

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

## WARMTEPOMP: ONTWERP

LENTE 2020

Dimensionering en integratie  
van geothermische warmtepompinstallaties

Hans HOES



## INTRODUCTIE

### ZINVOL TOEPASSEN VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Randvoorwaarden
- ▶ Haalbaarheidsaspecten

### ONTWERP VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Vooronderzoek
- ▶ Stappenplan

### AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Impact op milieu
- ▶ Energiebalans in de bodem
- ▶ Energiebehoefteprofiel

### INTEGRATIEVOORSCHRIFTEN





- ▶ Het doel van deze presentatie is om toelichting te geven bij het ontwerp van geothermische warmtepompsystemen.
- ▶ Het betreft het dimensioneren van open of gesloten bronsystemen en de integratie in de HVAC-installatie.
- ▶ Het gebouw van BIM/IBGE Brussel fungeert hierbij als case-studie.
- ▶ Deze presentatie gaat over geothermische opwekking van warmte en koude, niet over de verdeling van deze energie in het gebouw.



## INTRODUCTIE

### ZINVOL TOEPASSEN VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ **Randvoorwaarden**
- ▶ **Haalbaarheidsaspecten**

## ONTWERP VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Vooronderzoek
- ▶ Stappenplan

## AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Impact op milieu
- ▶ Energiebalans in de bodem
- ▶ Energiebehoefteprofiel

## INTEGRATIEVOORSCHRIFTEN



## Geologische omstandigheden

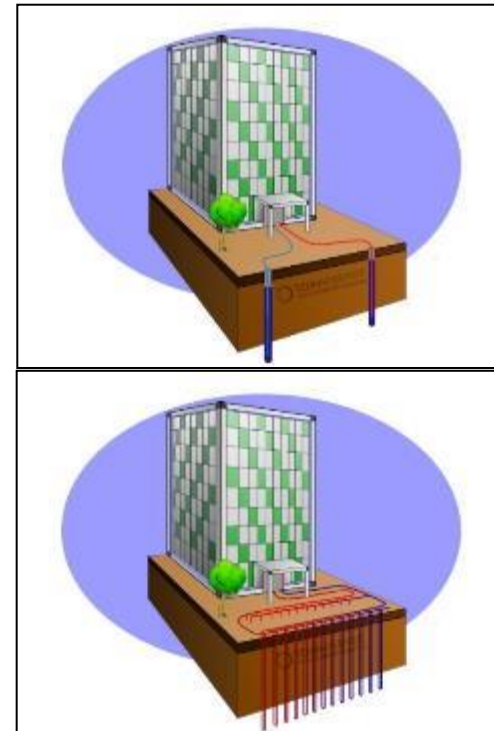
- ▶ Open systemen
  - Aanwezigheid van aquifers
  - Voldoende grote doorlatendheid
  - Geringe grondwaterstroming
- ▶ Gesloten systemen
  - Goed boorbare sedimenten
  - Aanvaardbare geleidbaarheid van de bodem

## Aangepaste afgiftesystemen in het gebouw

- ▶ Lage Temperatuur Verwarming
- ▶ Hoge Temperatuur Koeling

## Ruimte om geothermisch systeem te plaatsen

- ▶ Naast of onder gebouw
- ▶ Soms moeilijk bij renovatie of in stadskernen



## Open versus gesloten geothermische systemen

- ▶ Open systemen
  - Capaciteit per bronpaar ( $\text{m}^3/\text{h}$  onttrekking én injectie)
  - Booromstandigheden
- ▶ Gesloten systemen
  - Capaciteit per boring (geleidbaarheid / haalbare dieptes)
  - booromstandigheden

## Projectgrootte (schaaleffect)

- ▶ Open systemen niet rendabel  $< 75$  kW
- ▶ Grotere systemen zijn steeds interessanter

## Energiebehoefte

- ▶ Verwarming en/of koeling
- ▶ Toepassing passieve koeling zéér gunstig

## Energieprijzen

- ▶ Verhouding elektriciteits- / gasprijs



## INTRODUCTIE

### ZINVOL TOEPASSEN VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Randvoorwaarden
- ▶ Haalbaarheidsaspecten

### **ONTWERP VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP**

- ▶ **Vooronderzoek**
- ▶ **Stappenplan**

### AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Impact op milieu
- ▶ Energiebalans in de bodem
- ▶ Energiebehoefteprofiel

### INTEGRATIEVOORSCHRIFTEN



### Open systemen : proefboring

- ▶ Uitvoering boring + plaatsen filter in te onderzoeken aquifer
- ▶ Pompproef gedurende langere tijd met peilmeting
- ▶ Recovery-proef met peilmeting
- ▶ Analyse van de resultaten met inschatting geohydrologische parameters

