

# Energiecentrum maaseik

Verwarmen en koelen met geothermie

door Rik Koch



**intellisol**

intelligent energy systems



# Intellisol NV

- Opgericht 2008 door Herman Daniels, CEO, en Rik Koch CTO
- 22 personen in vaste dienst
- Engineering en installatie

# Intellisol NV



# Assortiment



Warmte altijd al primaire behoefte geweest

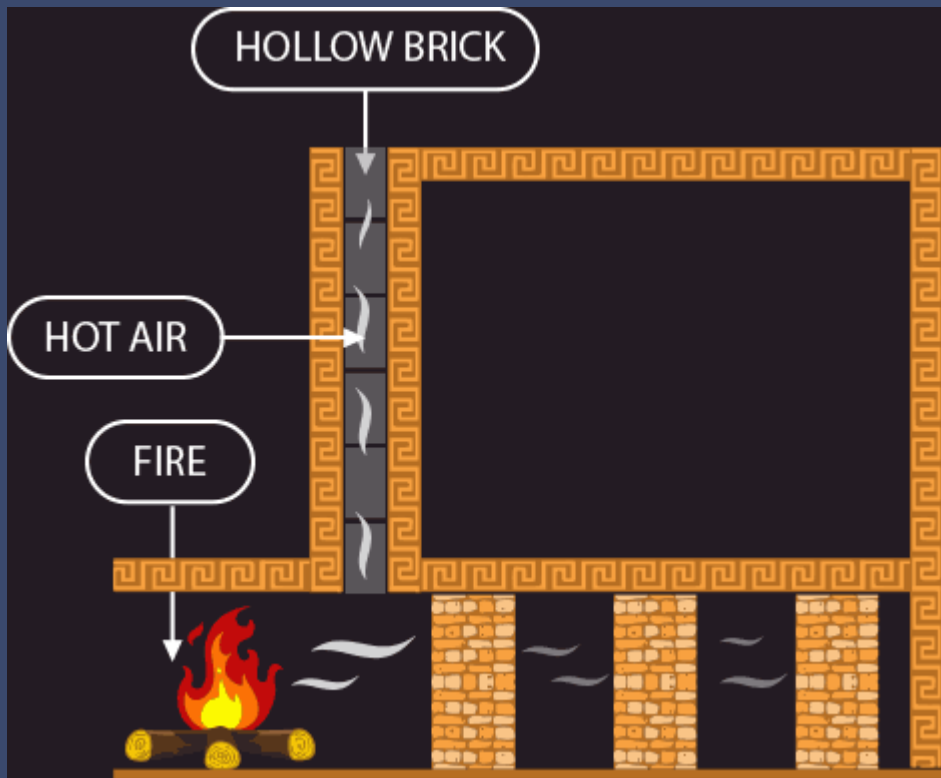


# Vuurplaats in huis

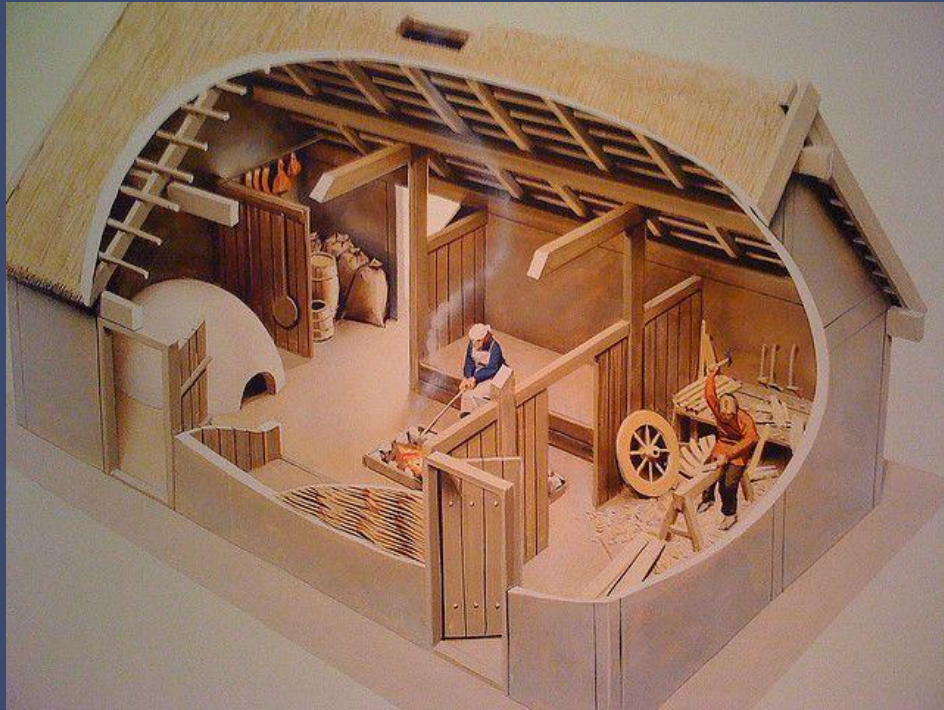




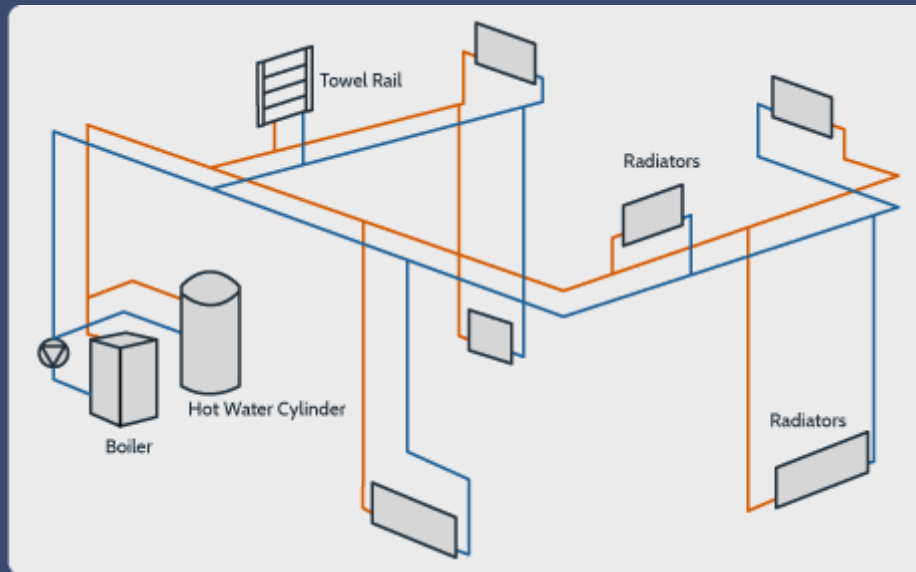
# Verwarming in oude romeinse tijd



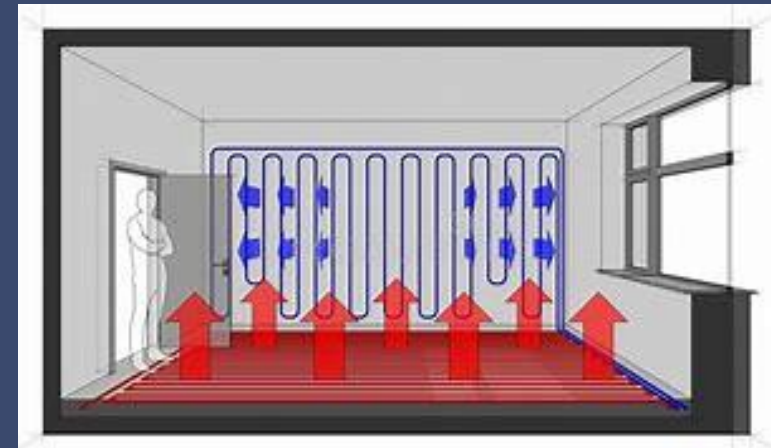
# Middeleeuwse westerse verwarmings techniek



