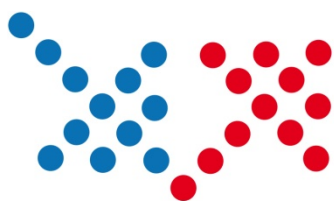


Toepassen van een geothermisch
warmtepompsysteem met verticale boringen
voor het verwarmen van een industriële toonzaal

Totaal ca. 1700 m²



Geo-Thermics

Aardwarmte: onuitputtelijk & voordelig

Bosstraat 54 BE-9820 Schelderode | Tel. : +32 9 362 84 66 | Fax. : +32 9 362 33 30 | info@geo-thermics.be

Inhoud

INHOUD	2
1. PROJECTGEGEVENS	3
2. DIMENSIONEREN WARMTEPOMP	3
A. BENODIGD PIEKVERMOGEN VERWARMING	3
B. PIEKVERMOGEN VENTILATIE	3
C. PIEKVERMOGEN VERWARMING TOTAAL	4
D. ENERGIEBEHOEFTE VERWARMING OP JAARBASIS	4
3. GEOTHERMISCH VOORSTEL	6
A. BRONSYSTEEM	6
B. OPWEKKINGSYSTEEM	7
C. AFGIFTESYSTEEM	8
4. BUDGETVOORBEELD KLASSIEK SYSTEEM	10
5. BUDGETVOORBEELD GEOTHERMIE	11
6. SUBSIDIEREGELING	12
A. FEDERALE STEUN	12
B. VLAAMSE OVERHEID	12
C. NETBEHEERDER	12
D. BEREKENING SUBSIDIES	13
7. BEREKENING MEERKOST	14
8. BEREKENING ENERGIEBESPARING	15
A. BEREKENING JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK CONDENSERENDE GASKETEL MET LUCHTVERWARMING	15
B. BEREKENING JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK GEOTHERMISCH WARMTEPOMPSYSTEEM	15
C. JAARLIJKSE ENERGIEBESPARING	16
9. RENDABILITEIT	17

1. Projectgegevens

Project voor het bouwen van een toonzaal in 2 verdiepingen.

Totaal te verwarmen vloeroppervlakte is ca. 1700 m².

3

2. Dimensioneren warmtepomp

a. Benodigd piekvermogen verwarming

Transmissie

- K – peil 38
- Verliesoppervlakte 10.972,28 m²
- Beschermd volume 9.505,50 m³
- Gemiddelde U-waarde 0,68 W/m²K
- Compactheid 0,87 m

Gemiddeld warmteverlies over volledige gebouwschil = 1684 W/K

Temperatuursverschil = 20° C binnentemperatuur en – 10° C buitentemperatuur.

Piekvermogen verwarming = 50,529 kW

b. Piekvermogen ventilatie

- Minimale toevoer 2.256,8 m³/h
- Minimale afvoer 2.256,8 m³/h
- Pulsie toevoer 2.046 m³/h
- Extractie 148.5 m³/h

Pulsie is verse buitenlucht die het gebouw moet binnengebracht worden.

Extractie is vervuilde binnenlucht die rechtstreeks het gebouw moet verlaten.

Voor berekening van het warmteverlies komt het pulsiedebiet in aanmerking.

Pulsiedebiet per uur	m ³ /h	2046
Pulsiedebiet per seconde	m ³ /sec	0,568
Massadichtheid lucht	kg/m ³	1,293
Massastroom lucht	kg/sec	0,734855
Enthalpie lucht	J/kg.K	710
Warmteverlies per graadverschil	W/K	522
Graadverschil tussen binnen 20° C en buiten -10° C	Delta K	30
Totaal warmteverlies bruto	kW	16,000
Efficiëntie warmterecuperatie	%	50
Totaal piek warmteverlies ventilatie	kW	8,000

4

c. Piekvermogen verwarming totaal

Benodigd piekvermogen om een binnentemperatuur van 20° C te garanderen bij -10° C wordt bepaald door:

Transmissieverlies 50,529 kW + ventilatieverlies 8,000 kW = 58,529 kW.

