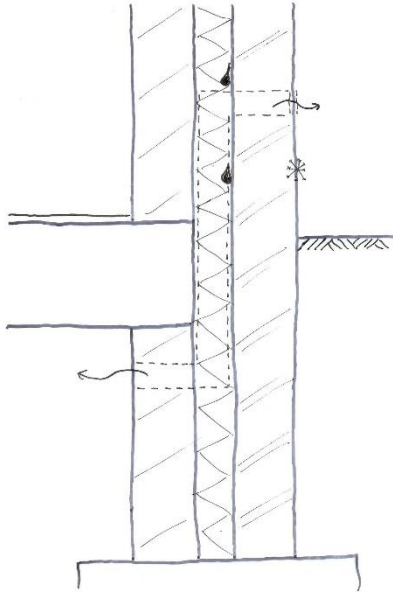


ISOLATIE VAN DE GEVEL

isolatie spouw

HR++ parels
bioparels
glaswolvlokken
Enverifoam
PUR
UF

steensoort
voegwerk
schilderwerk
stuukwerk
betimmering

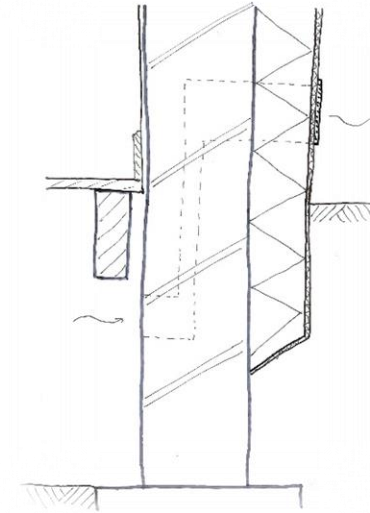
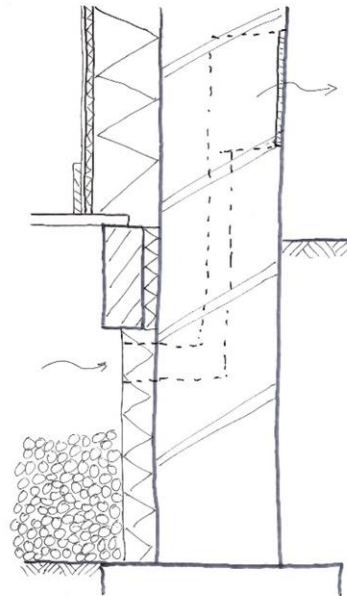


praktijk

bereikbaarheid
ventilatiekokers
spouwborstels
boorpatroon

koudeval is verdwenen

geluid
comfort
besparing
brand
damp
impregneer



isolatie buiten

EPS
steenwol
Resol
houtvezel

stucwerk
schildsteen
strips
leien

isolatie binnen

XPS, PIR, EPS
diverse wollen

en isolatie van
de kruipruimte

SPOUWMUUR



ISOLATIE IN DE SPOUWMUUR



SPOUWMUUR ISOLATIE



ISOLATIE BINNEN



ISOLATIE BINNEN

polystyreen
lijmwerk



ISOLATIE BUITEN

polystyreen
lijmwerk
maaiveld
kozijnen
hwa
zonwering
buitenkraan
verlichting
goot
buren
vergunning

afwerking
groter opp.