# Warmte afgifte systeem



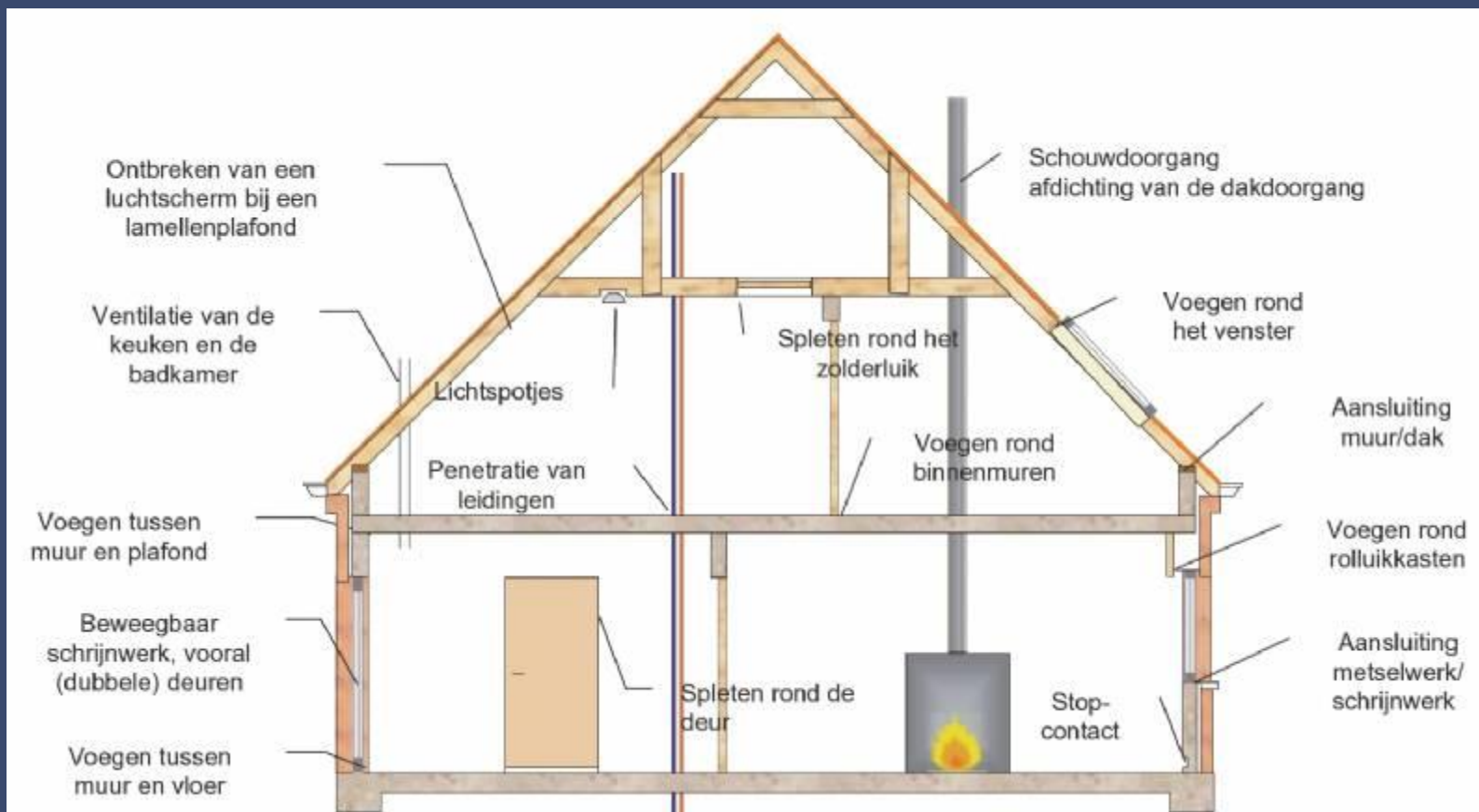
Radiator systeem



Vloer (en wand) verwarming



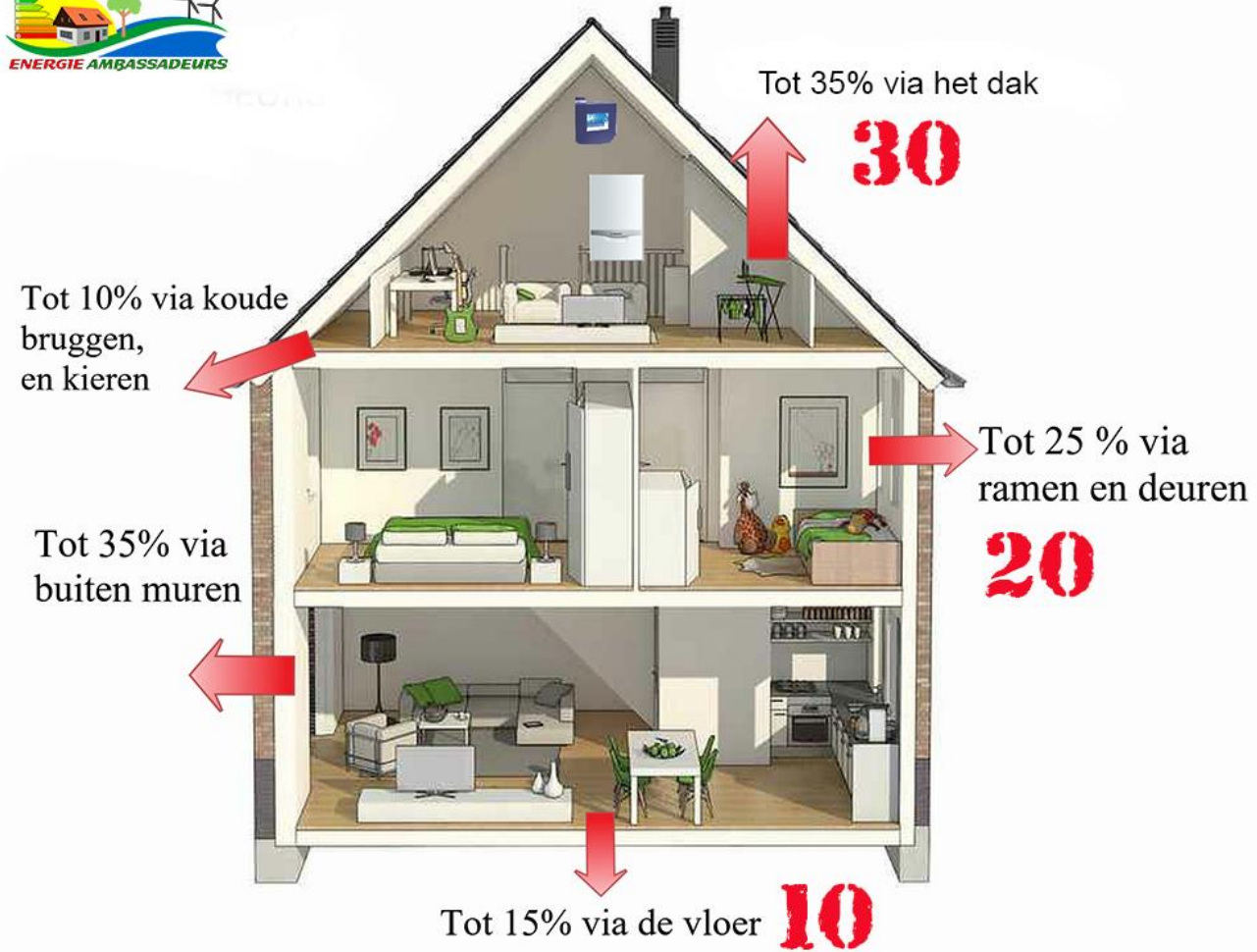
# luchtdichtheid



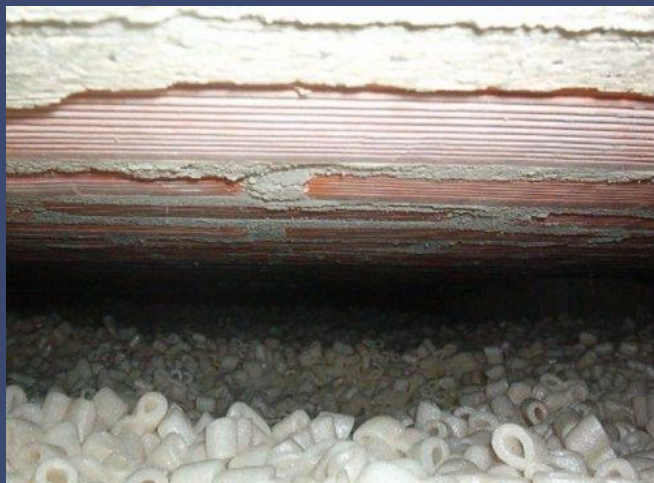
## Warmteverliezen bij een niet geïsoleerde 'doorsnee woning'



