

PROJECT DUURZAME ENERGIE:

CONCEPTSTUDIE KOELING VAN NIEUWBOUWWONINGEN

Matthias Van Gestel

Stanny Jordens

Wannes Blockx

Jules Goetschalckx

INLEIDING

- Meerwaarde koeling via verwarmingssysteem vs. gescheiden systeem voor verwarming en koeling?
 - Comfort
 - Energieverbruik
 - Kosten
- Gebaseerd op plannen en EPB-verslag van (referentie-) nieuwbouwwoning
- Vergelijking voor (nieuwbouw)woningen in lijn met gegeven woning

INLEIDING

- Doel: resultaat veralgemenen
→ gebruikelijke en meest voorkomende methoden & technieken
- Koeling via verwarmingssysteem:
 - vloerverwarming en -koeling \leftrightarrow convectoren
- Gescheiden systeem voor verwarming en koeling:
 - gascondensatietoestel met aircosysteem

WARMTEVERLIES EN KOELLAST

- Warmteverliesberekening
 - Gegevens uit EPB verslag (U-waarde, verliesoppervlakte,...)
 - Resultaat: verbruik verwarmingssystemen
- Koellastberekening
 - Bouwkundige gegevens (ruimten, ventilatiedebieten, soort gevel,...)
 - Resultaat: benodigde koeling

ZONNEPANELEN



- 4 kWp: 10 x 400 Wp
- 2m x 1m = 20m²
- €5000
- Oriëntatie: -61° zuidoost, 45°
- re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools
- Digitale teller