ISOLATIE BUITEN

lijmwerk met steenstrips

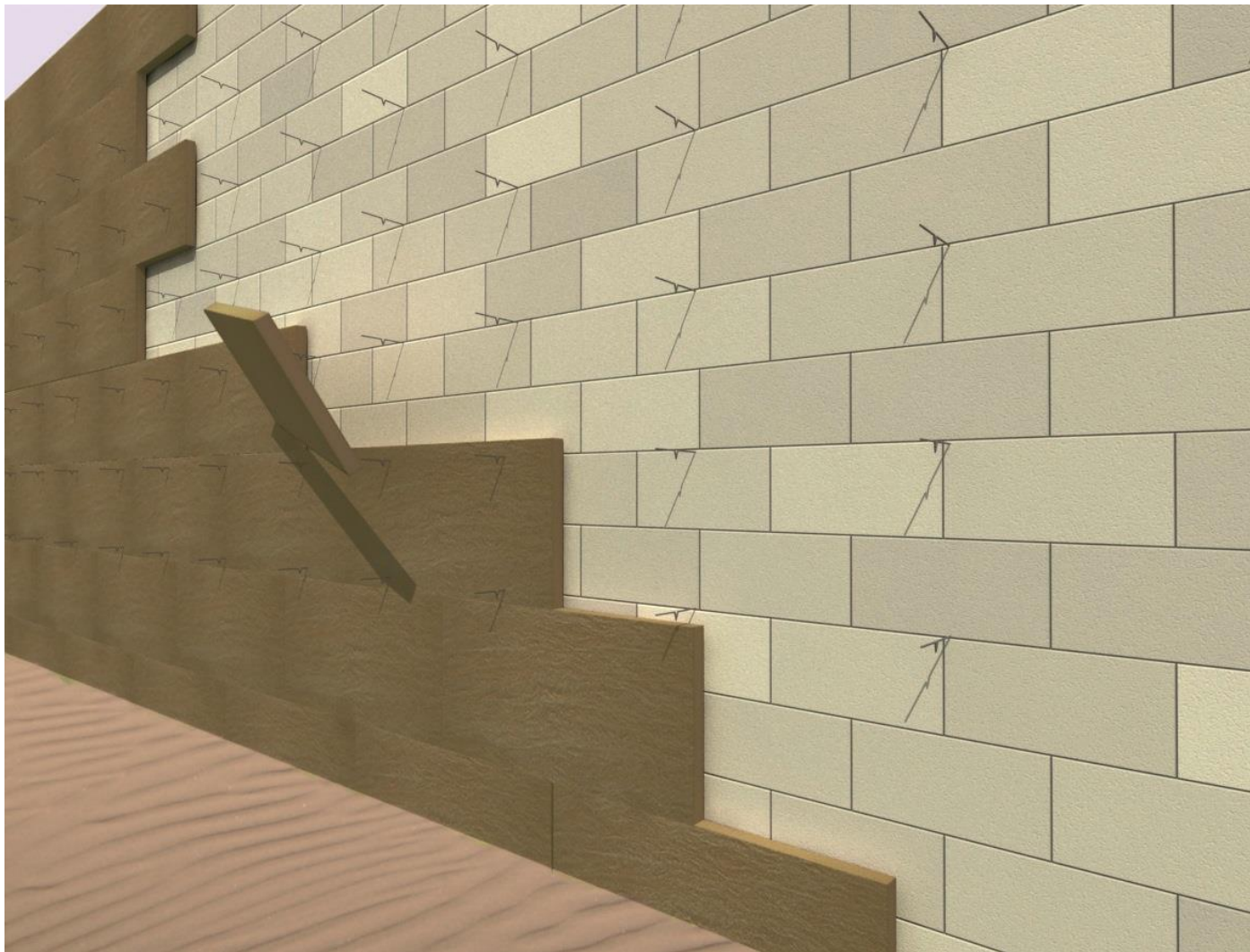


shingles met zwakke
ventilatie achterlangs



ISOLATIE BIJ NIEUWBOUW

steenwol platen

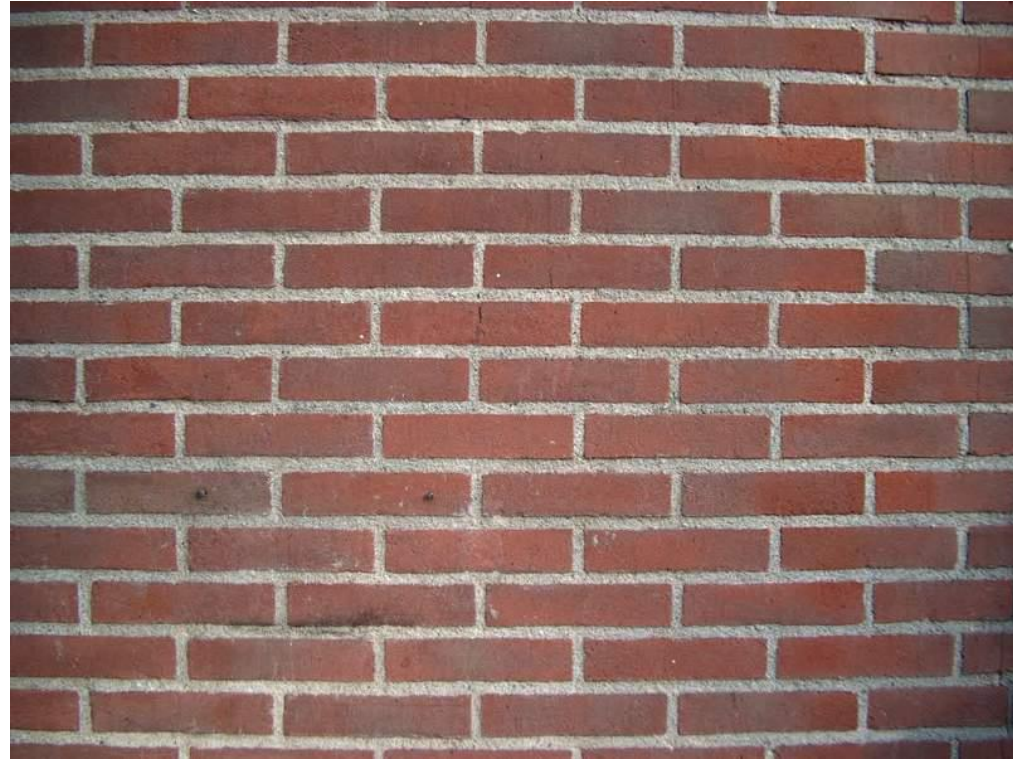


METSELWERK GEVELS

handvorm stenen
geschilderd
steens muur

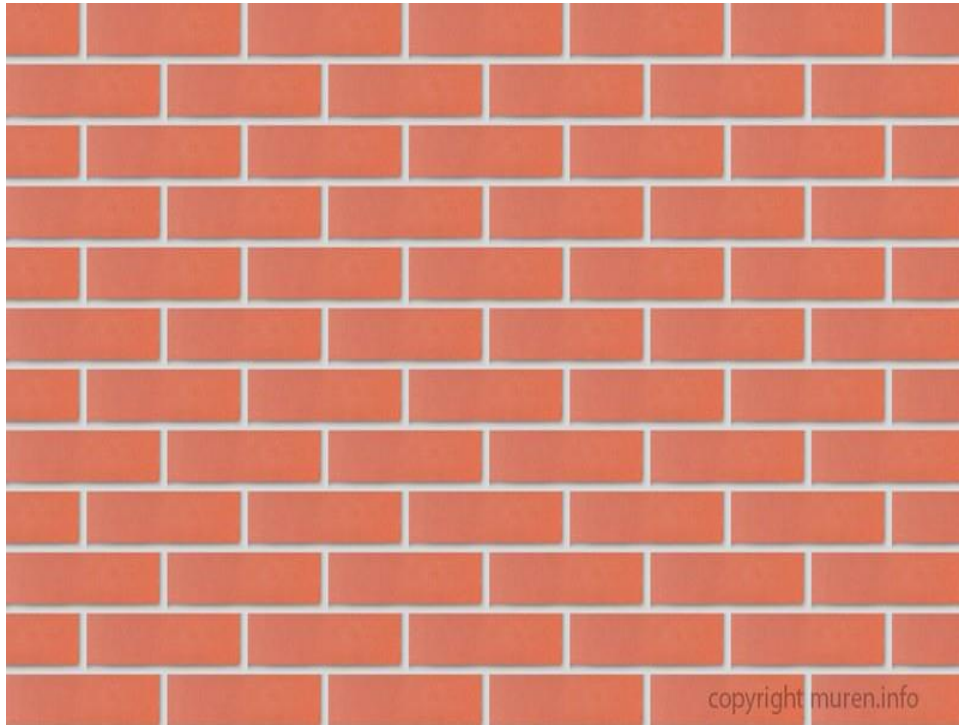


vormbak stenen
half steens verband



METSELWERK GEVEL, ONGESCHIKT

strengpers stenen



*73

glas

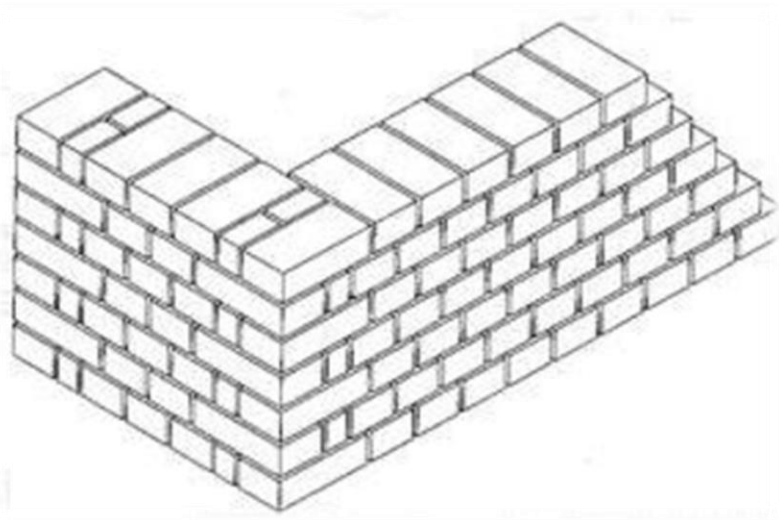


glazuur

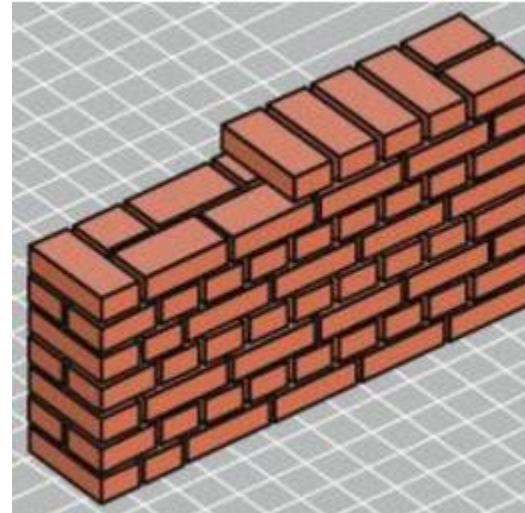


METSELWERK GEVEL STEENS

koppenverband

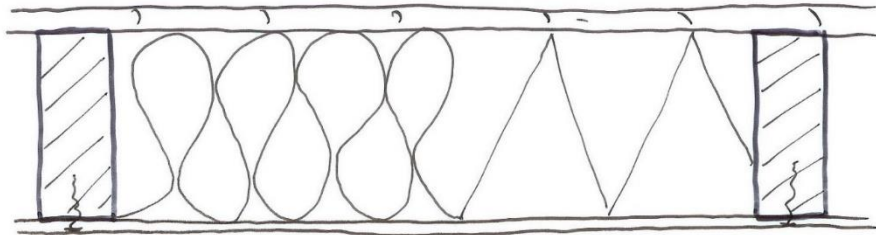


kruisverband

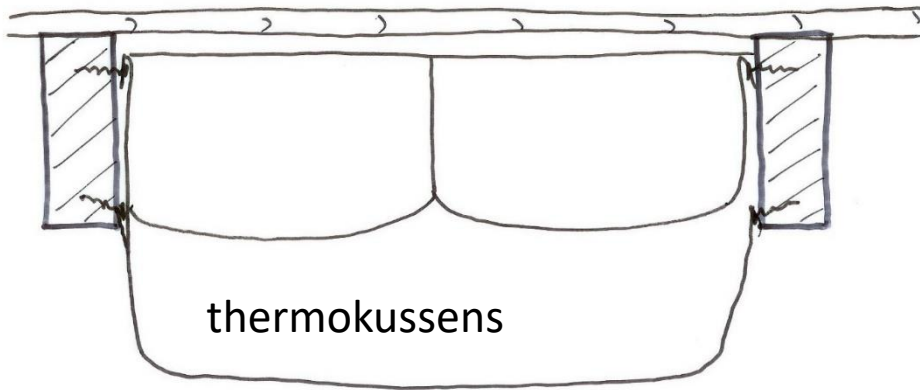


ISOLATIE VLOER IN KRUIPRUIMTE

houten balklaag



Ecose, EPS



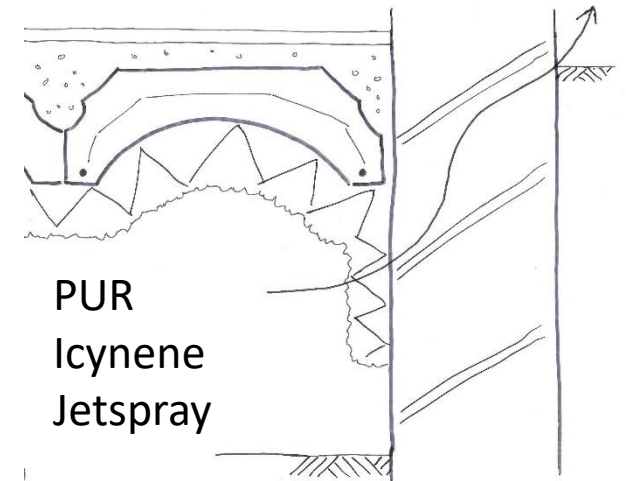
thermokussens

droge kruipruimte

hoogte min. 50 cm
kruipluik
leidingwerk
onderhoud
geen water
puin
knaagdieren
compartimenten