### Gesloten systemen : TRT test

- ▶ Plaatsing verticale sonde onder reële omstandigheden
- ▶ Aansluiting TRT meetwagen (thermische respons test)
- ▶ Warmte-injectie gedurende minimaal 60 uren
- ▶ Analyse van temperatuurrepons met inschatting  $\lambda$ -waarde bodem



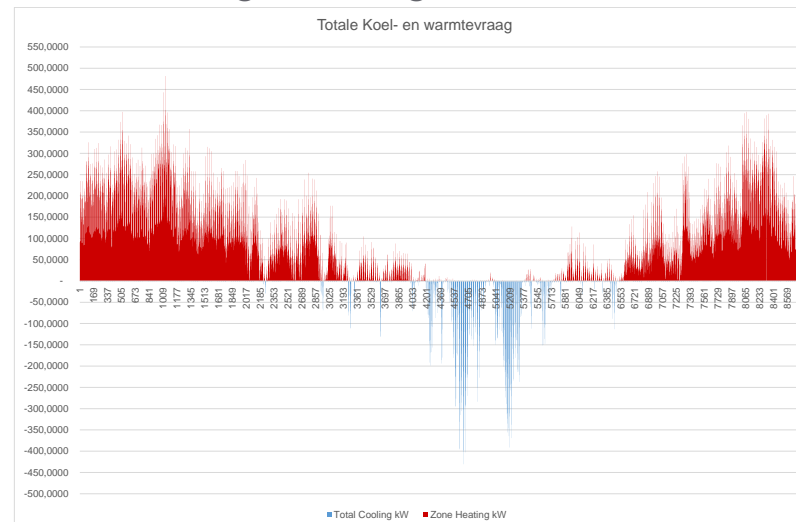


## Geologische analyse

- ▶ Kenmerken samenstelling ondergrond (< 200 m)
  - Geohydrologische karakteristieken
  - Thermische karakteristieken
  - Diepteligging aquifers (open systemen)
  - Haalbare boordieptes (gesloten systemen)
- ▶ Waterwinningen / bodemverontreiniging
- ▶ Wetgeving / vergunning

## Energetische analyse van de toepassing

- ▶ Benodigde piekvermogens verwarming / koeling
- ▶ Jaarbehoefte verwarming / koeling



## Selectie geothermisch concept

- ▶ Gewenste functionaliteiten
  - Enkel verwarming
  - Verwarming en koeling (nooit gelijktijdig)
  - Verwarming en koeling (gelijktijdig)
  - Passieve en/of actieve koeling
- ▶ Keuze warmtepompsysteem
- ▶ Keuze geothermische systeemdetaïls