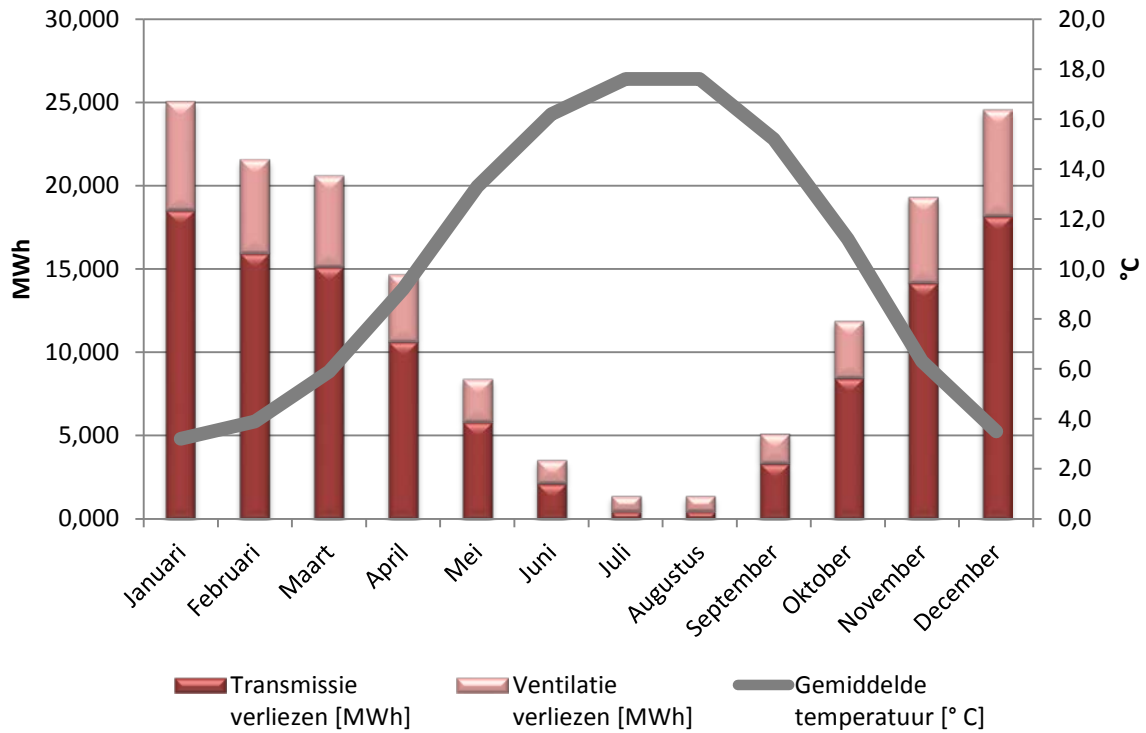
Totaal te installeren verwarmingsvermogen = 60 kW

d. Energiebehoefte verwarming op jaarbasis

	Duur maand	Gemiddelde temperatuur	Transmissie verliezen	Ventilatie verliezen	Maandtotaal verliezen	Curve
	Msec	° C	MWh	MWh	MWh	%
Januari	2,678	3,2	18,546	6,525	25,071	15,860%
Februari	2,419	3,9	15,959	5,648	21,607	13,669%
Maart	2,678	5,9	15,163	5,476	20,639	13,057%
April	2,592	9,2	10,672	4,059	14,731	9,319%
Mei	2,678	13,3	5,890	2,602	8,492	5,372%
Juni	2,592	16,2	2,183	1,428	3,611	2,284%
Juli	2,678	17,6	0,501	0,932	1,433	0,907%
Augustus	2,678	17,6	0,501	0,932	1,433	0,907%
September	2,592	15,2	3,396	1,804	5,200	3,289%
Oktober	2,678	11,2	8,521	3,418	11,939	7,553%
November	2,592	6,3	14,189	5,149	19,338	12,234%