STUNA



# isolatie





isolatie



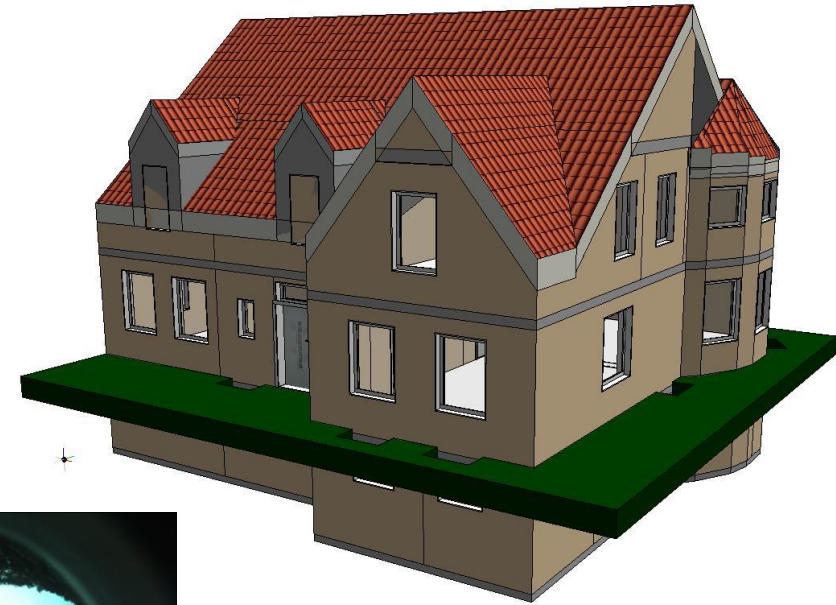


# Koude bruggen en ventilatie



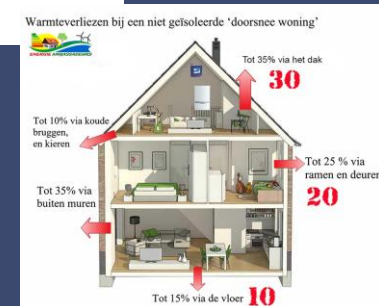
# Aanpak Hernieuwbare technieken

- Elektriciteit
- Warmte
- Koude
- Ventilatie
- EPB, bouwschil isolatie



# Warmteverliezen & winsten

- Model maken van de bouw
- Binnen temperaturen opgeven per ruimte
- Omgevingstemperatuur  $-9^{\circ}\text{C}$
- Warmteverliezen berekenen
- Koellast berekenen
  
- Bij nieuwbouw → selectie Wp, koeling ventilatie en afgifte systeem
  
- Bij renovatie → uitleg thermisch gedrag van het gebouw



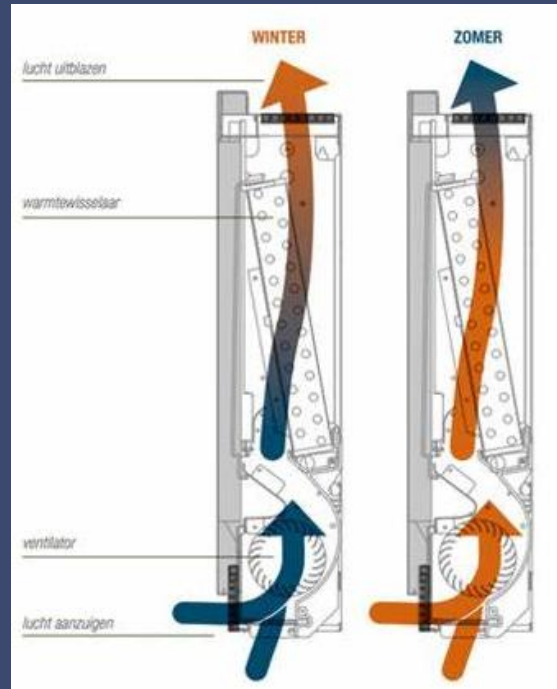
# Warmteverlies per ruimte

Ruimte nr. Ruimte naam	$\Phi_{\text{ext}}$	$\Phi_{\text{int}}$	$\Phi_{\text{C,ext}}$	$\Phi_{\text{V,ext}}$	$\Phi_{\text{V,int}}$	$\Phi_{\text{L}}$	$\Phi_{\text{RH}}$	$\Phi_{\text{L,ext}}$
<b>woonkamer</b> 001 23,0 m <sup>2</sup> 58,0 m <sup>3</sup> 116,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	2.436	2.400	298	179			2.704
<b>living</b> 002 30,0 m <sup>2</sup> 76,0 m <sup>3</sup> 93,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	2.427	2.427	387	232			2.814
<b>salon</b> 003 12,0 m <sup>2</sup> 31,0 m <sup>3</sup> 164,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	1.849	1.846	156	94			2.005
<b>Kaaitoe</b> 005 20,0 m <sup>2</sup> 50,0 m <sup>3</sup> 87,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	1.417	1.228	518	92			1.738
<b>wc</b> 006 1,0 m <sup>2</sup> 3,0 m <sup>3</sup> 44,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	40	40	16				56
<b>gang</b> 007 2,0 m <sup>2</sup> 6,0 m <sup>3</sup> 40,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	83	83	29				111
<b>hall</b> 008 7,0 m <sup>2</sup> 17,0 m <sup>3</sup> 136,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	840	840	87	31			927
<b>Verdieping 2 Begane grond - niveau 1</b> 95,3 m <sup>2</sup> 240,4 m <sup>3</sup>		9.088		1.483	628			
<b>Slaapkamer 2</b> 001 10,0 m <sup>2</sup> 10,0 m <sup>3</sup> 56,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	889	889	93	56			982
<b>dressingrom</b> 002 10,0 m <sup>2</sup> 25,0 m <sup>3</sup> 68,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	560	560	128	77			688
<b>bureau</b> 003 12,0 m <sup>2</sup> 27,0 m <sup>3</sup> 94,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	1.012	1.012	140	84			1.052
<b>Slaapkamer 3</b> 004 10,0 m <sup>2</sup> 47,0 m <sup>3</sup> 93,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	1.997	1.488	237	142			1.728
<b>Badkamer</b> 005 10,0 m <sup>2</sup> 24,0 m <sup>3</sup> 146,0 W/m <sup>2</sup>	24 °C	787	1.280	136	49			1.415
<b>wc verdieping</b> 006 2,0 m <sup>2</sup> 4,0 m <sup>3</sup> -7,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	41	-33	21				-12
<b>overloop</b> 007 14,0 m <sup>2</sup> 31,0 m <sup>3</sup> 65,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	786	796	158	96			913
<b>gang</b> 008 3,0 m <sup>2</sup> 7,0 m <sup>3</sup> 30,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	72	50	38				88
<b>Slaapkamer 1</b> 009 23,0 m <sup>2</sup> 14,0 m <sup>3</sup> 68,0 W/m <sup>2</sup>	21 °C	1.576	1.522	72	43			1.594