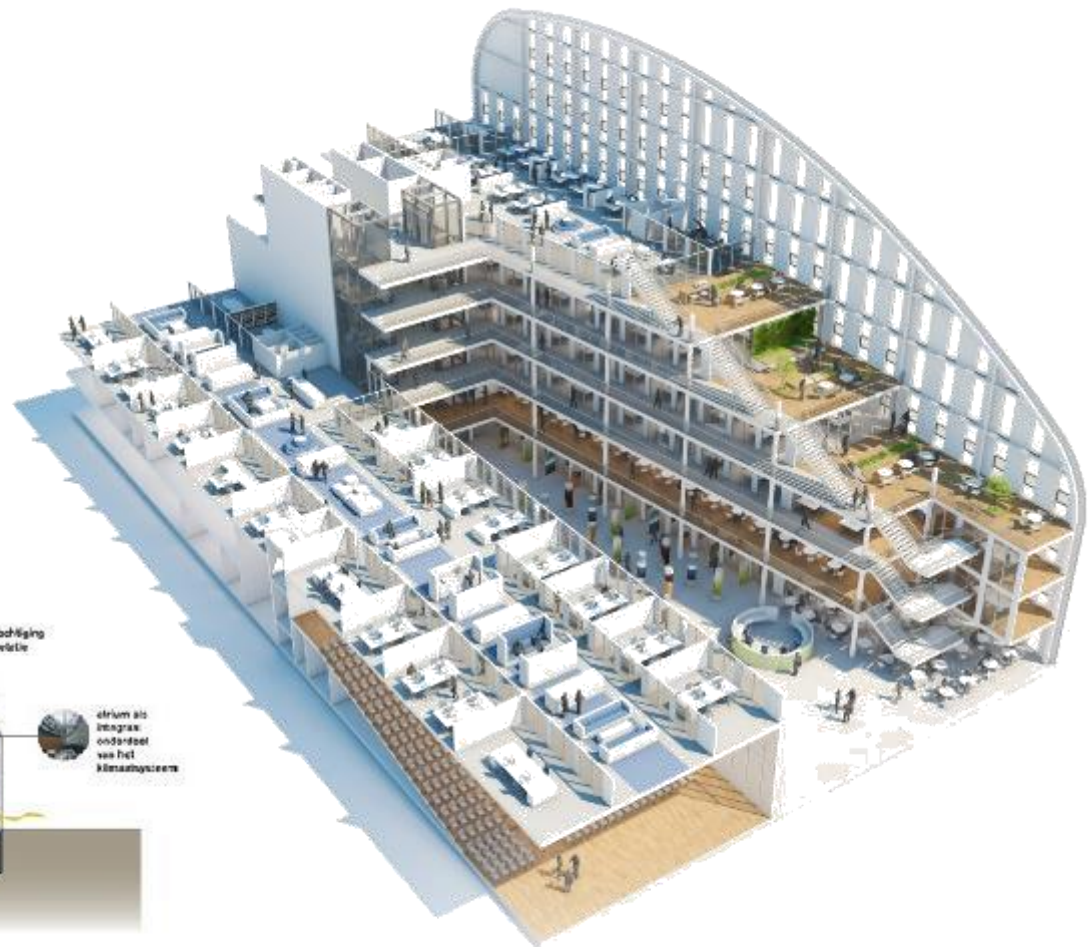
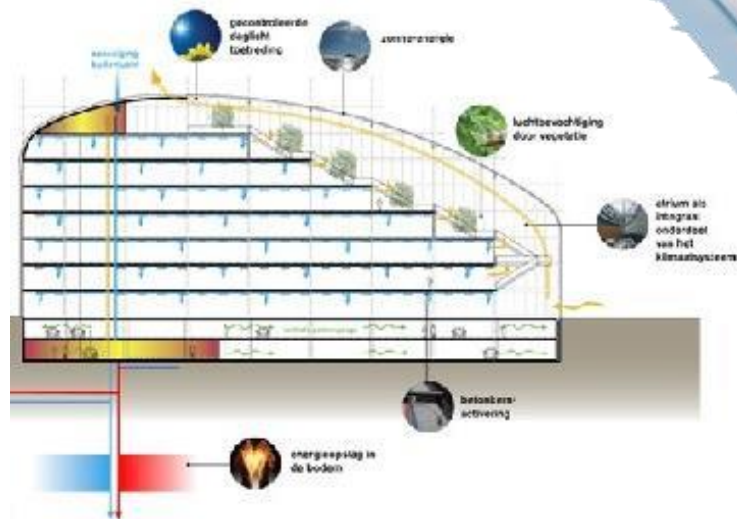
## Geothermisch detailontwerp

- ▶ Open systemen
  - Geohydrologische simulaties
  - Bronontwerp (diameter, filterstelling, onderlinge bronafstand,...)
  - Ontwerp warmtewisselaar
  - Dimensionering installatiecomponenten
- ▶ Gesloten systemen
  - Dynamische simulaties
  - Vastleggen installatieparameters (boordiepte, sondetype, afstand,...)
  - Dimensionering installatiecomponenten