December	2,678	3,5	18,170	6,408	24,578	15,549%
Totaal			113,690	44,380	158,070	

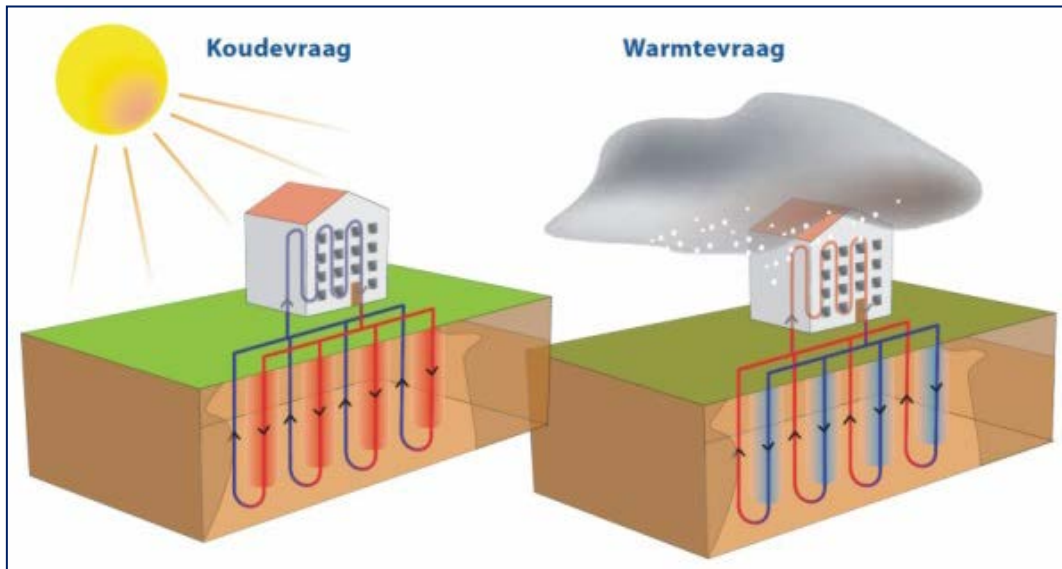
Jaarcurve verwarming



3. Geothermisch voorstel

a. Bronsysteem

Er wordt geopteerd voor boringen met een gesloten circulatiesysteem. Men spreekt van boorgat-energie opslag of BEO-veld.



6

Een BEO-veld bestaat uit verschillende verticale boringen met een diameter van ca. 130 à 150 mm. In die boorgaten worden 2 lussen in polyethyleen naar beneden gebracht en het boorgat wordt van onder tot boven onder druk geïnjecteerd met een thermisch geleidende en afdichtende grout. Een grout is een mengsel van zand, cement, bentoniet en toeslagstoffen. De grout heeft een drievoudige functie :

- “Bescherming”: beschermen van de buizen tegen vreemde objecten die onder de grondruk in de leidingwand kunnen drukken.
- “Milieutechnisch”: afdichten van de grondwaterlagen zodat er geen contaminatie kan optreden in de verschillende lagen.
- “Rendement”: de grout heeft een hoge geleidbaarheid waardoor de aardwarmte snel kan worden overgedragen aan het medium dat in het leidingwerk circuleert.

De lussen worden horizontaal met elkaar verbonden en het gebouw binnengebracht. Hier wordt het bronsysteem rechtstreeks op de warmtepomp(en) aangesloten. De leidingen zijn gevuld met een water/glycol mengsel omwille van vriesbeveiliging. Het mengsel, dat door het BEO-veld circuleert in de gesloten buizen, neemt geleidelijk de temperatuur aan van de bodem. Vanaf een diepte van ca. 40 m is dit, winter en zomer, zo een 10 à 12° C. Hoe dieper, hoe warmer (ongeveer 3 graden per 100 m diepte). Het is deze 10 à 12° C die door middel

van een warmtewisselaar door een warmtepomp kan gebruikt worden om in de winter te verwarmen en in de zomer aangenaam passief te koelen.

Op basis van de eerder berekende energiebehoeftes kan een computersimulatie gemaakt worden om het benodigd aantal boringen te dimensioneren.