Verdieping / Gebied / Ruimte:		02.001.003	Omschrijving: salon												
Binnentemperatuur	$\Phi_{\text{int}}$	21 °C	<b>Infiltratie</b>												
Minimale luchtverversing	$\Phi_{\text{min}}$	0,50 1/h	Luchtdichtheid	$n_{50}$ 3,00 1/h											
<b>Afmetingen</b>			Factor afschermingsklasse	$\epsilon$ 0,05 -											
Ruimte breedte	bR	3,50 m	Hoogte boven grond	h 1,25 m											
Ruimte lengte	lR	3,50 m	Hoogte correctiefactor	z 1,00 -											
Ruimte oppervlakte	AR	12,25 m <sup>2</sup>	<b>Mechanische ventilatie</b>												
Ventilatiehoogte	hG	2,75 m	Toevoer ventilatiedebiet	$V_{\text{ext}}$ m <sup>3</sup> /h											
Plafond dikte	d	0,25 m	-Temperatuur	$\theta_{\text{ext}}$ °C											
Ruimte hoogte	hR	2,50 m	-Correctiefactor	$f_{\text{ext}}$ -											
Ruimtevolume	VR	30,63 m <sup>3</sup>	Afvoer lichtdebiet	$V_{\text{ext}}$ m <sup>3</sup> /h											
<b>Grond</b>			Oventroming aangrenzende ruimte	$V_{\text{ext}}(\text{H})$ m <sup>3</sup> /h											
Diepte onder de grond	z	0,00 m	-Temperatuur	$\theta_{\text{ext}}(\text{H})$ °C											
Perimeter	P	0,00 m	-Correctiefactor	$f_{\text{ext}}(\text{H})$ -											
B-waard <input checked="" type="checkbox"/> Per ruimte	B'	0,00 m	Mechanische infiltratie van buiten	$V_{\text{ext}}(\text{L})$ m <sup>3</sup> /h											
Navigator	Component	Aantal	Breedte	Lengte / Hoogte	Bruto oppervlakte	Afvoer oppervlakte	Netto oppervlakte	Verbinding	Aangrenzende temperatuur	Correctiefactor	U-waarde	Correctie factor hoedeblijven	Gezerrigende U-waarde	Warmteverlies coefficient	Transmissie warmteverlies
		n	b m	l/h m	A <sub>bruto</sub> m <sup>2</sup>	A <sub>vermeer</sub> m <sup>2</sup>	A <sub>netto</sub> m <sup>2</sup>	s/u g/21	$\theta_{\text{ext}}$ °C	$f_{\text{ext}}$	U W/(m <sup>2</sup> K)	$\Delta U_{\text{H}}$ W/(m <sup>2</sup> K)	U <sub>corr</sub> W/(m <sup>2</sup> K)	H <sub>T</sub> WK	$\Phi_{\text{T}}$ W
N	AW01	1	3,55	2,75	10,65	3,30	7,35	•			0,250	0,10	0,250	7,21	216
	ST0100	1	1,10	1,50	1,65		1,65	•			2,500	0,10	2,600	4,29	129
	ST0100	1	1,10	1,50	1,65		1,65	•			2,500	0,10	2,600	4,29	129
W	HW01	1	2,55	2,75	7,04		7,04	u	0,07		3,000	0,10	3,100	1,62	49
E	HW01	1	2,55	2,75	7,04		7,04	u	0,10		3,000	0,10	3,100	2,48	74
D	AW01	1	3,55	2,75	10,65	1,65	9,01	•			0,250	0,10	0,250	8,53	265
	ST0100	1	1,10	1,50	1,65		1,65	•			2,500	0,10	2,600	4,29	129
H	PT0100	1			15,02			u	0,30		6,250	0,10	6,350	28,65	859
<b>Transmissie warmteverlies</b>		<b>H<sub>T</sub> / <math>\Phi_{\text{T}}</math></b>				<b>61,63</b>		<b>1.849</b>							
Lichtdebiet (min.)		$V_{\text{ext}}$				15,31 m <sup>3</sup> /h		156							
Natuurlijke ventilatie		$V_{\text{ext}}$				9,19 m <sup>3</sup> /h		94							
Mechanische ventilatie		$V_{\text{ext}} + f_{\text{ext}} \cdot V_{\text{ext}}$				m <sup>3</sup> /h									
Mechanische en natuurlijke ventilatie		$V_{\text{ext}}(\text{L}) + V_{\text{ext}}(\text{H}) + f_{\text{ext}}(\text{H}) \cdot V_{\text{ext}}(\text{H})$				m <sup>3</sup> /h									
<b>Thermisch efficiënt lichtdebiet</b>		<b><math>V_{\text{ext}}</math></b>				<b>15,31 m<sup>3</sup>/h</b>									
<b>Ventilatie warmteverlies</b>		<b>H<sub>V</sub> / <math>\Phi_{\text{V}}</math></b>						<b>156</b>							
<b>Norm warmteverlies</b>		$\Phi_{\text{L}}$		163,7 W/m <sup>2</sup>		65,6 W/m <sup>2</sup>		<b>2.006</b>							
<b>Additionalie opwarmteslag</b>		$\Phi_{\text{ext}}$		600		0 W/m <sup>2</sup>		<b>0</b>							
<b>Totaal warmteverlies</b>		$\Phi_{\text{L,tot}}$						<b>2.006</b>							