bodemfolie

beton
broodjesvloer
NeHoBo
Kwaaitaal
Manta



PUR
Icynene
Jetspray

noppenfolies
thermoskussens
EPS

THERMOSKUSSEN EN BODEMFOLIE



PIF, PRESTATIEFOLIE



GESPOTEN ISOLATIE

Energie
Verbonden
In 't Gooi



MINERALE WOL

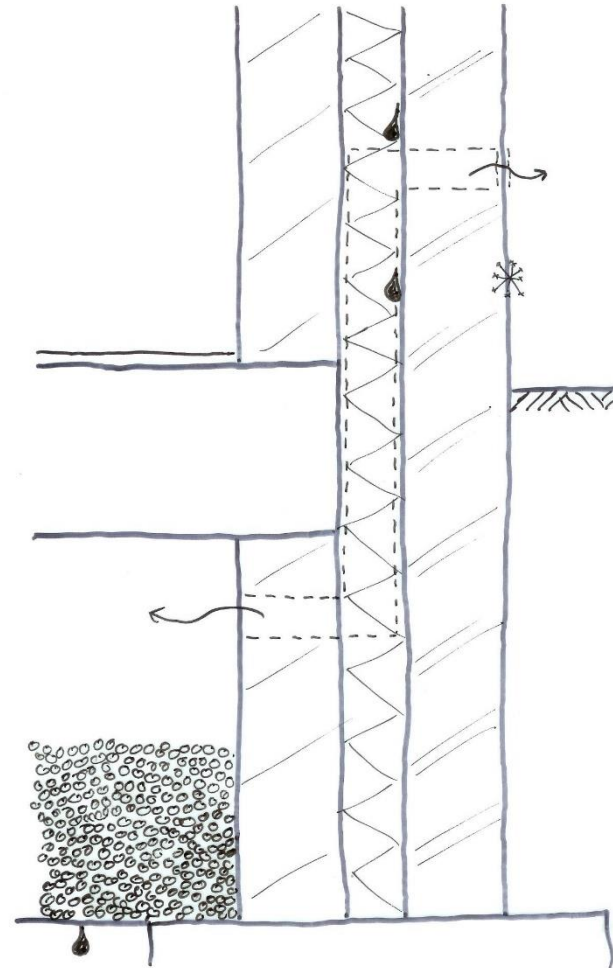


droge kruipruimte

hout
beton
steenachtig

compartimenten
kruipluik
leidingwerk
onderhoud
puin

hoogte 30-50 cm
water in de kruipruimte



**kruipruimte
ventilatie sterk
verminderen**

PS bolletjes
PS chips
hygrolatie dekens
schelpen

PIEPSCHUIM CHIPS EN PARELS



CHIPS IN ZAKKEN

hygrolatiedekens
en isolatie van de funderingswand



WAT KLOPT HIER NIET ?

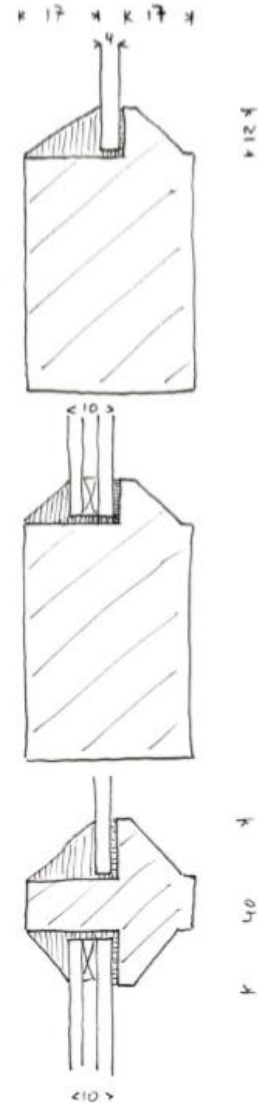


GLAS EN KOZIJN

hout
kunststof
aluminium
staal
geïsoleerd kozijn
thermisch onderbroken kozijn

dubbel glas
monumentenglas
glas-in-lood
HR+ HR++
triple
kierdichting
ventilatieroosters