Inputgegevens :

- Piekvermogen verwarming 60 kW
- Piekvermogen koeling 48 kW
- Jaarcurve verwarming
- Jaarcurve koeling

Bodemgegevens (uit geologiestudie) :

- Lambda-waarde = 1,78 W/m.K
- Warmtecapaciteit = 2,43 MJ/m³.K

Bronconcept softwarematig gedimensioneerd om 25 jaar lang positieve brontemperaturen te kunnen garanderen.

b. Opwekkingsysteem

In dit concept wordt geopteerd om 2 warmtepompen in cascade te plaatsen. Elke warmtepomp is opgebouwd uit 2 compressormodules. Elke compressormodule kan 15 kW leveren. Zo kan het warmtepompsysteem ook modulerend werken tussen 15 kW en 60 kW thermisch vermogen.

Hoe werkt een warmtepomp?

- a. De warmtepomp is gevuld met een koelvloeistof die bij negatieve temperaturen al verdampt.
- b. Het bronwater heeft door circulatie in de leidingen van de boringen geleidelijk aan 10 à 12° C en zelfs meer kunnen aannemen in de bodem.
- c. Dit bronwater passeert in een warmtewisselaar de koelvloeistof aanwezig in de warmtepomp. Deze koelvloeistof verdampt en wordt een gas.
- d. Dit gas wordt door een compressor samengedrukt waardoor de temperatuur van dit gas sterk oploopt. De compressor verbruikt hiervoor elektrische energie die hij aan het net onttrekt.

- e. Het hete gas passeert opnieuw een warmtewisselaar waar ofwel de vloerverwarming in passeert ofwel sanitair warm water. Dit water wordt opgewarmd tot de gewenste temperatuur.
- f. Voor vloerverwarming of betonkernactivering is dit maximaal 35° C.
- g. Voor sanitair warm water kan tot 60° C opgewarmd worden, maar dit is in de praktijk meestal slechts 45° C.
- h. Het hete gas in de warmtepomp is hierdoor afgekoeld en passeert een ontspanventiel waardoor het gas neerslaat in een koelvloeistof.
- i. De koelvloeistof kan vervolgens in een continue cyclus opnieuw verdampen.

Karakteristiek voor een warmtepomp is dat ze van 10° C in de bron, 35° C in de vloerverwarming kan aanmaken met seizoensrendement van meer dan 5 (SPF = 5). Dat wil zeggen dat voor elke eenheid energie die aan de warmtepomp wordt afgeleverd, er 5 eenheden warmte aan ruimteverwarming worden verkregen. Met andere woorden, het eindenergieverbruik van een geothermische warmtepomp is 1/5^e van de energiebehoefte voor ruimteverwarming.

Uniek aan de geothermische warmtepomp is de mogelijkheid tot passief koelen. Bij passieve koeling wordt de compressor van de warmtepomp buiten werking gesteld en verbruikt deze geen energie. Door circulatie van het water in de vloerverwarming en dit rechtstreeks te laten communiceren met het water/glycolmengsel in het bronsysteem, kan warmte aan de flat worden onttrokken via de buizen van de vloerverwarming en afgegeven worden aan het bronsysteem. Met andere woorden het appartement koelt af en het bronsysteem warmt op. Bij passieve koeling is er enkel stroomverbruik door de 2 circulatiepompen en wordt het energieverbruik tot een absoluut minimum herleid. Rendementen van meer 10 en hoger zijn eenvoudig haalbaar. Ook wordt hierdoor de bodem opgewarmd of ook wel geregenereerd. Dit levert betere rendementen op aan het begin van het nieuw stookseizoen (bodem 12° C à 13° C)

Het koelen via de vloer heeft vele voordelen t.o.v. een klassieke airconditioning :

- Lager energieverbruik
- Geen geluidsproductie
- Geen luchtcirculatie
- Geen oncomfortabele luchtvochtigheidbalans

c. Afgiftesysteem

In dit concept wordt geopteerd voor betonkernactivering omwille van het thermisch bufferend effect en de zeer lage aanmaaktemperaturen voor verwarming (hoger rendement).

De maximale aanvoertemperatuur voor verwarming is maximaal 35° C in de winter en voor koeling is dit minimaal 18° C in de zomer.