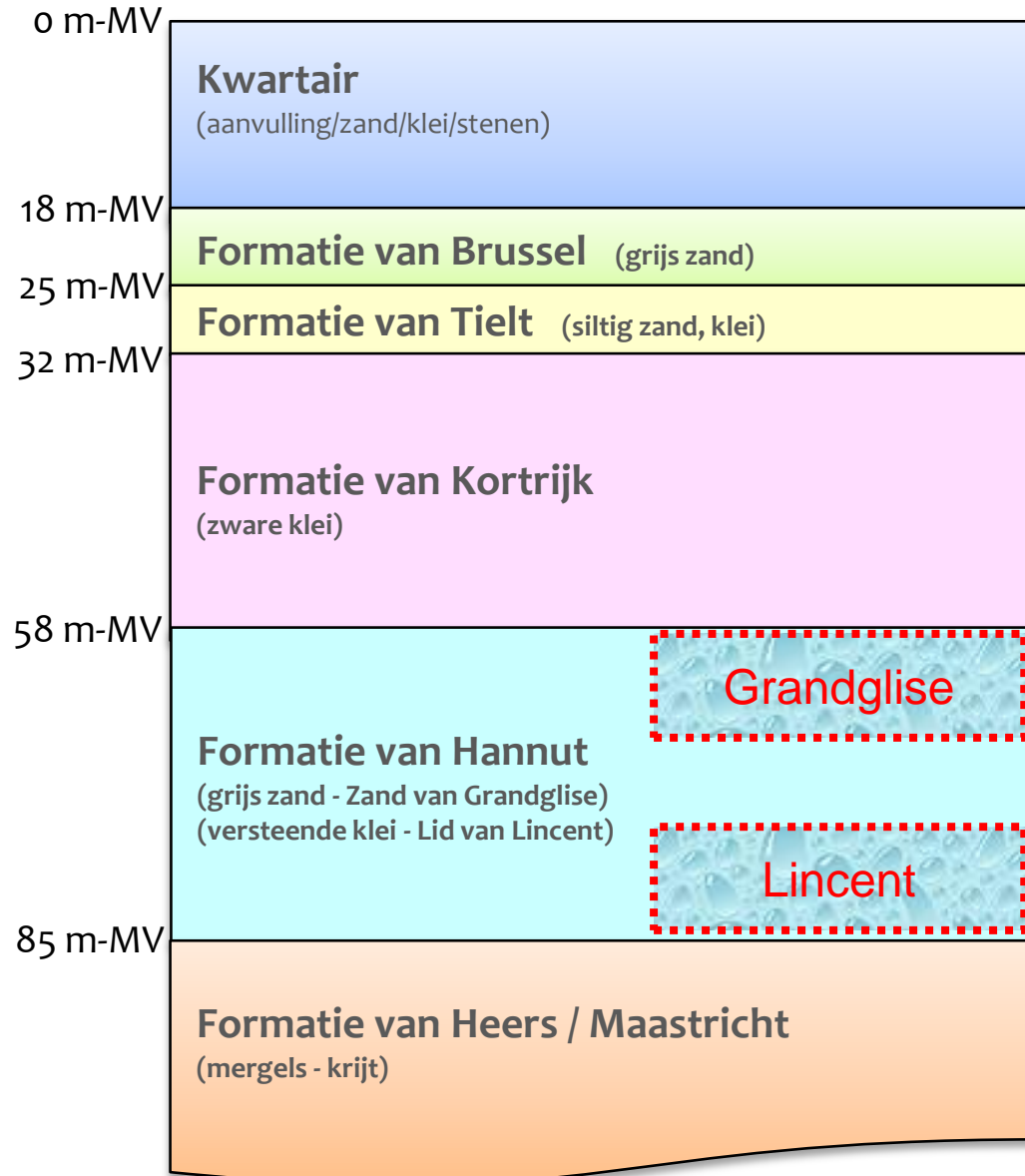




**Zonnepanelen**  
**Daglicht-optimalisatie**  
**Atrium als buffer**  
**Betonkernactivering**  
**Geothermie**



# 13 ONTWERP BIM/IBGE BRUSSEL : GEOLOGIE



## Geschikt voor KWO :

- $K \sim 2 \text{ m/d}$
- $D \sim 15 \text{ m}$  (2 x 7,5 m)
- $12 \text{ m}^3/\text{h}$  per bron