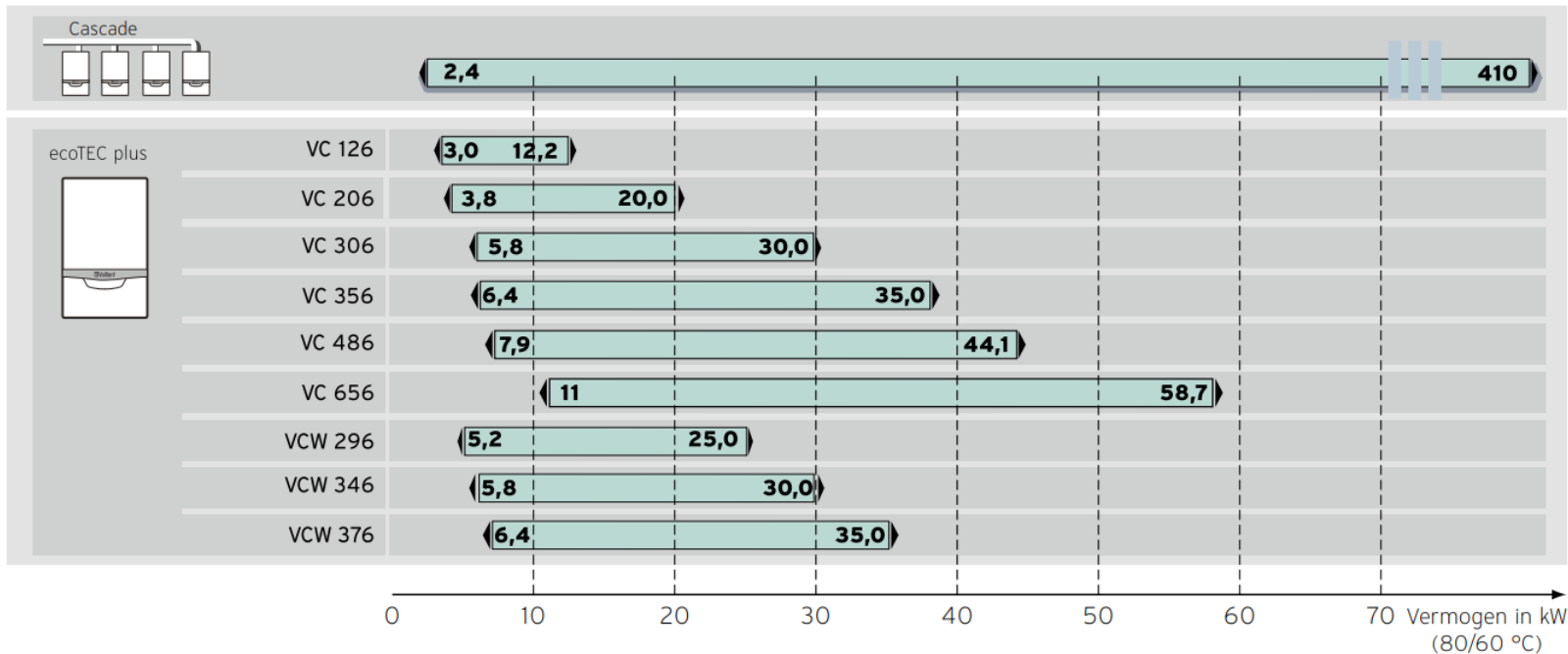
GASKETEL IN COMBINATIE MET AIRCO

Dimensionering Gasketel:

- Nodig vermogen Cv-installatie= 11349 W
- Gekozen fabrikant: Vaillant

- Gekozen gasketel: ECO Tec plus VC 126/5-5

Modulatiebereik ecoTEC plus



GASKETEL IN COMBINATIE MET AIRCO

Dimensionering warmteboiler:

- Gekozen Warmteboiler: **uniSTOR VIH Q 75/2 B van 75 Liter.**



Verantwoording keuze:

- Snelle opwarmtijd
- Plaats besparend ontwerp
- Uitstekende isolatie
- Bescherming tegen corrosie
- Lange levensduur

GASKETEL IN COMBINATIE MET AIRCO

Dimensionering Airco:

Gekozen fabrikant: 

Belangrijke aspecten bij het kiezen van airco installatie:

- Nodig koelvermogen van de ruimte
- Het aantal oppervlakte van de te koelen ruimte
- Oriëntatie van de ruimte (N,O,Z,W)
- Hoeveelheid raam oppervlakte van de ruimte

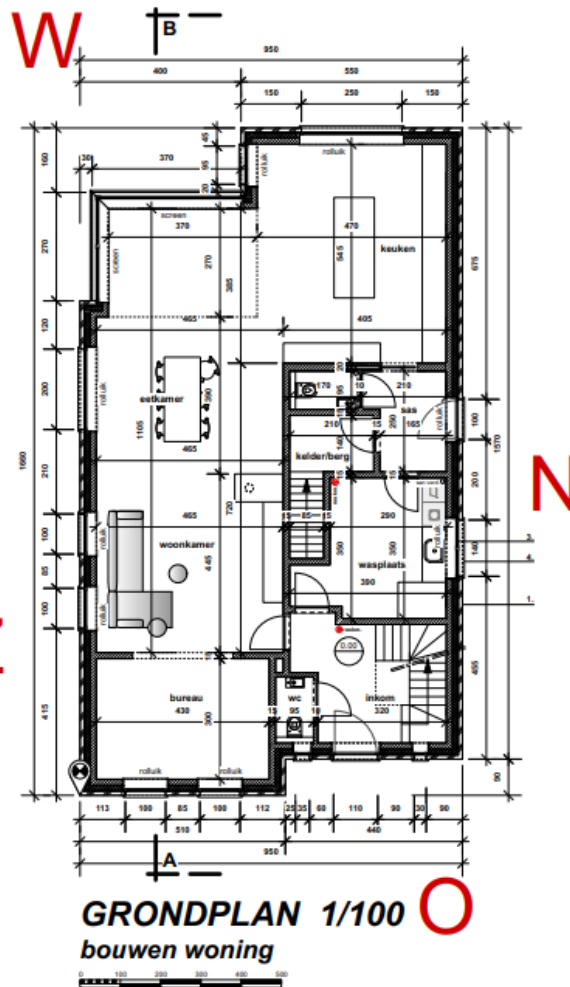
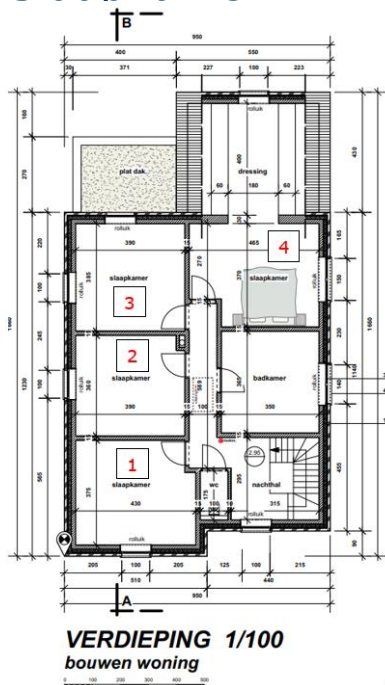
Bevindingen koellast berekening:

	resultaten		
	piek [kW]	maximaal daglast [kWh]	benodigd koelvermogen passief [kW]
totaal	2,81 kW	47 kWh	1,95 kW
woonkamer	0,46 kW	8 kWh	0,32 kW
slaapkamer1	0,15 kW	3 kWh	0,11 kW
slaapkamer2	0,27 kW	4 kWh	0,18 kW
slaapkamer3	0,27 kW	4 kWh	0,18 kW
slaapkamer4	0,14 kW	2 kWh	0,09 kW
keuken	0,33 kW	6 kWh	0,24 kW
berging	0,03 kW	0 kWh	0,02 kW
badkamer	0,04 kW	1 kWh	0,04 kW
bureau	0,41 kW	0 kWh	0,00 kW
eetkamer	0,85 kW	0 kWh	0,00 kW
inkom	0,00 kW	0 kWh	0,00 kW

GASKETEL IN COMBINATIE MET AIRCO

Te koelen ruimtes:

- Woonkamer en keuken
- Bureau
- Slaapkamer 3
- Slaapkamer 4



Opstelling airco installatie:

- **bureau** en in **slaapkamer 3**: 2x Wandmodel FTXM20R 2kW
- **Woonkamer en keuken**: Wandmodel FTXM25R 2,5kW
- **Slaapkamer 4**: Wandmodel FTXM25R 2,5kW
- **Buiten-unit**: 5 poorten MXM-A



GASKETEL IN COMBINATIE MET AIRCO

Rendementen		FTXM + RXM	20R + 20R9	25R + 25R9	35R + 35R9	42R + 42R	50R + 50R	60R + 60R	71R + 71R	
Koelcapaciteit	Min. / Nom. / Max.	kW	1,3/2,0/2,6	1,3/2,5/3,2	1,4/3,4/4,0	1,7/4,2/5,0	1,7/5,0/6,0	1,7/6,0/7,0	2,3/7,1/8,5	
Verwarmingscapaciteit	Min./Nom./Max./-10°C	kW	1,3/2,5/3,5/2,2	1,3/2,8/4,7/2,3	1,4/4,0/5,2/2,5	1,7/5,4/6,0/3,7	1,7/5,8/7,7/3,9	1,7/7,0/8,0/4,0	2,3/8,2/10,2/5,2	
Power input	Koelen	Nom.	0,44	0,56	0,80	0,97	1,36	1,77	2,34	
	Verwarmen	Nom.	0,50	0,56	0,99	1,31	1,45	1,94	2,57	
Koeling	Energieklasse		A+++			A++				
	Vermogen	Pdesign	kW	2,00	2,50	3,40	4,20	5,00	6,00	7,00
	SEER			8,65		7,85	7,41	6,90	6,20	
	Jaarlijks energieverbruik		kWu/j	81	101	137	187	236	304	401
Verwarming (gematigd klimaat)	Energieklasse		A+++			A++		A+		
	Vermogen	Pdesign	kW	2,30	2,40	2,50	4,00	4,60	4,80	6,20
	SCOP/A			5,10		4,71		4,30	4,10	
	Jaarlijks energieverbruik		kWu/j	631	659	686	1.189	1.368	1.562	2.117