Voordelen :

- Doordat er een groter stralingsoppervlak is met een lagere temperatuur ten opzichte van andere systemen, is het een prettige warmte en kan de luchttemperatuur laag blijven.
- Laag energieverbruik omdat het vertrek met een lagere temperatuur kan worden verwarmd. Bovendien wordt de warmte in de betonvloer gebufferd, zodat er een heel aangenaam en constant binnenklimaat gegarandeerd kan worden.
- De vloertemperatuur bedraagt maximaal 35° C en is dus lager dan de lichaamstemperatuur, wat altijd als aangenaam wordt ervaren.
- De warmtepomp hoeft slechts 35° C aan te maken onder extreme omstandigheden (- 10° C buiten gedurende 24 uur), waardoor de warmtepomp gedurende het hele stookseizoen op een héél hoge performantie kan werken. De SPF is hoger dan 5.
- Via dezelfde leidingen kan de geothermische warmtepomp in de zomer passief koelen.

4. Budgetvoorbeeld klassiek systeem

Klassiek wordt er voor dergelijke oppervlaktes gewerkt met luchtverwarming. Een centrale condenserende en modulerende gasketel zorgt voor de aanmaak van warm systeemwater. Dit water wordt door circulatiepompen rondgestuurd naar verschillende warme luchtventilatoren, verspreid over het gebouw.

Condenserende gasketel met luchtverwarming	Prijsraming (excl. B.T.W.)
Opwekking: <ul style="list-style-type: none">• Condenserende modulerende gasketel vermogensbereik 20kW tot 100 kW• Individuele sturing gelijkvloers en verdieping via aparte thermostaten• Stooklijnregeling via buitenvoeler• Rookgasafvoer	€ 14.500
Afgiftesysteem: <ul style="list-style-type: none">• Warme luchtventilatoren verdeeld over ruimte, 12 stuks in totaal, 6 per verdieping, inclusief montagemateriaal• Geïsoleerd aanvoer- en retournet voor systeemwater• Apart voorzien van circulatiepompen op gelijkvloers en verdieping	€ 41.500
Totaal excl. B.T.W.	€ 56.000

10

5. Budgetvoorbeeld geothermie

Geothermisch warmtepompsysteem	Prijsraming (excl. B.T.W.)
<u>Bronstelsysteem</u>	€ 85.000
<u>Opwekkingsstelsysteem:</u> Geothermische warmtepomp <ul style="list-style-type: none">• 60 kW thermisch vermogen in 2-traps compressorwerking van elk 15 kW• 48 kW koelvermogen via passieve koeling door geïsoleerde warmtewisselaar tussen bronstelsysteem en afgiftesysteem• Individuele sturing gelijkvloers en verdieping via aparte thermostaten• Stooklijnregeling via buitenvoeler	€ 31.000
<u>Afgiftesysteem:</u> <ul style="list-style-type: none">• Betonkernactivering op gelijkvloers en verdieping• Apart voorzien van circulatiepompen	€ 27.500
Totaal excl. B.T.W.	€ 143.500

6. Subsidieregeling

a. Federale steun

Verhoogde investeringsaftrek

Artikel 69 van het Wetboek der Inkomstenbelasting (W.I.B.) biedt bedrijven de mogelijkheid hun belastbare winst te verminderen met een verhoogde investeringsaftrek voor energiebesparende investeringen. De aftrek wordt verricht op de winst van het belastbaar tijdperk tijdens hetwelk de vaste activa zijn verkregen of tot stand zijn gebracht.

Voor de energiebesparende investeringen, gedaan tijdens het belastbaar tijdperk dat aan aanslagjaar 2014 verbonden is, bedraagt de verhoogde aftrek 14,5 %.

12

b. Vlaamse overheid

Ecologiepremie

Investeringen die in aanmerking komen voor de ecologiepremie worden vermeld op een technologieëenlijst. Aan elke technologie wordt een ecklasse toegekend, afhankelijk van het milieu- en/of energievoordeel van de technologie.