**450 kW koeling**

**250 kW passief  
200 kW actief**

**260 MWh/jaar**



**265 kW verwarming**

**265 kW warmtepomp**

**350 MWh/jaar**



**4 bronparen van 12 m<sup>3</sup>/h  
1 warmtepomp 265 kW**



## *Status 0 Rust*

Warmtevraag = 0

Koudevraag = 0

**Volledige installatie inactief, maar:**

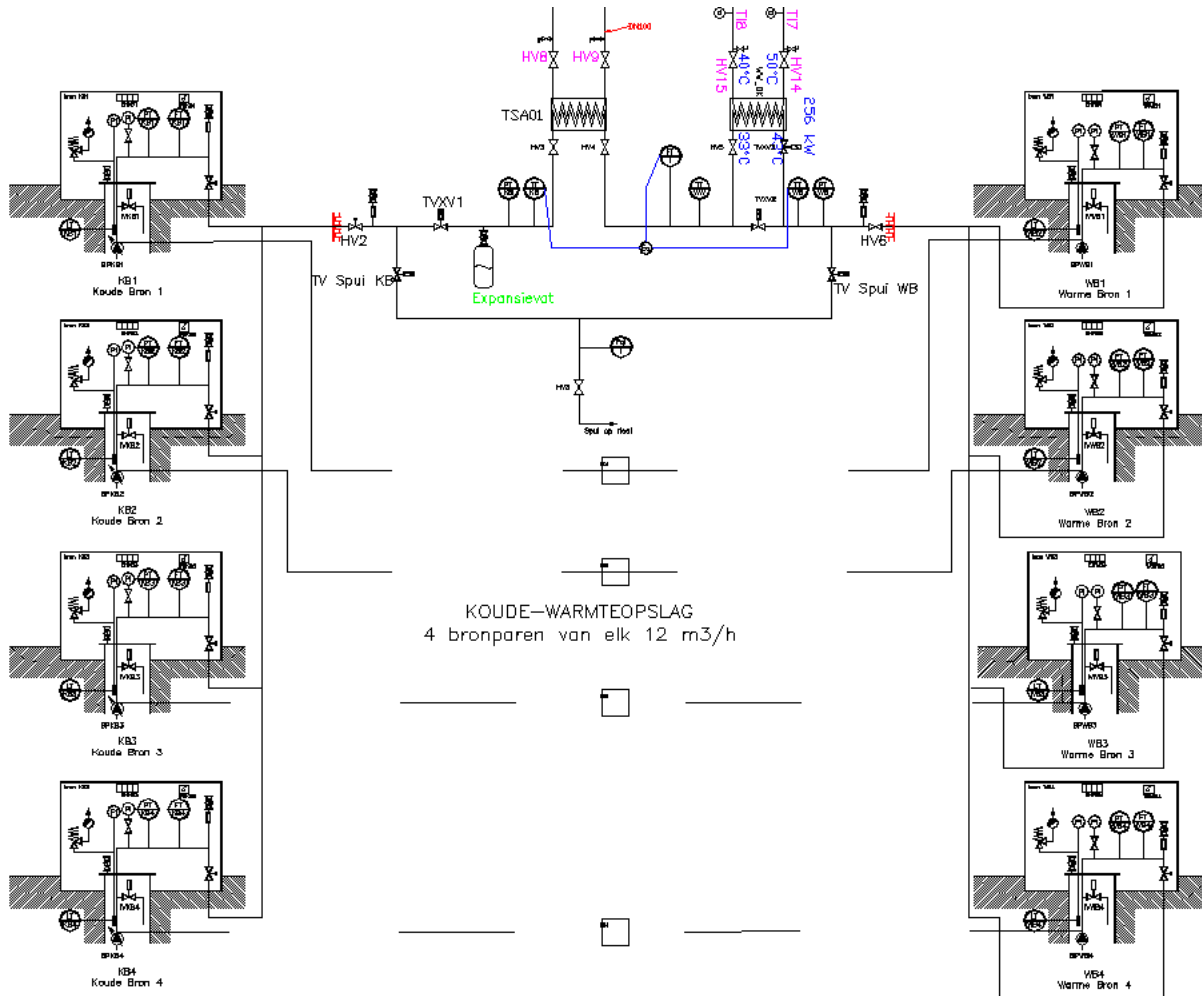
**DRUKHANDHAVING** houdt grondwatercircuit in overdruk, om ontgassing/vlokvorming te voorkomen.