oud raam

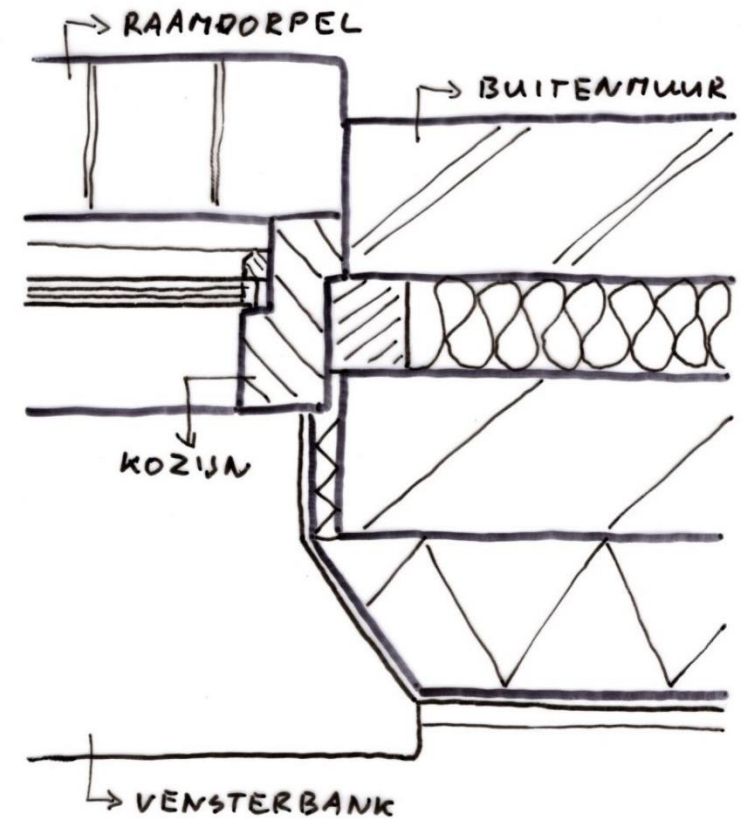


enkel glas
 $R=0,2$

raamhout
 $R=0,2$

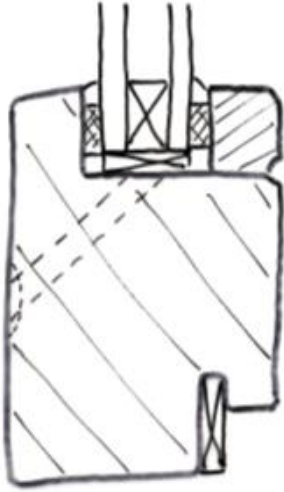
Monu glas
 $R=0,5$

renovatiekozijn

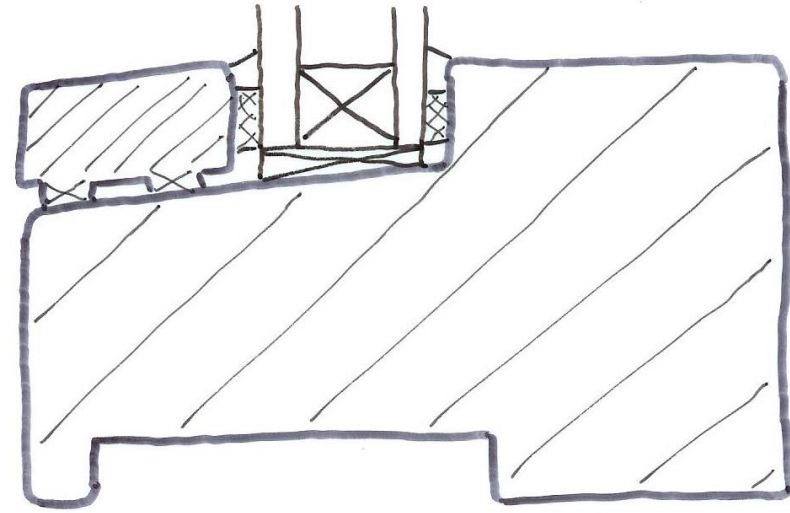


GLAS EN KOZIJN

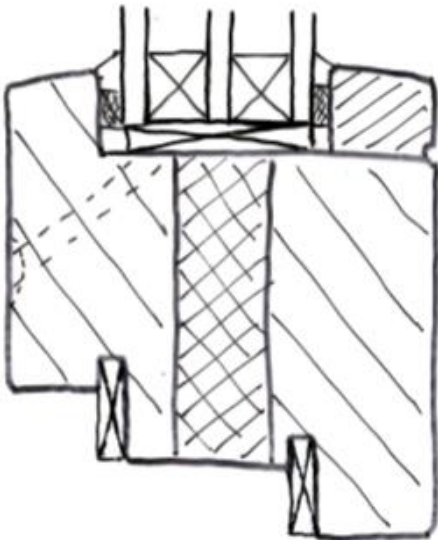
raamhout
met dubbel
glas



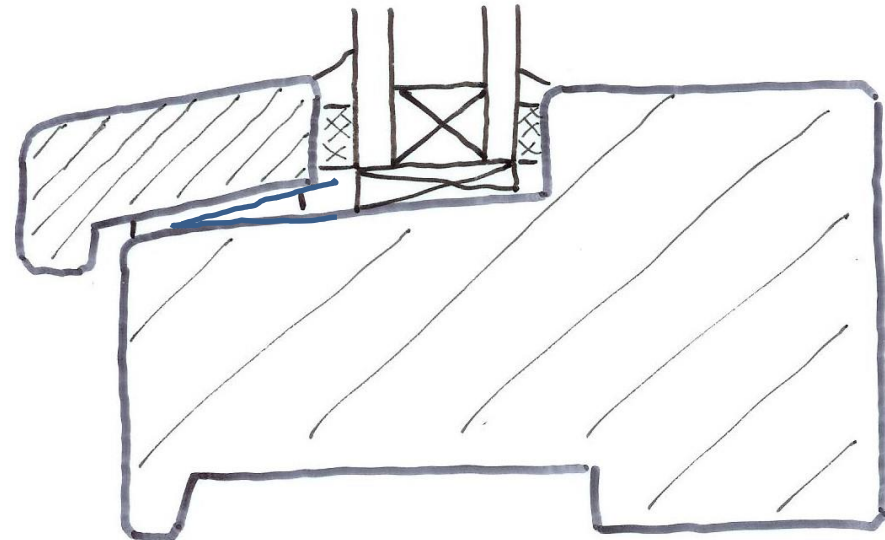
kozijnhout
met
ventilatie
glaslat



geïsoleerd
raamhout
met triple
glas

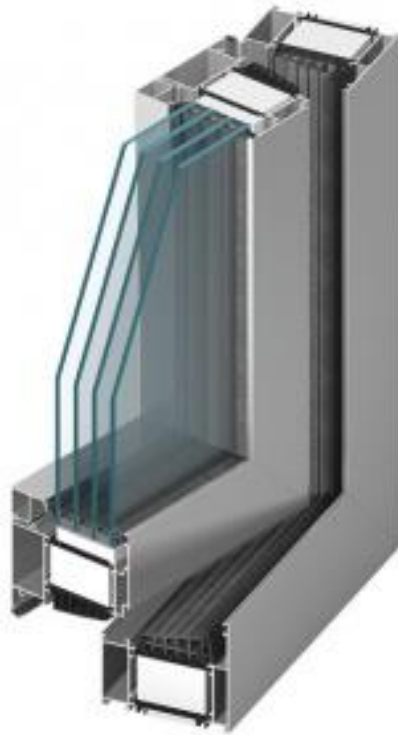
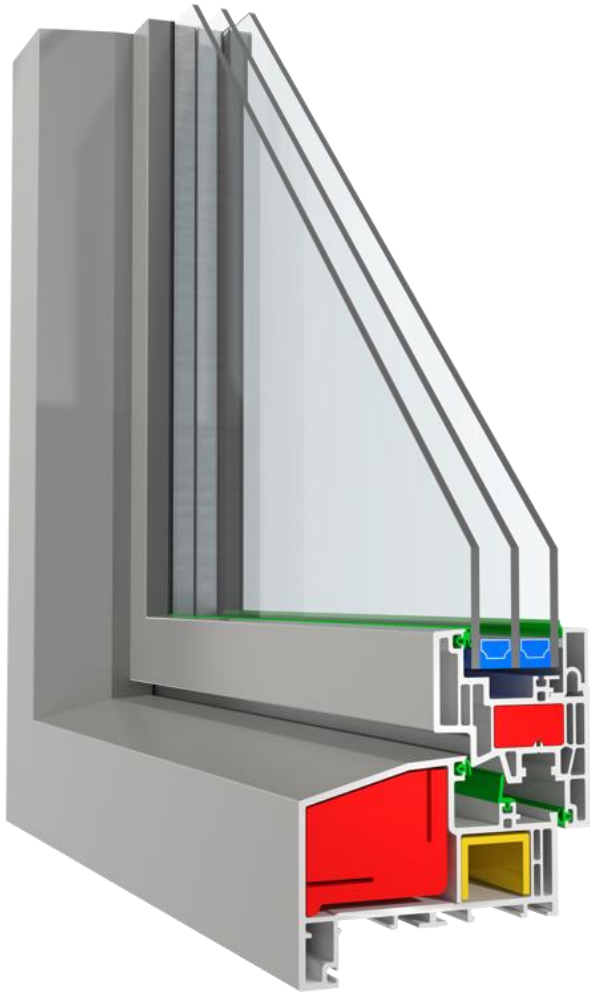


kozijnhout
met neuslat

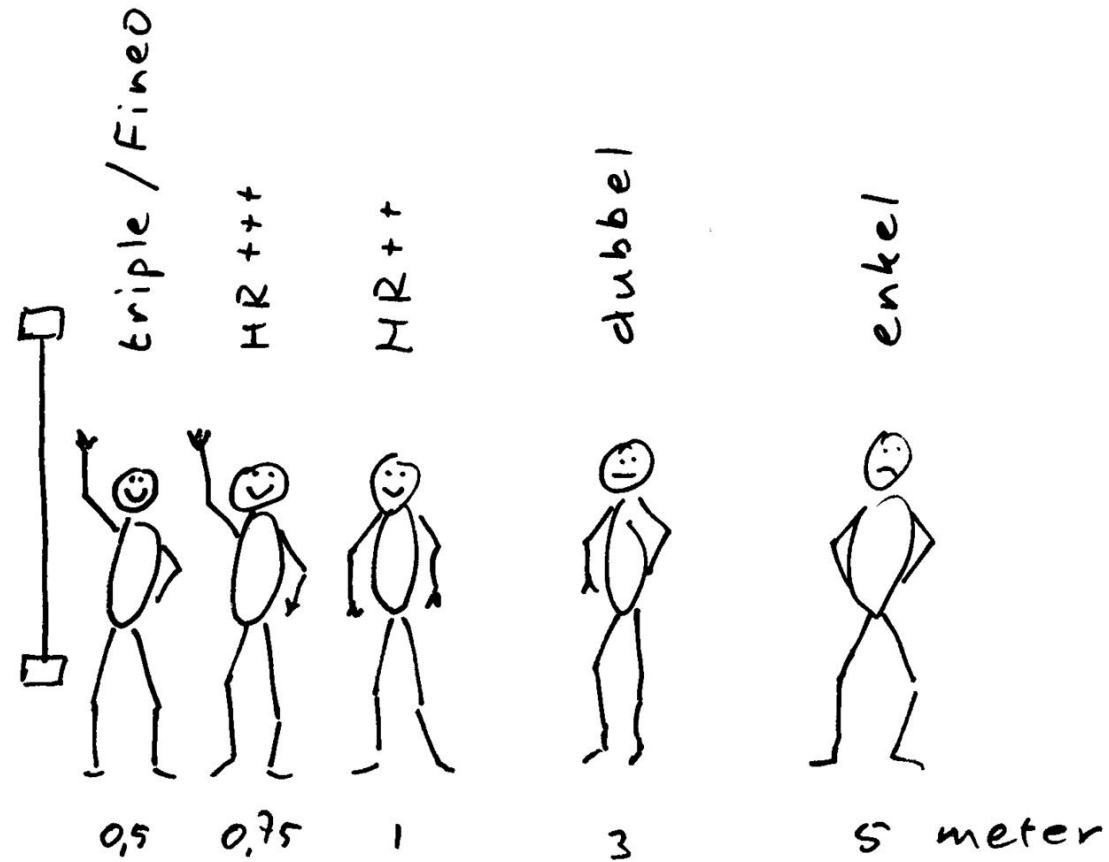


GLAS EN KOZIJN

geïsoleerd kunststof,
aluminium en hout



TOT HOE VER VOEL JE DE KOU



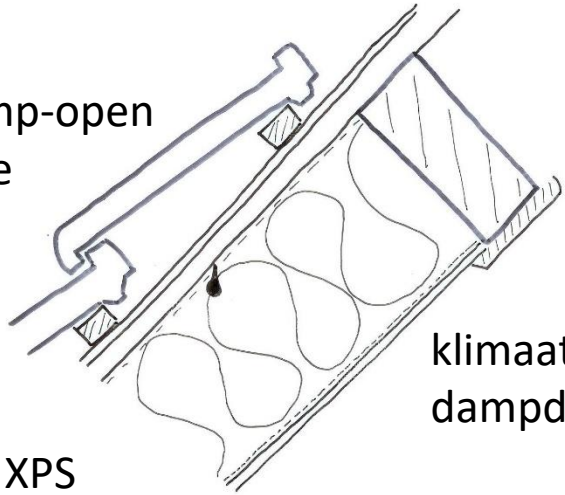
WARMTEDOORGANG EN WEERSTAND VAN GLAS

	U-waarde	R-waarde
	W/m ² K	m ² K/W
enkel glas	5	0,2
achterzet glas	4	0,25
oud dubbel	3	0,33
HR	2	0,5
HR+	1,5	0,66
HR++	1,1	0,9
HR++ warm edge	0,8	1,25
Triple/ Fineo	0,6	1,66