# Convector



# Vloerverwarming frezen bij renovatie



# Warmtepomp (verplaatst warmte, maakt ze niet!)





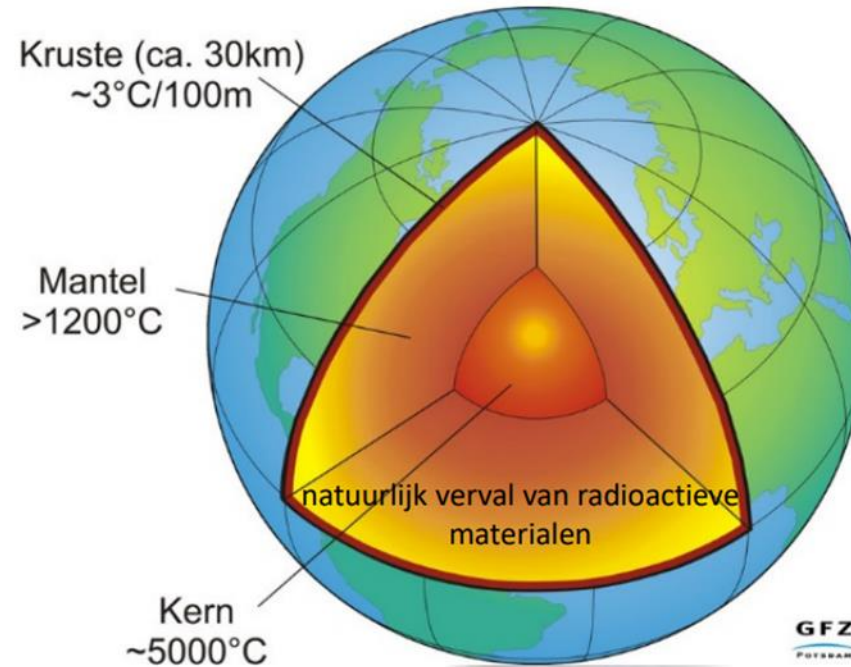
# Wp in de praktijk







# Geothermie

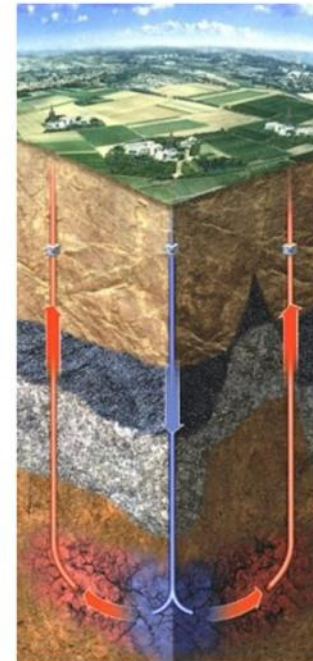
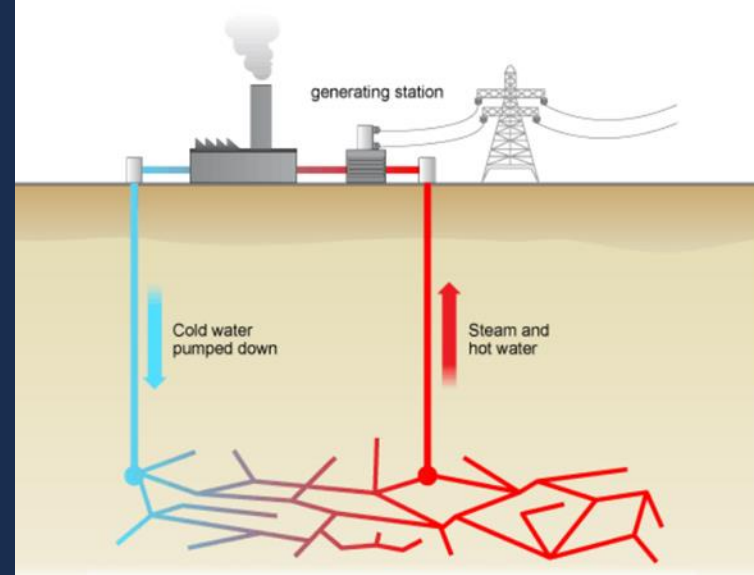