**DRUKHANDHAVING** geschiedt via bronpompen en injectieventielen.



# Status 0 Rust

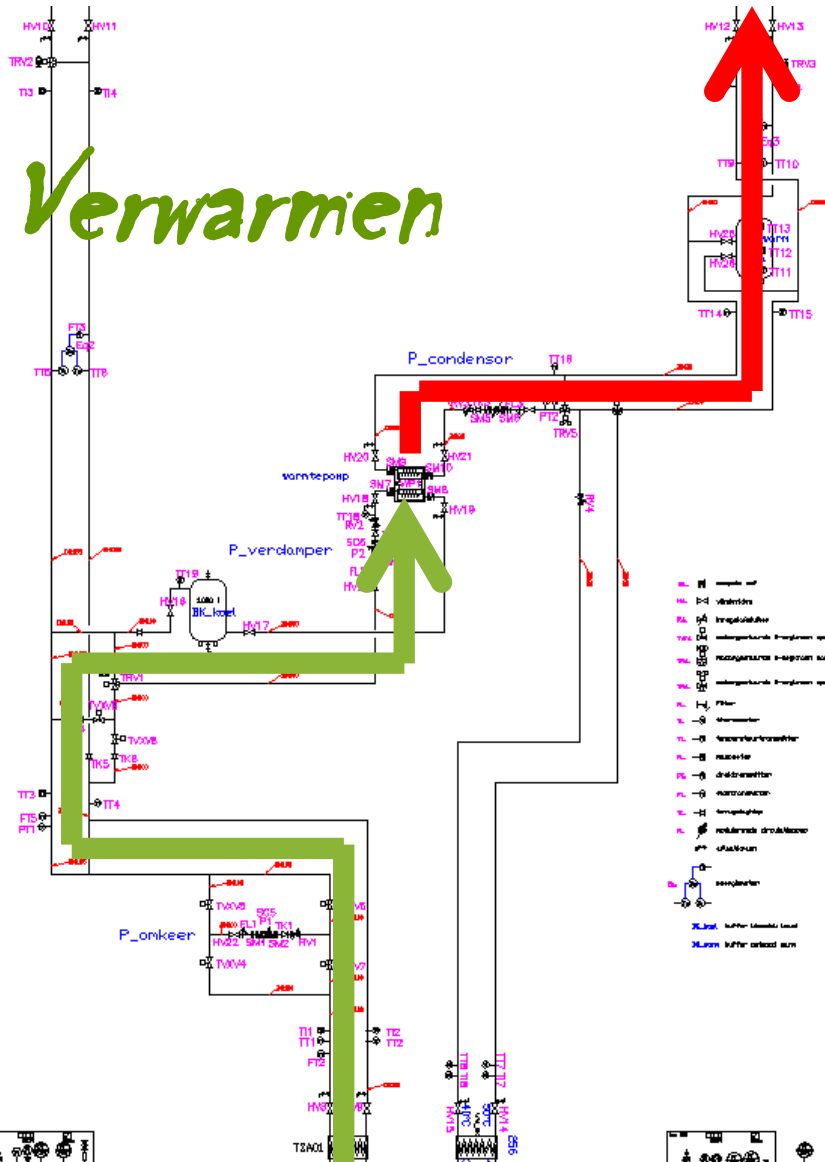
Warmtevraag = 0  
Koudevraag = 0





Status 1 Verwarmen

Warmtevraag = 1  
Koudevraag = 0



Warmtevraag = 1

Koudevraag = 0

## *Status 1 Verwarmen*

Warmtepomp wordt vrijgegeven om buffer warm op te warmen tot de gevraagde temperatuur

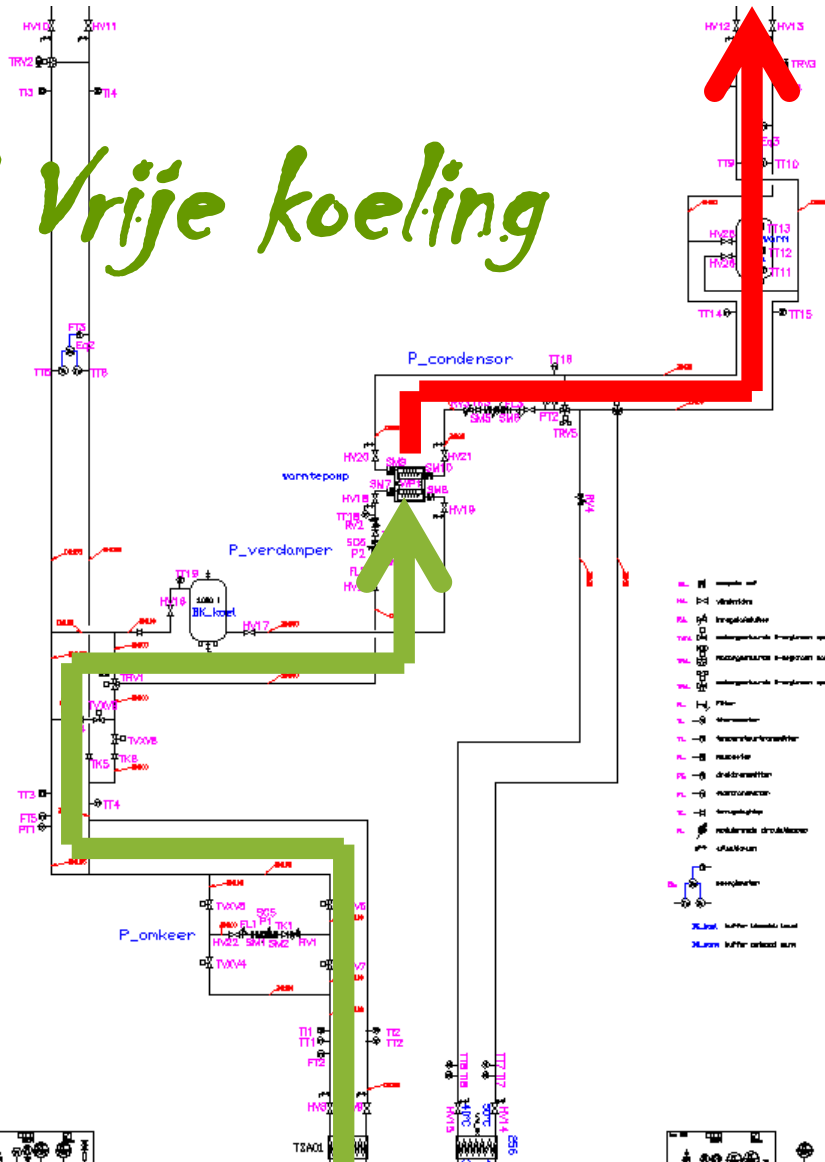
KWO pompt van warm naar koud

Pomp omkeerschakeling transporteert KWO-warmte naar de verdampers van de warmtepomp



*Status 2 Vrije koeling*

Warmtevraag = 0  
Koudevraag = 1



Warmtevraag = 0

Koudevraag = 1

## *Status 2 Vrije koeling*

Koudevraag wordt zoveel mogelijk geleverd vanuit KWO-systeem, rechtstreeks over de warmtewisselaar

Warmtepomp draait niet!