Model	Productnaam	20	25	30	35	40	42	50	52	60	68	71	80	90	4pk	5pk	6pk
Split warmtepomp	RXZ-N		•		•			•									
	RXA-A9/B	•	•		•		•	•									
	RXJ-A	•	•		•			•									
	RXM-R(9)	•	•		•		•	•		•		•					
	RXP-M	•	•		•			•		•		•					
Multisplit warmtepomp	2 poorten MXM-A					•		•			•						
	3 poorten MXM-A					•			•		•						
	4 poorten MXM-A									•	•						
	5 poorten MXM-A												•				
Multi+ NIEUW warmtepomp met sanitaire aansluiting	4 poorten MWXMS2A							•									
VRV Warmtepomp	RXYSQ-TV1														•	•	•
	RXYSQ-T9V1														•	•	•

WARMTEPOMP

- Afweging bodem-water- vs. lucht-water-warmtepomp
- Uponor - warmteafgiftetabellen

- Zo klein mogelijke pasafstand:
 - Vloerverwarming
 - Voldoende (passief) koelvermogen via vloerkoeling

UPONOR-WARMTEAFGIFTE

Uponor Tacker

Warmte-afgiftetabel volgens DIN EN 1264

Oppervlaktetemperaturen

Verblijzone: $\vartheta_{s,max} = 29\text{ °C}$

Badruimte: $\vartheta_{s,max} = 33\text{ °C}$

Randzone: $\vartheta_{s,max} = 35\text{ °C}$

Warmtegeleidingsweerstand

$R_{s,d} = 0,00\text{ (m}^2\text{ x KJ/W)}$

(bijv. keramiek)



16 x 2 mm
PE-Xa

Hartafstand T [m]	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30						
Verbruik L [m/m ²]	10,00	6,67	5,00	4,00	3,33						
Gem. Water-temperatuur ϑ_m [°C]	1. max. warmte-afgifte q										
	2. gemiddelde oppervlaktetemperatuur $\vartheta_{s,m}$										
ϑ_s [°C]	ϑ_s [°C]	q [W/m ²]	$\vartheta_{s,m}$ [°C]	q [W/m ²]	$\vartheta_{s,m}$ [°C]	q [W/m ²]	$\vartheta_{s,m}$ [°C]	q [W/m ²]	$\vartheta_{s,m}$ [°C]	q [W/m ²]	$\vartheta_{s,m}$ [°C]
27,5	15	80,4	22,4	69,3	21,4	60,0	20,7	52,0	20,0	45,2	19,4
	18	61,1	23,7	52,6	23,0	45,6	22,4	39,5	21,9	34,4	21,4
	20	48,2	24,6	41,6	24,1	36,0	23,6	31,2	23,1	27,1	22,7
	22	35,4	25,5	30,5	25,1	26,4	24,7	22,9	24,4	19,9	24,1
	24	22,5	26,3	19,4	26,0	16,8	25,8	14,6	25,6	12,7	25,4
30	15	96,4	23,7	83,1	22,6	72,0	21,7	62,4	20,9	54,3	20,2
	18	77,2	25,1	66,5	24,2	57,6	23,4	49,9	22,8	43,4	22,2
	20	64,3	26,0	55,4	25,3	48,0	24,6	41,6	24,1	36,2	23,6
	22	51,4	26,9	44,3	26,3	38,4	25,8	33,3	25,3	28,9	24,9
	24	38,6	27,8	33,2	27,3	28,8	26,9	25,0	26,5	21,7	26,2
35	15	128,6	26,3	110,8	24,9	96,0	23,7	83,2	22,6	72,4	21,7
	18	109,3	27,8	94,2	26,5	81,6	25,5	70,7	24,6	61,5	23,8
	20	96,4	28,7	83,1	27,6	72,0	26,7	62,4	25,9	54,3	25,2
	22	83,6	29,6	72,0	28,7	62,4	27,9	54,1	27,1	47,0	26,5
	24	70,7	30,6	61,0	29,7	52,8	29,0	45,8	28,4	39,8	27,9
40	15	160,7	28,9	138,5	27,1	120,0	25,6	104,0	24,3	90,4	23,2
	18	141,4	30,3	121,9	28,8	105,6	27,5	91,5	26,3	79,6	25,3
	20	128,6	31,3	110,8	29,9	96,0	28,7	83,2	27,6	72,4	26,7
	22	115,7	32,3	99,7	31,0	86,4	29,9	74,9	28,9	65,1	28,1
	24	102,9	33,2	88,7	32,1	76,8	31,1	66,6	30,2	57,9	29,5
45	15	192,9	31,4	166,2	29,3	144,0	27,5	124,8	26,0	108,5	24,7
	18	173,6	32,9	149,6	31,0	129,6	29,4	112,3	28,0	97,7	26,8
	20	160,7	33,9	138,5	32,1	120,0	30,6	104,0	29,3	90,4	28,2
	22	147,9	34,8	127,5	33,2	110,4	31,8	95,7	30,6	83,2	29,6
	24	135,0	35,8	116,4	34,3	100,8	33,1	87,4	32,0	76,0	31,0