ISOLATIE DAK

hellend

damp-open
folie



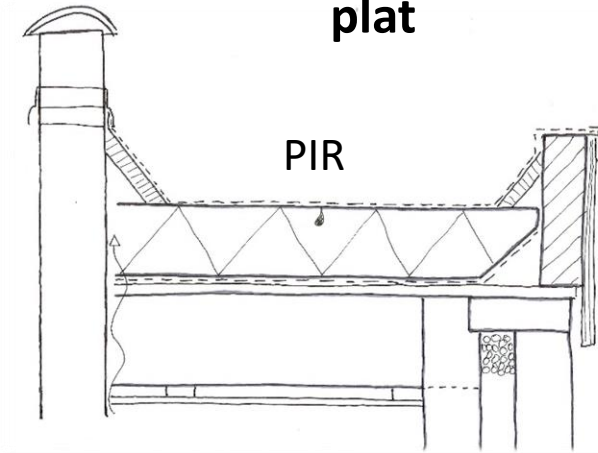
klimaatfolie
dampdichte folie

XPS
PIR
minerale wol
vlaswol
cellulose

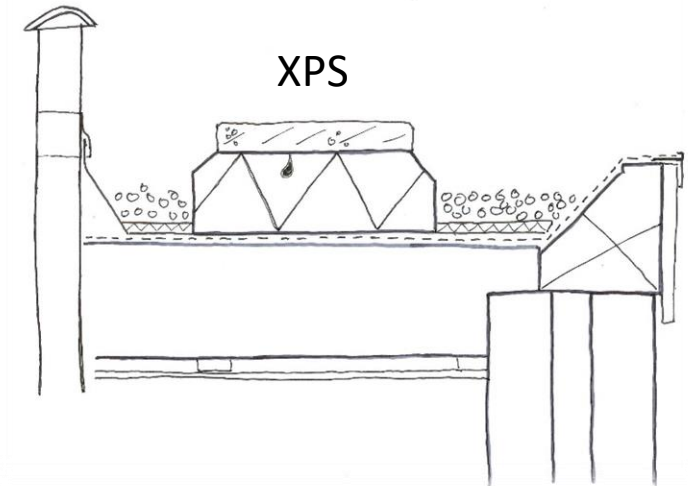
pannen
bitumen
EPDM
zink
leien
pvc

staat van onderhoud
plaatsing zonnepanelen
hoogte van de opstanden
monument of niet
draagkracht

plat



een plat dak isoleer je buiten



bereikbaarheid met
hoogwerker, steiger

SPIJKERFLENS DEKEN

minerale wol met
aluminium folie
als dampdichte laag



OMGEKEERD DAK ISOLATIE

ballast van stoeptegels
randen vrij met grind
hwa verlegd



WARM DAK ISOLATIE

PIR platen
waterkerende
laag nog aan te
brengen

EPDM
Bitumen
PVC



verjonging isolatie tpv het overstek

DAKOPSTANDEN EN DOORVOERINGEN

opstanden



GROEN DAK



DAKONDERHOUD



ZELF DOEN

steenwol isolatie
zoldervloer



ISOLEREN ALS HET KAN

WARMTEPOMPEN ALS HET MOET

ZONNEPANELEN ALTIJD GOED

ISOLEREN

gaat lekker lang mee
comfort
korter stookseizoen
geen gasaansluiting
laag temperatuurverwarming LTV
stralingspaneel
weinig onderhoud

INSTALLEREN

is er plek
levensduur beperkt (schakelen, vorst)
aansluiting meterkast
CO₂ besparing tot 100%
geluid (standaard, vorst)
jaarlijks onderhoud

BEDENK

opslag energie van zomer tot winter
overproductie zonnepanelen en de vergoeding



zonnepanelen kunnen altijd, desnoods in de buurt

volledige warmtepomp hoort bij geïsoleerde woningen en laag temperatuur verwarming

hybride warmtepompen horen bij een gasaansluiting en kan bij hoog temperatuur verwarming

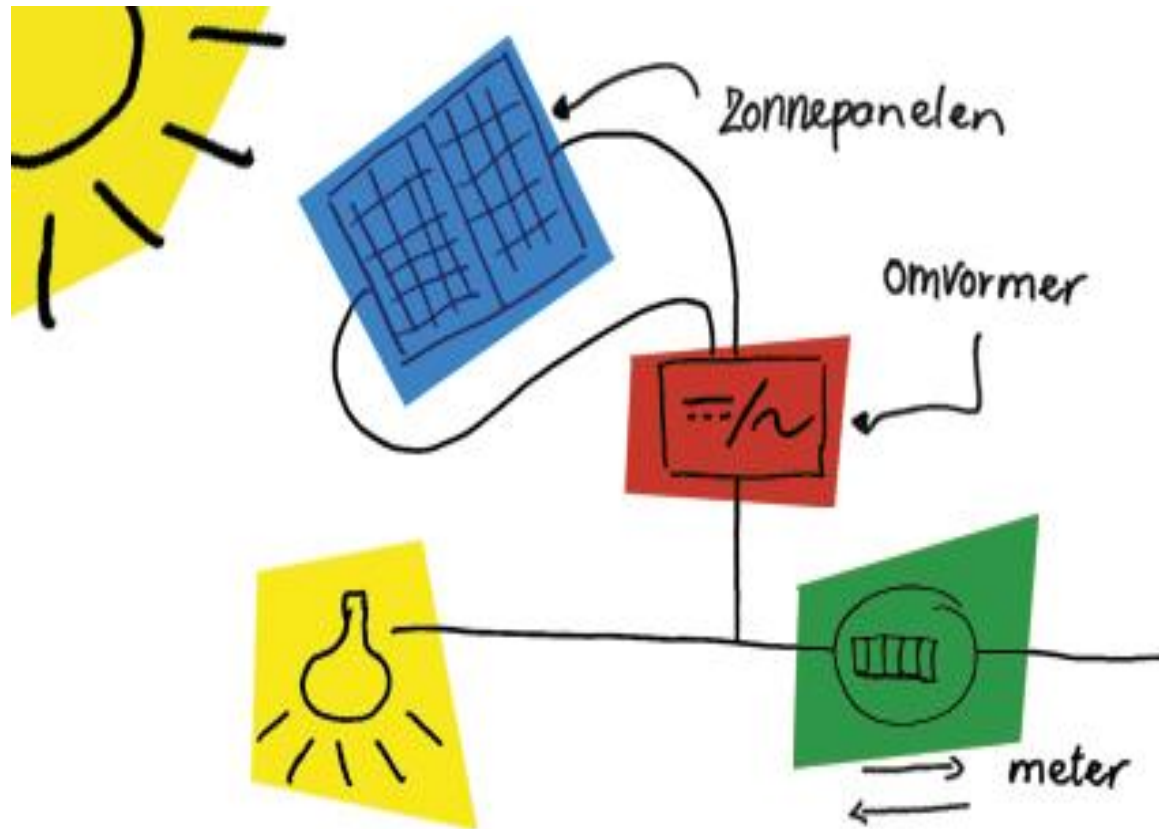
biogas of pelletketel hoort bij hoog temperatuur verwarming

collectieve net, welke temperatuur wordt geleverd?
warmtewet, kosten en leveringszekerheid, waterstof