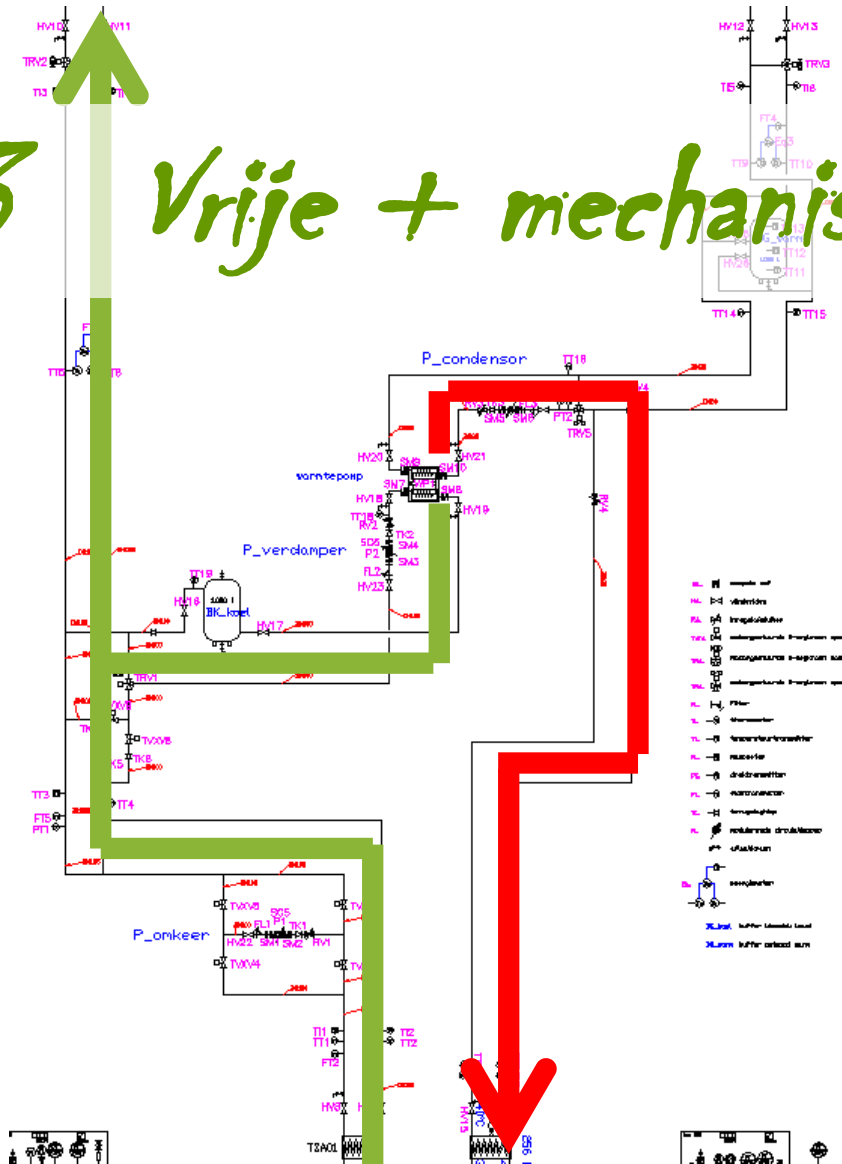
KWO pompt van koud naar warm

Pomp omkeerschakeling transporteert KWO-koude naar de koelcollector van het gebouw