Max. oppervlaktetemperatuur
verblijzone overschreden

Max. oppervlaktetemperatuur
randzone overschreden

UPONOR-WARMTEAFGIFTE: RESULTATEN

- Voor CV:

- Aanvoertemperatuur = +/- 32°C
- Retourtemperatuur = +/- 27°C
- Zeer lage temperatuur verwarming

- Voor SWW:

- regime 50/45°C

→ zowel voor bodem-water- als lucht-water-warmtepomp

JAARBELASTINGSDUURCURVE

- Verbruik warmtepompen per uur (alle dagen van een jaar)?
 - SCOP warmtepomp in Excel warmteverliesberekening
 - Via klimaatgegevens van 2005 en o.b.v. SCOP gekozen warmtepomp → verbruiksgegevens

- Warmtepompen: NIBE
 - Bodem-water: water/water combi warmtepomp NIBE S1255-12
 - SCOP gemiddeld klimaat, 35° C: 5,2
 - Lucht-water: monoblock lucht/water warmtepomp NIBE F2040
 - SCOP gemiddeld klimaat, 35° C: 4,4



UPONOR KOELVERMOGENTABELLEN

Uponor Tacker

Koelvermogen tabel volgens DIN EN 1264

Oppervlaktetemperaturen

Verbijfzone en randzone:
 $\vartheta_{l, min} = 20 \text{ °C}$

Warmtegeleidingsweerstand

$R_{gk} = 0,00 \text{ (m}^2 \times \text{K)/W}$
 (bijv. keramiek)