99% van de aarde is warmer dan 1,000°C  
99% van de rest is warmer dan 100°C

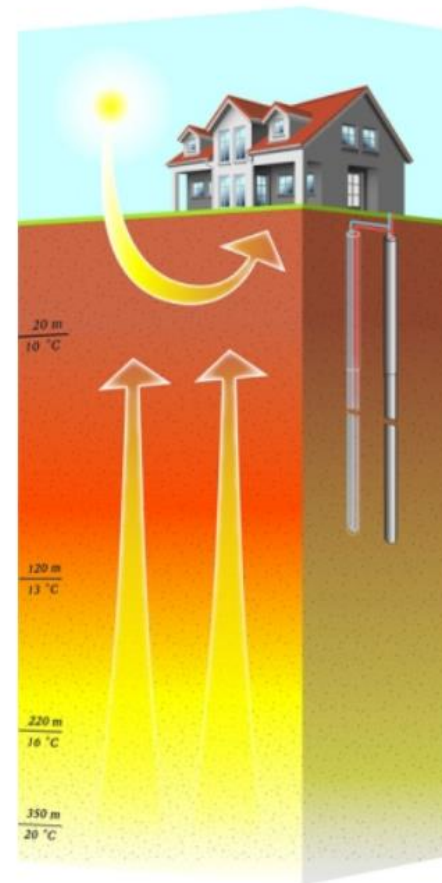
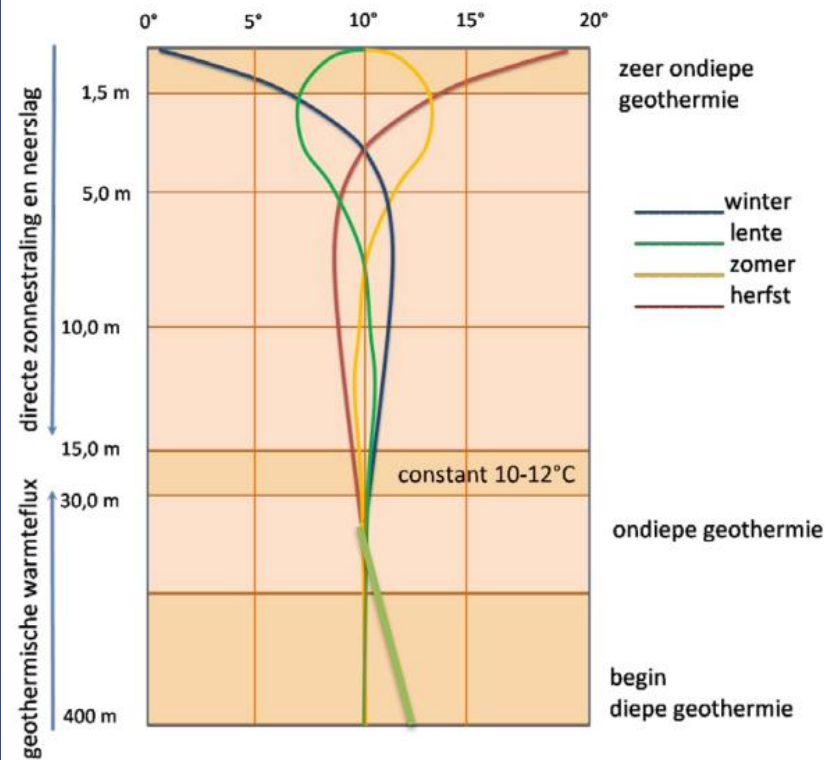


# Diepe geothermie

- $T > 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  → Elektriciteitsproductie
- $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  → collectieve verwarming

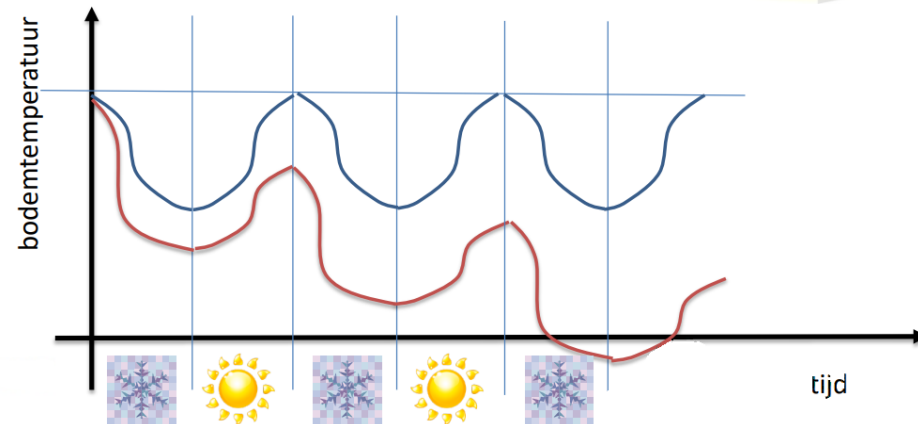
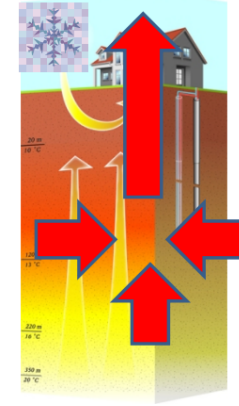


# Ondiepe geothermie



- Aarde als bron

- Om warmte te onttrekken in winter  
→ rekenen op natuurlijk regeneratie  
buiten stookseizoen