zonneboiler, heatpipes, ventilatiewarmtepomp, PVT panelen

ventilatie met terugwinning van warmte, decentraal
ventilatiewarmtepomp

ZONNEPANELEN



ZONNEPANELEN POLY, MONO EN CIS



monokristallijn
standaard
rendement +++



polykristallijn
standaard
rendement ++



polykristallijn
blauwzwart
rendement ++

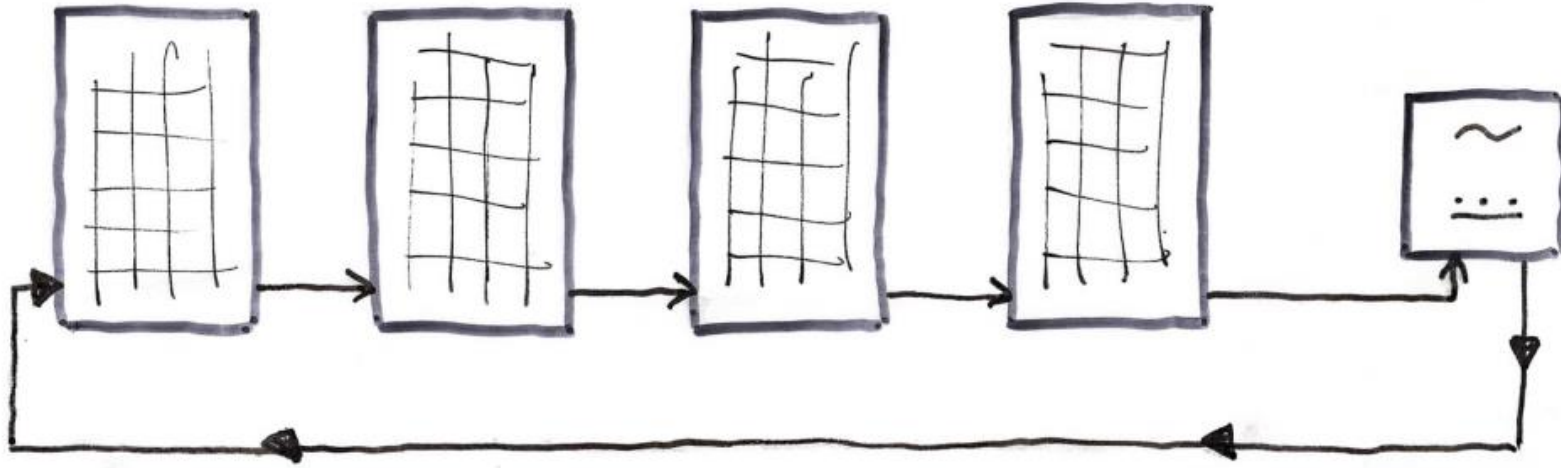


monokristallijn
full-black
rendement +++
duurst

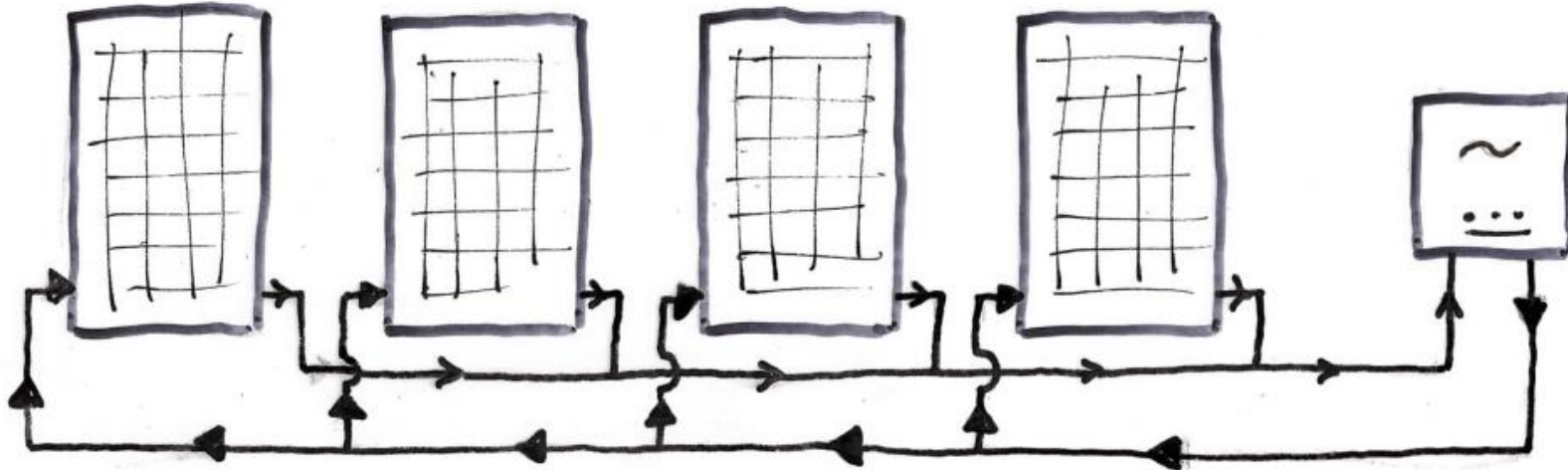


CIS panelen
dunne film
diffuus licht +
milieu +++
pbrengst per m2 dak --

ZONNEPANELEN SERIE OF PARALLEL



serie
opbrengst van panelen
heeft invloed op elkaar



parallel
panelen werken
onafhankelijk van elkaar

OMVORMERS



stringomvormer
panelen in serie
geschakeld



power optimizer
minder elektronica dan
micro-omvormer op het
dak
omvormer in de woning

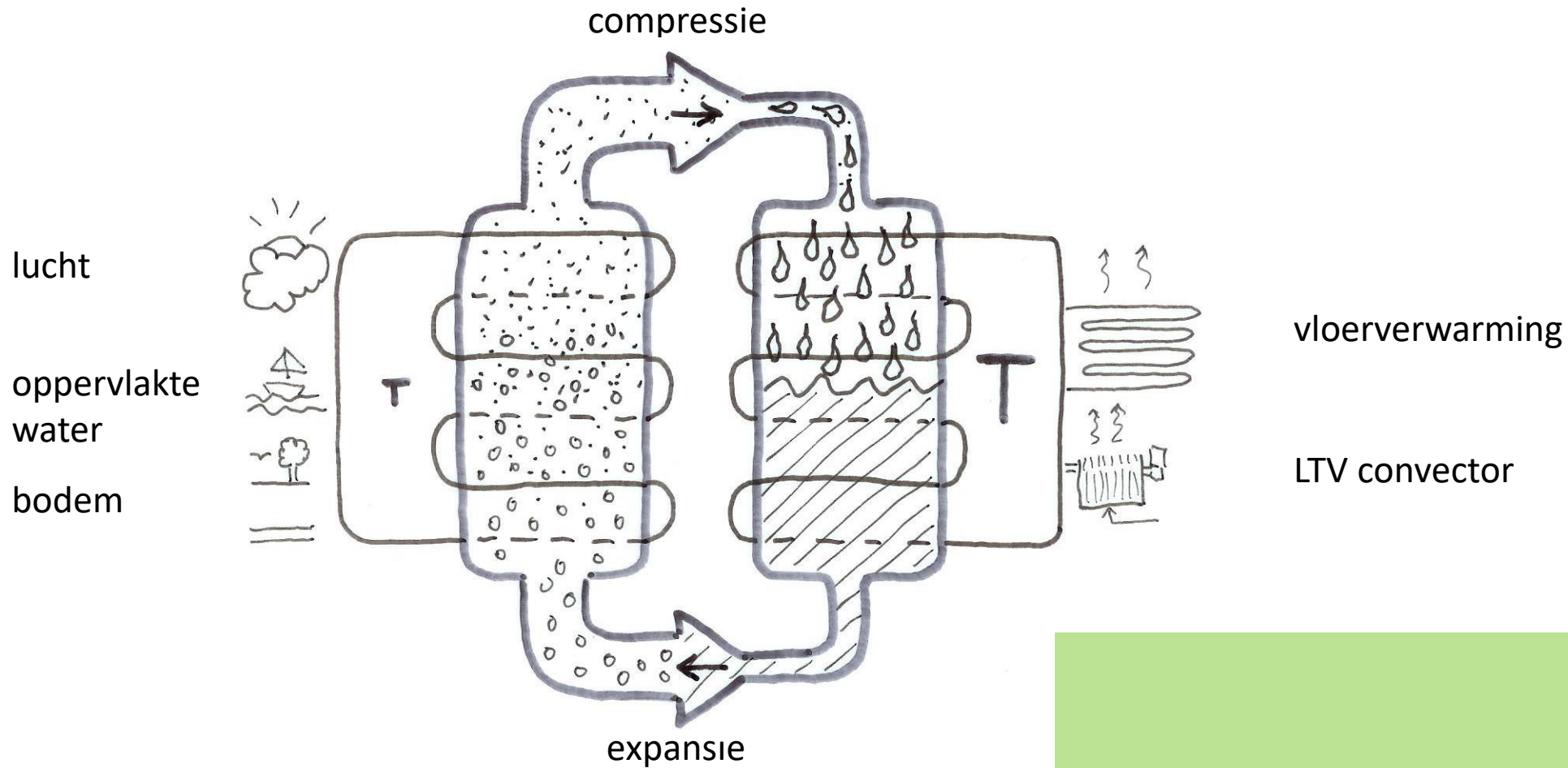


micro-omvormer
geen omvormer in de
woning
panelen parallel
geschakeld

WERKING VAN WARMTEPOMPEN HYBRIDE EN VOLLEDIG

hybride : de ondersteuning van de cv-ketel blijft, gas dus ook

volledig : bij tekort aan warmte elektrische bijverwarming



COP PRESTATIE VAN DE WARMTEPOMP

COP=4
4 delen warmte in de woning
=
3 delen van de bron
+
het kost 1 deel elektra