16 x 2 mm
PE-Xa

Hartafstand T [m]	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30						
Verbruik L [m/m ²]	10,00	6,67	5,00	4,00	3,33						
Gem. Water-tempera-tuur ϑ_m [°C]	Ruimte-tempera-tuur ϑ_i [°C]	q_k : max. koelvermogen $\vartheta_{l,m}$: gemiddelde oppervlaktetemperatuur									
	ϑ_i [°C]	q_k [W/m ²]	$\vartheta_{l,m}$ [°C]	q_k [W/m ²]	$\vartheta_{l,m}$ [°C]	q_k [W/m ²]	$\vartheta_{l,m}$ [°C]	q_k [W/m ²]	$\vartheta_{l,m}$ [°C]	q_k [W/m ²]	$\vartheta_{l,m}$ [°C]
18	22	17,9	19,3	15,9	19,5	14,2	19,8	12,7	20,0	11,4	20,2
	23	22,3	19,6	19,9	19,9	17,8	20,3	15,9	20,6	14,2	20,8
	24	26,8	19,9	23,9	20,3	21,4	20,7	19,1	21,1	17,1	21,4
	25	31,3	20,2	27,9	20,7	24,9	21,2	22,3	21,6	19,9	21,9
	26	35,7	20,5	31,9	21,1	28,5	21,6	25,4	22,1	22,8	22,5
19	22	13,4	19,9	12,0	20,2	10,7	20,4	9,5	20,5	8,5	20,7
	23	17,9	20,3	15,9	20,5	14,2	20,8	12,7	21,0	11,4	21,2
	24	22,3	20,6	19,9	20,9	17,8	21,3	15,9	21,6	14,2	21,8
	25	26,8	20,9	23,9	21,3	21,4	21,7	19,1	22,1	17,1	22,4
	26	31,3	21,2	27,9	21,7	24,9	22,2	22,3	22,6	19,9	22,9
20	22	8,9	20,6	8,0	20,8	7,1	20,9	6,4	21,0	5,7	21,1
	23	13,4	20,9	12,0	21,2	10,7	21,4	9,5	21,5	8,5	21,7
	24	17,9	21,3	15,9	21,5	14,2	21,8	12,7	22,0	11,4	22,2
	25	22,3	21,6	19,9	21,9	17,8	22,3	15,9	22,6	14,2	22,8
	26	26,8	21,9	23,9	22,3	21,4	22,7	19,1	23,1	17,1	23,4

■ Onderschrijding van de minimale oppervlaktetemperatuur

ACTIEF EN PASSIEF KOELEN

- Max. koelvermogen: 22,3 W/m²
- Totale vloer(verwarmings)oppervlakte woning: 213,065 m²
- 4751,35 W koelvermogen via vloerkoeling
- Berekenen verbruik:
 - Actief koelen: Energy efficiency rate (EER) voor koeling: 3,5
 - Passief koelen: vermogen bronpomp (60W)
 - Elektriciteitsprijs 0,57€/kWh - MAAR PV-installatie!

DIMENSIONERING BRON (BORINGEN)

- (geothermische) bodem-water-warmtepomp
- Smart Geotherm
- €35 per meter
- +/- € 16400

Screening boorveld

Gebouw

Gebouw woning

Maximum grootte boorveld

Lengte	12 m
Breedte	3 m
Diepte	100 m
Thermische geleidbaarheid	1.86 W/mK

Warmtepomp

COP Warmtelevering test	4.9
COP Warmtelevering ontwerp	4.9
Vermogen condenseerzijde	12.0 kW
Vollasturen	2070 u

Thermische behoefte

Warmtevraag ruimte	22006 kWh/jaar
Warmtevraag sanitair warm water	2977 kWh/jaar
Warmtevraag totaal	24983 kWh/jaar
Afgiftetemperatuur	32°C
Koeling	Passief
Koude behoefte	3124 kWh/jaar
Beta-factor	0.96

Warmtewisselaars

Type	Enkel U (geboord)
Vulmateriaal	Eigen λ : 1.4 W/mK
Mediumtemperatuur	0°C
Opstellingsvorm	1x5
Aantal wisselaars	5
Onderlinge afstand	3 m

Resultaat

Totale lengte	467.94 m
Besluit	Het boorveld wordt enkel gedimensioneerd op de warmtebehoefte. De behoefte aan koude is hier relatief groot, dit kan aanleiding geven tot een groter boorveld.