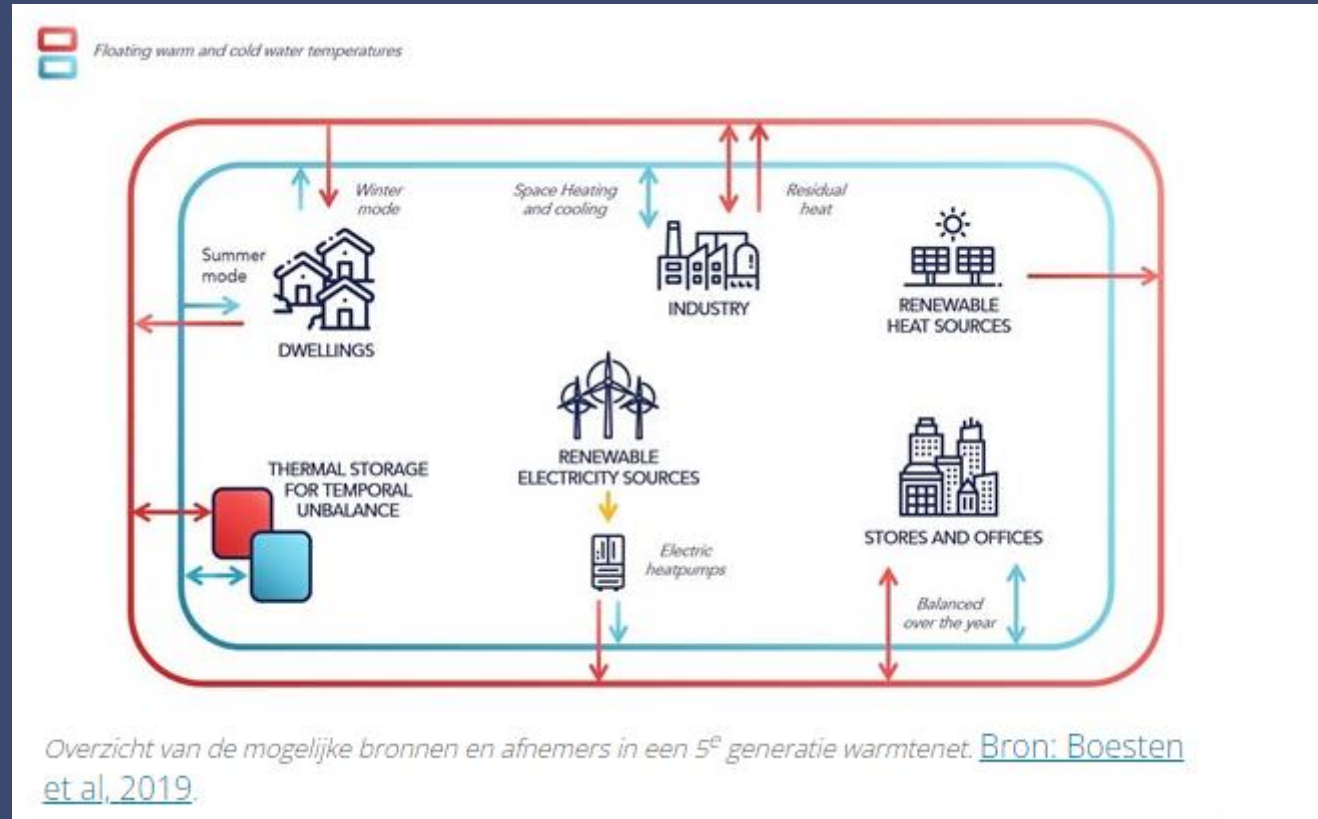
# Warmtenetten op lage temperatuur



# Warmtenetten (lund et al 2014)

- Waar komt 5e generatie warmtenetten vandaan?
  - 1e en 2e generatie stoom netten of hogedruk warmwater netten 100-200°C
  - 3e generatie max 100°C, industriële restwarmte
  - 4e generatie 30-75°C hernieuwbare bronnen, lage temperatuur restwarmte
  - 5e generatie productie en gebruik decentraal in het net

# 5e generatie warmtenetten



Expertisecentrumwarmte.nl

# Gebouw (5e gen warmtenet)

- Warmte en koude systeem meeste efficiënt als de woning met een lage temperatuur verwarmd kan worden
- Hoge efficiëntie warmtepompen
- Aansluiting gebouw
  - Op een Z(LT) net met warme en koude leiding
  - Op een MT of LT sectornet, gevoed door een collectieve warmtepomp



# Voorwaarden Gebouw 5e warmtenet

- Bij Z(LT) eigen wp nodig en boiler vat sanitair
- Afgifte systeem lage temperatuurverwarming (vlv, wand, convectoren)
- Boosterwarmtepomp
- Koeling passief

# Sector gebouw(en)

- Collectieve warmtepomp en WKO
- LT of MT
- Energie uitwisseling mogelijk, (invoeding)
- Binnen een sector onderling uitwisselen, beperking energieverbruik
  - Voeding voor wp
  - Terug levering aan clusternet
  - Opslag in WKO installatie

# Mijn zorgen over de markt mbt energietransitie

- Markt wil verduurzamen, veel ruimte voor cowboys
- Reguliere installatiesector moeten innoveren
- Controle op bedrijven en marketing
  - Sociale media, schrijvende pers, oneliner maatschappij
  - Toetsing van commerciële uitspraken aanbieders (zoals de rekenkamer voor de 2<sup>e</sup> kamer is, of een constructeur voor de architect)
  - Toetsing van installaties, keuringen doen door onafhankelijk orgaan
  - Focus van verwarming naar binnenklimaat
- Taak voor Universiteiten, hogescholen en niet commerciële instellingen om naar de markt te stappen en ondersteuning te bieden.



**intellisol**

intelligent energy systems





# Conservation of Energy

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Rate of increase} \\ \text{of kinetic} \\ \text{and internal} \\ \text{energy} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{net rate of kinetic} \\ \text{and internal} \\ \text{energy addition} \\ \text{by convective} \\ \text{transport} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{net rate of heat} \\ \text{addition by} \\ \text{molecular transport} \\ \text{(conduction)} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{rate of work} \\ \text{done on system} \\ \text{by molecular mechanisms} \\ \text{i; e; , by stress} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{rate of work} \\ \text{done on system} \\ \text{by external forces} \\ \text{e.g. by gravity} \end{array} \right\}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \rho U = -(\nabla \cdot \rho U \mathbf{v}) - (\nabla \cdot \mathbf{q}) - p(\nabla \cdot \mathbf{v}) - (\boldsymbol{\tau} : \nabla \mathbf{v})$$

# WZS 42 K3

## WZS 42(H)(K)3M

## Vermogenscurves