norm opgave
COP A7/W35



de temperatuur
van de bron
is niet constant,
dus de COP is
niet constant

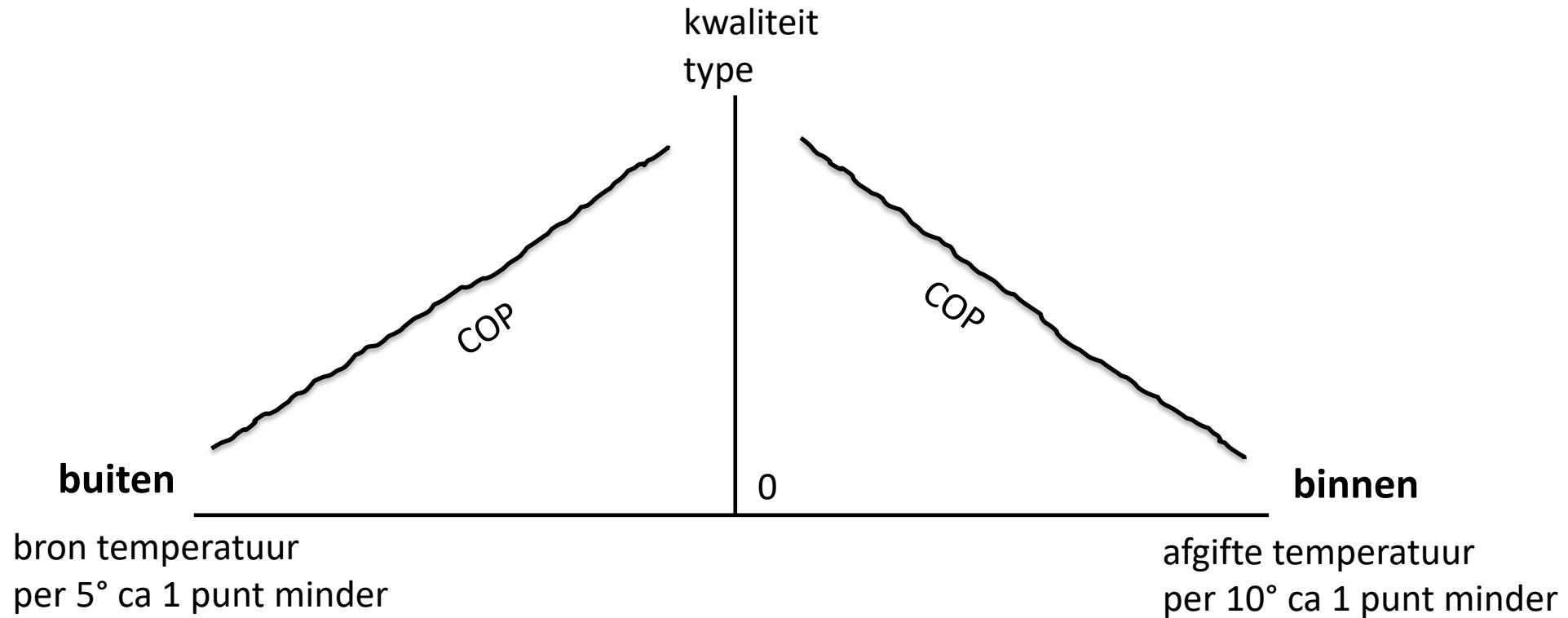


SCOP
=
COP over het seizoen



de temperatuur
voor afgifte
is niet constant,
dus de COP is
niet constant

COP EN OPNAME EN AFGIFTETEMPERATUUR



WAT LEVERT EEN HYBRIDE WARMTEPOMP

Apparaat voor verwarming	Energieverbruik per jaar voor verwarming en warm water	Energiekosten per jaar	Je bespaart elk jaar	CO2-uitstoot per jaar
hr-ketel	1.700 m3 gas	€ 1.400	-	3.250 kilo
Warmtepomp 5 kW met hr-ketel	850 m3 gas + 2.000 kWh per jaar	€ 1.150	€ 250	2.600 kilo

Uitleg tabel (–)

Berekend met een gasprijs van 81,4 cent per m3 en een stroomprijs van 22,5 cent per kWh (prijspeil 2020), voor een gemiddelde eengezinswoning met 3 personen. Als de temperatuur onder de 4 graden daalt, schakelt in dit voorbeeld de warmtepomp uit en de cv-ketel aan.

ONDERHOUD ?
REPARATIES ?

BRON MILIEU CENTRAAL

Wat kost een hybride warmtepomp?

Hybride warmtepomp	Prijs	Subsidie
zonder cv-ketel	€ 3.600 tot € 4.600	€ 1.500 tot € 1.800
met nieuwe cv-ketel	€ 4.700 tot € 6.700	€ 1.500 tot € 1.800

Uitleg tabel 

Prijs en subsidie voor een hybride warmtepomp van 5 kW. De prijs is inclusief btw en het plaatsen. In de meeste woningen is een hybride warmtepomp van 5 kW voldoende.



WAT LEVERT EEN VOLLEDIGE WARMTEPOMP



Apparaat	Energieverbruik per jaar voor verwarming en warm water	Kosten energieverbruik per jaar	Je bespaart elk jaar	Je CO2-uitstoot is per jaar
hr-ketel	1.050 m3 gas	€ 870 (+ € 250 voor je gasaansluiting)	-	2.000 kilo
Warmtepomp lucht	3.000 kWh	€ 670	€ 200 (+ € 250 omdat je gasaansluiting weg kan)	1.400 kilo
Warmtepomp bodem	2.200 kWh	€ 500	€ 370 (+ € 250 omdat je gasaansluiting weg kan)	1.100 kilo

Uitleg tabel (–)

Berekend met een gasprijs van 81,4 cent per m3 en een stroomprijs van 22,5 cent per kWh (prijspeil 2020), voor een goed geïsoleerde gemiddelde eengezinswoning met 3 bewoners.



ONDERHOUD ? REPARATIES ?

BRON MILIEU CENTRAAL

WAT KOST EEN VOLLEDIGE WARMTEPOMP

Volledige warmtepomp	Prijs	Subsidie
Warmtepomp lucht, 3 tot 12 kW	€ 6.500 tot € 14.000	€ 1.300 tot € 2.500
Warmtepomp bodem, 4 tot 16 kW	€ 8.500 tot € 19.500	€ 2.650 tot € 3.400

Uitleg tabel ⊖

- Het aantal kW geeft het vermogen van de warmtepomp aan.
- De prijzen lopen flink uiteen. In de hoogste prijs zit ook het aanleggen van een zwaardere stroomaansluiting en aanpassen van de meterkast.

BRON MILIEU CENTRAAL

LUCHT WATER WARMTEPOMP



BODEM WATER WARMTEPOMP



HYBRIDE WARMTEPOMP



WAT CIJFERS

16 A groep		3500 Wp	△	12 panelen
< 15000 kWh		3x25 A	△	€ 250,- netwerk
> 15000 kWh		3x35 A	△	€ 1000,- netwerk
1 m ³ gas		35 MJ	△	€ 0,82
1kWh elektra		3,5 MJ	△	€ 0,23
energie		1 m3 gas	△	10 kWh
verbranding		1 m3 gas	△	1,8 kg CO ₂
1 liter benzine		35 MJ		
1600 m ³ gas	△	24.000 km auto	△	retourtje Sri Lanka 4 pers.

PELLETKETELS EN KACHELS, WAT CIJFERS

1500 m ³ gas	△	2500 kg pellets	△	52.5 GJ
€ 1400 aan gas en aansluiting		△		€ 900 aan pellets

52,5 GJ aan pellets	△	400 gr fijnstof PM10
fijnstof 1 houtkachel	△	25 pelletkachels
30 miljoen kg fijnstof in NL	<i>versus</i>	0,1 miljoen kg fijnstof bij 250.000 pelletketels

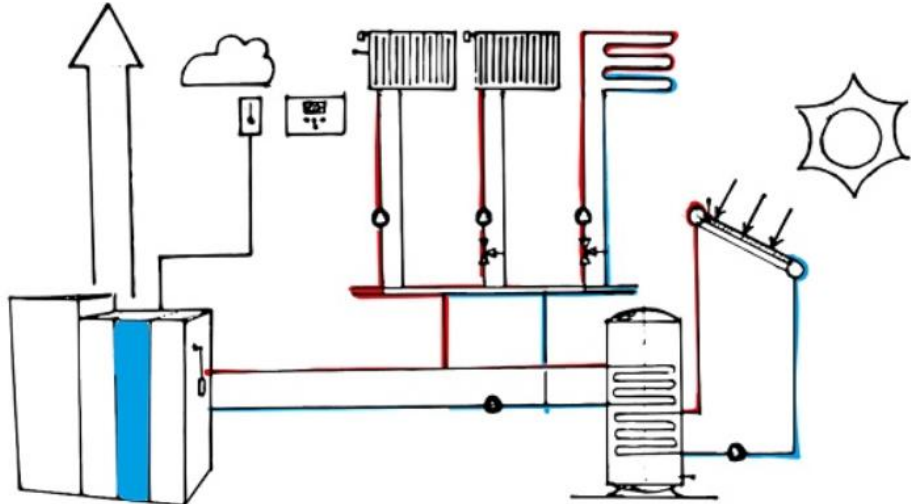
pellets gewonnen uit snoeiafval in de buurt voor verwarming
Eurostat heeft onderzocht dat er elk jaar meer bos aangroeit in Europa.