Geothermische boringen : 65% van het investeringsbedrag komt in aanmerking voor subsidies

Geothermische warmtepomp : 40% van het investeringsbedrag komt in aanmerking voor subsidies.

c. Netbeheerder

Elektrische warmtepompen

$270 \text{ euro} \times ((0,87 \times \text{COP}) - 2,5) \times \text{het nominaal elektrisch compressorvermogen bij verwarmen uitgedrukt in kWatt en vervolgens beperkt tot 60.000 euro.}$

d. Berekening subsidies

Federale overheid

Basisbedrag	€ 143.500,0			
Verhoogde investeringsaftrek	€ 143.500,0	x	14,5% =	€ 20.807,5
Aanslagvoet	€ 20.807,5	x	33,99% =	€ 7.072,5
Nettosteun t.o.v. totale investering	€ 143.500,0	x	4,9% =	€ 7.072,5

Vlaamse overheid - Ecologiepremie

Basis geothermische warmtepomp	€ 31.000,0			(1)
Meerkostpercentage	€ 31.000,0	x	40% =	12.400,0 €
Basis geothermische boringen (gesloten)	€ 85.000,0			(2)
Meerkostpercentage	€ 85.000,0	x	65% =	55.250,0 €
Totale forfaitaire meerkost	€ 67.650,0			(1) + (2)
Steunpercentage KMO	€ 67.650,0	x	45%	30.442,5 €
Nettosteun t.o.v. totale investering	€ 143.500	x	21,2% =	30.442,5 €

Netbeheerder

= 270 euro x ((0,87 x 4,3) - 2,5) x 14 kW			=	4.691,0 €
Nettosteun t.o.v. totale investering	€ 143.500	x	3,3% =	4.691,0 €

Totale steun geothermisch warmtepompsysteem

€143.500 x 29,4% = € 42.206,0

7. Berekening meerkost

Geothermisch warmtepompsysteem	€ 143.500,0
Totale steun geothermisch warmtepompsysteem	€ - 42.206,0
Condenserende gasketel met luchtverwarming	€ - 56.000,0
Effectieve meerkost	€ 45.294,0

8. Berekening energiebesparing

a. Berekening jaarlijks energieverbruik condenserende gasketel met luchtverwarming

		ruimte verwarming	circulatiepompen (2 x 175 W)		ventilatoren (12 x 500 W)	
Energiebehoefte	MWh	158,070	0,553		9,484	
Opwekkingsrendement	SPF	0,9	-		-	
Systeemrendement	-	0,75	-		-	
Eindenergieverbruik	MWh	234,178	0,553		9,484	
Opsplitsing dag/nacht	-	n.v.t.	5/7	2/7	5/7	2/7
Subtotaal dag/nacht	MWh		0,395	0,158	6,774	2,710
Eenheidsprijs	€/MWh	39,468	194,173	142,158	194,173	142,158
Subtotaal	Excl. B.T.W	€ 9.242,53	€ 76,73	€ 22,47	€ 1.315,41	€ 385,22
Totaal per categorie	Excl. B.T.W	€ 9.252,53	€ 99,20		€ 1.700,63	
Bijkomende jaarlijkse kosten	Excl. B.T.W				€ 488,58	
Totaal	Excl. B.T.W				€ 11.530,94	

15

b. Berekening jaarlijks energieverbruik geothermisch warmtepompsysteem

		ruimte verwarming	circulatiepompen (2 x 175 W)		
Energiebehoefte	MWh	158,070	0,922075		
Opwekkingsrendement	SPF	4,5	-		
Systeemrendement	-	0,87	-		
Eindenergieverbruik	MWh	40,375	0,922		
Opsplitsing dag/nacht	-	5/21	16/21	5/21	16/21
Subtotaal dag/nacht	MWh	9,613	30,762	0,220	0,703
Eenheidsprijs	€/MWh	194,173	142,158	194,173	142,158
Subtotaal	Excl. B.T.W	€ 1.866,58	€ 4.373,06	€ 42,63	€ 99,87
Totaal per categorie	Excl. B.T.W	€	6.239,64	€	142,50
Bijkomende jaarlijkse kosten	Excl. B.T.W				€ 39,29
Totaal	Excl. B.T.W.				€ 6.421,43

c. Jaarlijkse energiebesparing

	Bedrag excl. B.T.W.
Condenserende gasketel met luchtverwarming	€ 11.530,94
Geothermisch warmtepompsysteem	€ -6.421,43
Effectieve besparing op jaarbasis	€ 5.109,51

9. Rendabiliteit

Economische rendabiliteit geothermieconcept t.o.v. condenserende gasketel