Warmtevraag = 0  
 Koudevraag = 1

Status 3 Vrije + mechanische koeling



- TK1: temperatuur
- TK2: vloeistof
- TK3: temperatuur
- TK4: temperatuur
- TK5: temperatuur
- TK6: temperatuur
- TK7: temperatuur
- TK8: temperatuur
- TK9: temperatuur
- TK10: temperatuur
- TK11: temperatuur
- TK12: temperatuur
- TK13: temperatuur
- TK14: temperatuur
- TK15: temperatuur
- TK16: temperatuur
- TK17: temperatuur
- TK18: temperatuur
- TK19: temperatuur
- TK20: temperatuur
- TK21: temperatuur
- TK22: temperatuur
- TK23: temperatuur
- TK24: temperatuur
- TK25: temperatuur
- TK26: temperatuur
- TK27: temperatuur
- TK28: temperatuur
- TK29: temperatuur
- TK30: temperatuur
- TK31: temperatuur
- TK32: temperatuur
- TK33: temperatuur
- TK34: temperatuur
- TK35: temperatuur
- TK36: temperatuur
- TK37: temperatuur
- TK38: temperatuur
- TK39: temperatuur
- TK40: temperatuur
- TK41: temperatuur
- TK42: temperatuur
- TK43: temperatuur
- TK44: temperatuur
- TK45: temperatuur
- TK46: temperatuur
- TK47: temperatuur
- TK48: temperatuur
- TK49: temperatuur
- TK50: temperatuur



Warmtevraag = 0

Koudevraag = 1

## *Status 3 Vrije + mechanische koeling*

Koudevraag wordt zoveel mogelijk geleverd vanuit KWO-systeem, maar is onvoldoende. Warmtepomp levert extra koude.

Warmtepomp draait, koude wordt afgegeven aan gebouw en warmte wordt afgevoerd naar KWO

KWO pompt van koud naar warm

Pomp omkeerschakeling transporteert KWO-koude naar de koelcollector van het gebouw





Warmtevraag = 1

Koudevraag = 1

## *Status 4 Verwarmen + koelen zomer*

Zowel warmte- als koudevraag  
vanuit het gebouw, met grotere koude- als warmtevraag

Warmtepomp draait, koude wordt afgegeven aan gebouw  
en warmte wordt afgegeven aan buffer warm

KWO pompt van koud naar warm, levert extra koude

Pomp omkeerschakeling transporteert KWO-koude naar  
de koelcollector van het gebouw







Warmtevraag = 1

Koudevraag = 1

## *Status 5 Verwarmen + koelen winter*

Zowel warmte- als koudevraag  
vanuit het gebouw, met grotere warmte- als koudevraag

Warmtepomp draait, warmte wordt afgegeven aan buffer  
warm en koude wordt afgegeven aan gebouw en KWO

KWO pompt van warm naar koud.

Pomp omkeerschakeling transporteert KWO-warmte naar  
de verdampers van de warmtepomp



## INTRODUCTIE

### ZINVOL TOEPASSEN VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Randvoorwaarden
- ▶ Haalbaarheidsaspecten

### ONTWERP VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Vooronderzoek
- ▶ Stappenplan

### **AANDACHTSPUNTEN**

- ▶ **Impact op milieu**
- ▶ **Energiebalans in de bodem**
- ▶ **Energiebehoefteprofiel**

### INTEGRATIEVOORSCHRIFTEN



**Goede energetische analyse van het gebouw is onontbeerlijk**

**Optimale integratie van geothermische installatie is complex, doch zeer belangrijk voor een goed eindresultaat (zie volgend item)**

### **Impact op milieu**

- ▶ Aandacht voor grondwaterkwaliteit
- ▶ Aandacht voor verontreiniging
- ▶ Aandacht voor boortechnieken

**Energetisch balans in de bodem kan niet steeds bereikt worden**

- ▶ Rekening mee houden bij ontwerp
- ▶ Kunstmatige balancerings met dry coolers of zonnepanelen



## INTRODUCTIE

### ZINVOL TOEPASSEN VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Randvoorwaarden
- ▶ Haalbaarheidsaspecten

### ONTWERP VAN GEOTHERMISCHE WARMTEPOMP

- ▶ Vooronderzoek
- ▶ Stappenplan

### AANDACHTSPUNTEN

- ▶ Impact op milieu
- ▶ Energiebalans in de bodem
- ▶ Energiebehoefteprofiel

## **INTEGRATIEVOORSCHRIFTEN**



## Afgifte op geschikte temperatuur

- ▶ Lage temperatuur verwarming
- ▶ Hoge temperatuur koeling

## Hydraulische inpassing

- ▶ Zeer performante warmtewisselaars
- ▶ Gesloten systemen – glycol
- ▶ Open systemen – géén glycol

## Gebruik van geschikte warmtepompen

- ▶ Géén koelmachines die enkel koudegestuurd zijn
- ▶ Performante prestaties (op basis van EN14511)

## Bijzonderheden open bronsystemen

- ▶ Warme bron moet warm blijven
- ▶ Koude bron moet koud blijven
- ▶ Goede werking in vollast én in deellast
- ▶ Juiste bronbeveiligingen nodig





# BEDANKT VOOR UW AANDACHT



**Hans HOES**

**Rauwelkoven 87B**

**2440 Geel**

**014/49.99.13**

**[hanshoes@terra-energy.be](mailto:hanshoes@terra-energy.be)**