KOSTENBEREKENING CV-KETEL & AIRCO



cv-ketel

**Vaillant ecoTEC
plus VC 126**

Aankoopprijs : €1.250

Verwarmingsvermogen
van 12 kW



Boiler

**uniSTOR VIH Q
75/2 B**

Aankoopprijs: €660

75 liter

Installatiekost CV-ketel &
boiler: +-€850

KOSTENBEREKENING CV-KETEL & AIRCO



Airco buitenunit

5MXM90A

Aankoopkost
buitenunit: €3.897

Airco binnenunits

2x Wandmodel FTXM20R 2kW

Aankoopprijs: € 477 x 2 = €954

2x Wandmodel FTXM25R 2,5kW

Aankoopprijs : €523 x 2 = €1.046

KOSTENBEREKENING CV-KETEL & AIRCO

- Kost leidingen airco: +- €3.000
- Installatiekost airco: +- €600

- Totale aankoop & installatie kost CV-ketel & airco:
€11.407

KOSTENBEREKENING CV-KETEL & AIRCO

Energiekosten op jaarbasis

		Verbruik (kWh)	kost (€)
Gas	Ketel	22850,05674	€ 4.570,01
Elektrisch	Airco	844,2367838	€ 481,21
	extern elektisch verbr	4129,536567	€ 2.353,84
	Opbrengst zonnepanelen	3409,82616	
	Totaal	1563,94719	€ 1.888,63
Totaal		€ 6.458,64	

KOSTENBEREKENING LUCHT/WATER WARMTEPOMP



NIBE F2040-12

Vermogen van max 11,6 kW

Geschikt voor warmte
+ koeling

Buitenunit

Aankoopprijs : €6752

KOSTENBEREKENING LUCHT/WATER WARMTEPOMP



NIBE VVM 310

Aankoopkost: €5.452

Installatiekost: +- €8.500

Totale aankoop &
installatiekost
lucht/water
warmtepomp:
€20.705

KOSTENBEREKENING LUCHT/WATER WARMTEPOMP

Jaarlijkse energiekosten lucht/water warmtepomp

	Verbruik (kWh)	Kosten
Warmtepomp:	5834,208726	€ 3.325,50
extrenn elektisch verbr	4129,536567	€ 2.353,84
Opbrengst zonnepanelen	3409,82616	
Totaal	6553,919132	€ 4.645,36

KOSTENBEREKENING BODEM/WATER WARMTEPOMP



NIBE S1255-12

Aankoopkost: €11.540

Kost installatie en
boring/m = +- €35

€35 x 476,94m = €16.693

**Totale aankoop en
installatiekost:
€28.233**

KOSTENBEREKENING BODEM/WATER WARMTEPOMP

Jaarlijkse energiekosten bodem/water warmtepomp

	Verbruik (kWh)	Kosten
Warmtepomp:	4767,097653	€ 2.717,25
extern elektisch verbr	4129,536567	€ 2.353,84
Opbrengst zonnepanelen	3409,82616	
Totaal van net halen	7447,420065	
Totaal op net zetten	1960,612005	
Totaal	5486,80806	€ 4.147,00

PRIJSVERGELIJKING

Overzicht kosten				
	Gasketel	Airco	Lucht/water warmtepomp	Bodem/water warmtepomp
Aankoopkost	€ 1.917,00	€ 10.135,37	€ 12.205,34	€ 14.314,20
Installatiekost	€ 850,00	€ 600,00	€ 8.500,00	€ 16.692,90
Totaal aankoop & installatie	€ 2.767,00	€ 10.735,37	€ 20.705,34	€ 31.007,10
Jaarlijkse energiekosten		€ 6.458,64	€ 4.645,36	€ 4.147,00
Afschrijving over 20 jaar	€ -138,35	€ -536,77	€ -1.035,27	€ -1.550,36
Totaalkost jaar 1		€ 19.961,01	€ 25.350,70	€ 35.154,10
Totaalkost jaar 5		€ 45.795,57	€ 43.932,14	€ 51.742,09
Totaalkost jaar 10		€ 78.088,77	€ 67.158,95	€ 72.477,09
Totaalkost jaar 15		€ 110.381,98	€ 90.385,75	€ 93.212,08
Totaalkost jaar 20		€ 142.675,18	€ 113.612,55	€ 113.947,08

ONS ADVIES

- Lucht/water warmtepomp
 - Goedkoper dan B/W
 - Terugverdientijd B/W = 20 jaar