pellets uit andere continenten voor groene stroom



PELLETKETELS EN KACHELS, PLAATJES



VENTILATIE MET TERUGWINNING VAN WARMTE

advies van de gezondheidsraad

persoon	$\triangle$	25 m ³ /uur	$\triangle$	600 m ³ /dag
mv box laag	$\triangle$	100 m ³ /uur	$\triangle$	2400 m ³ /dag (4 personen)
mv box gem	$\triangle$	200 m ³ /uur	$\triangle$	4800 m ³ /dag
gem woning	$\triangle$	400 m ³ inhoud	$\triangle$	ventilatievoud 6 x etmaal

2827 graaddagen	$\triangle$	2827 dagen per jaar de temperatuur 1 graad verhogen	
2400 m ³ lucht	$\triangle$	3100 3225 kg lucht 2827 dagen 1 graad verwarmen	
8750 x 10 ³ kg lucht 1 graad verwarmen		$\triangle$	8750 MJ $\triangle$
			250 m ³ gas

warmte terugwinnen uit ventilatie op basis van 250 m³ gasgebruik.

rendement van de apparatuur is 75%

geluid ca 32 dBA

$\triangle$

€ 150/jr



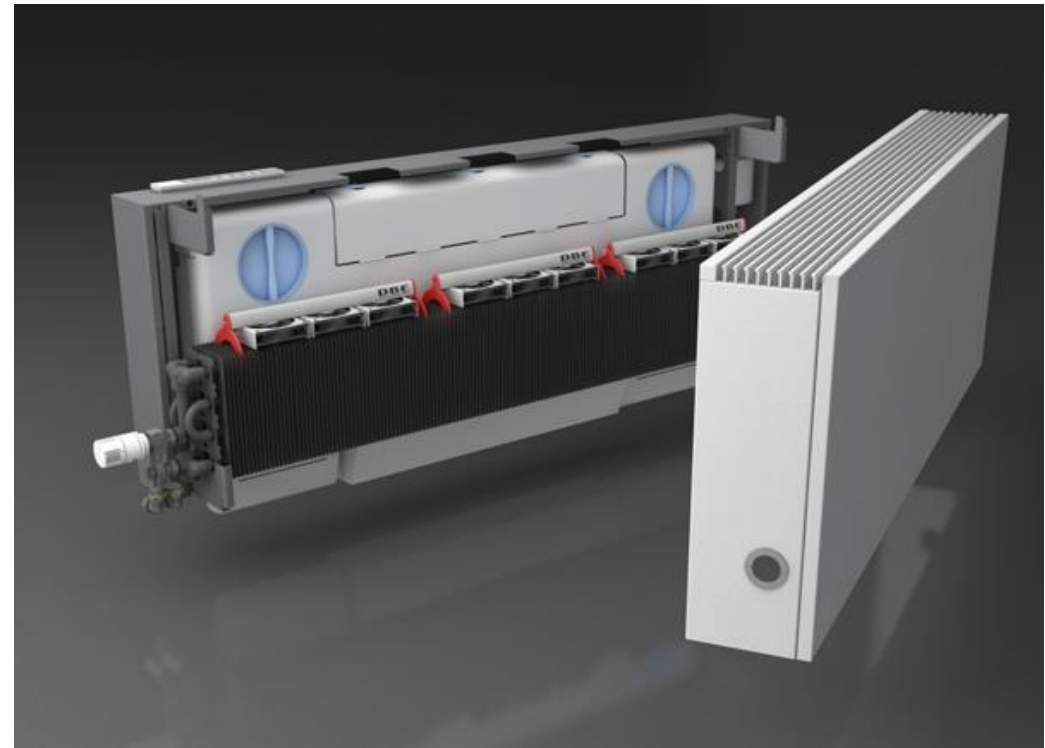
VENTILATIE MET WTW EEN PLAATJES

MoveAir



Zehnder Comfospot 50

Climarad



DOUCHEN MET TERUGWINNING VAN WARMTE

*159

we gebruiken 50 liter per persoon per dag voor het douchen, uitgaande van 5 minuten.

temperatuur van het douchewater 38 °C.

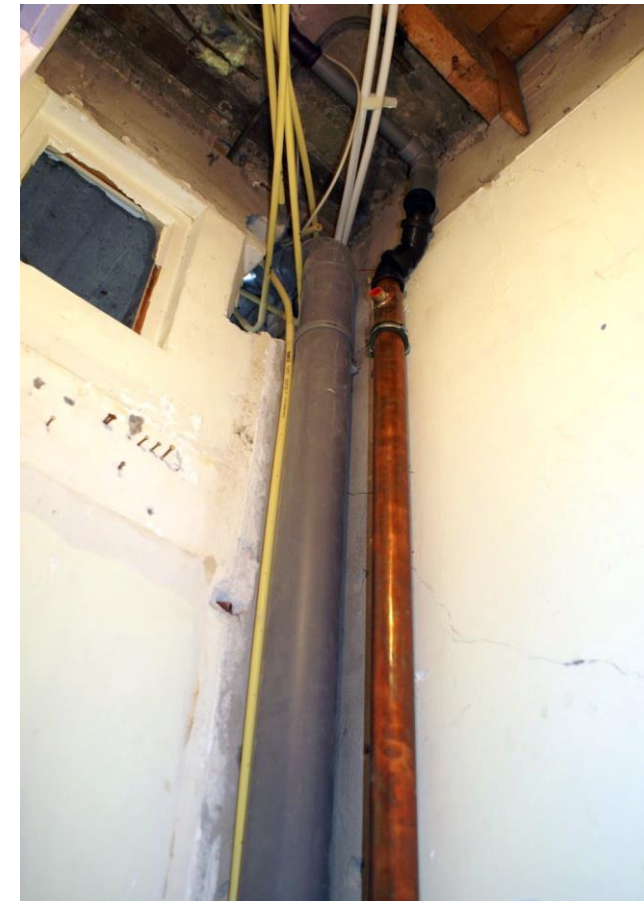
de soortelijke warmte van water is 4,2 kJ /kgK $\triangle$ $50 \times 4,2 \times 38 = 8000 \text{ kJ pppd warmteverlies}$

op jaarbasis 3.000.000 kJ $\triangle$ 3000 MJ $\triangle$ 85 m³ gas

gemiddeld huishouden 2,2 personen

rendement 65% $\triangle$ $2,2 \times 85 \times 0,65 = 120 \text{ m}^3 \text{ gas}$ $\triangle$ € 95/jr

een regendouche verbruikt 2 keer zoveel water.



VENTILATOREN ONDER DE RADIATOR

Stel je plaatst de ventilatoren onder een radiator in een woonkamer waar de thermostaat hangt. Wat gebeurt er dan allemaal?

Stel de woonkamer heeft een verlies van 100 kW per uur.

Om de woonkamer op temperatuur te houden moet dus 100 kW/h toegevoegd worden.

De ventilatoren zorgen voor versnelde afgifte van warmte, waardoor de thermostaat eerder uit gaat. Het gevolg is dat de stralingswarmte van de radiator minder heeft gedaan en ruimtes op de verdieping minder opgewarmd zijn.

Er zal wat warmte voor de verdieping onttrokken worden uit de woonkamer.

Als het retourwater in de cv meer dan 20 graden verschilt met de aanvoer, dan werkt de ketel goed. Is dat verschil minder dan kan een ventilator zorgen voor meer warmte afgifte. Dit is bv als de radiatoren te klein van afmeting zijn.

Als de aanvoertemperatuur bv 50 °C is en de radiator geeft onvoldoende warmte af, dan kan een ventilator de warmteafgifte verhogen.



WATERZIJDIG INREGELEN

Bij het ontwerpen van een CV systeem zijn de capaciteit van de ketel, het leidingstelsel en de grootte van de radiatoren van belang,

Een leiding van 15 mm met veel 90° knelkoppelingen laat minder water door van een 18 mm kunststof buis zonder koppelingen.

De capaciteit van de ketel hangt voornamelijk af van tapwater gebruik.

De eerste radiator in een streng krijgt het warmste water, je kan die wat kleiner uitvoeren dan de laatste. Is de afstelling nog niet geheel naar wens, dan kan de ene radiator afgeknepen worden, zodat de andere relatief meer krijgt.

Wanneer je nu waterzijdig inregelen gebruikt als bezuiniging op stoken, dan kan je radiatoren op de verdieping afknijpen, zodat ze minder warm worden.

Een thermostaatknop op de verdieping op sterretje zetten werkt echter ook.



UITSMIJTER

schimmel



huiszwam

