

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

WARMTEPOMP: ONTWERP

HERFST 2017

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

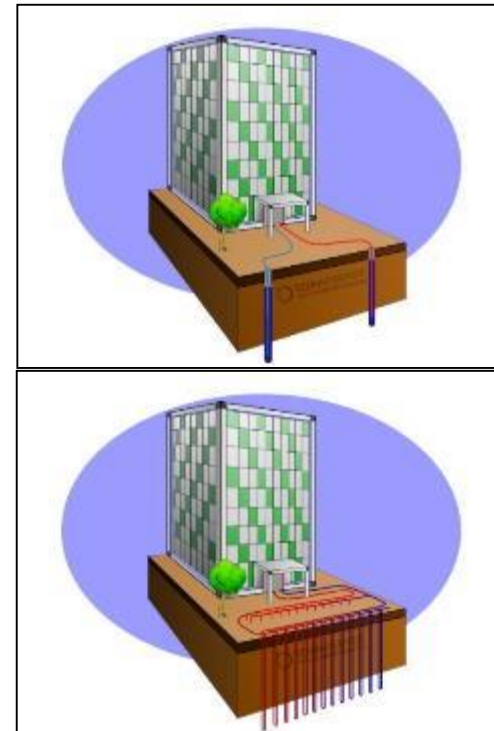
- ▶ Open systemen
 - Aanwezigheid van aquifers
 - Voldoende grote doorlatendheid
 - Geringe grondwaterstroming
- ▶ Gesloten systemen
 - Goed boorbare sedimenten
 - Aanvaardbare geleidbaarheid van de bodem

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 (m^3/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 λ -waarde bodem

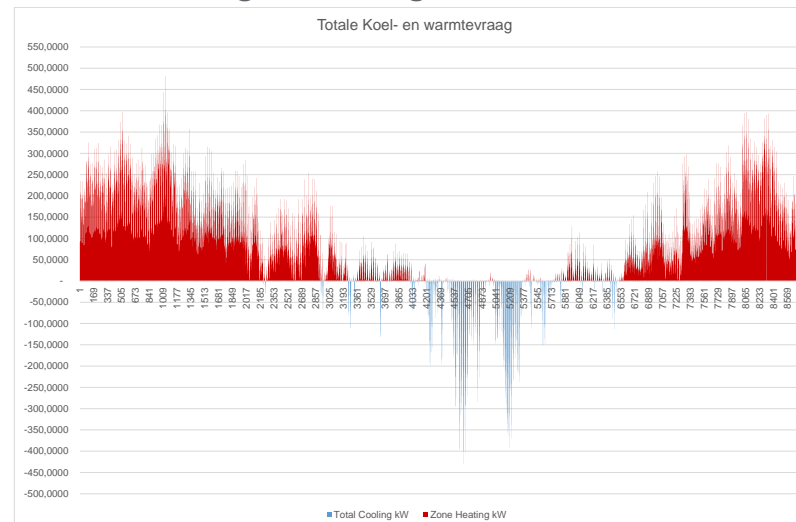


Geologische analyse

- ▶ 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

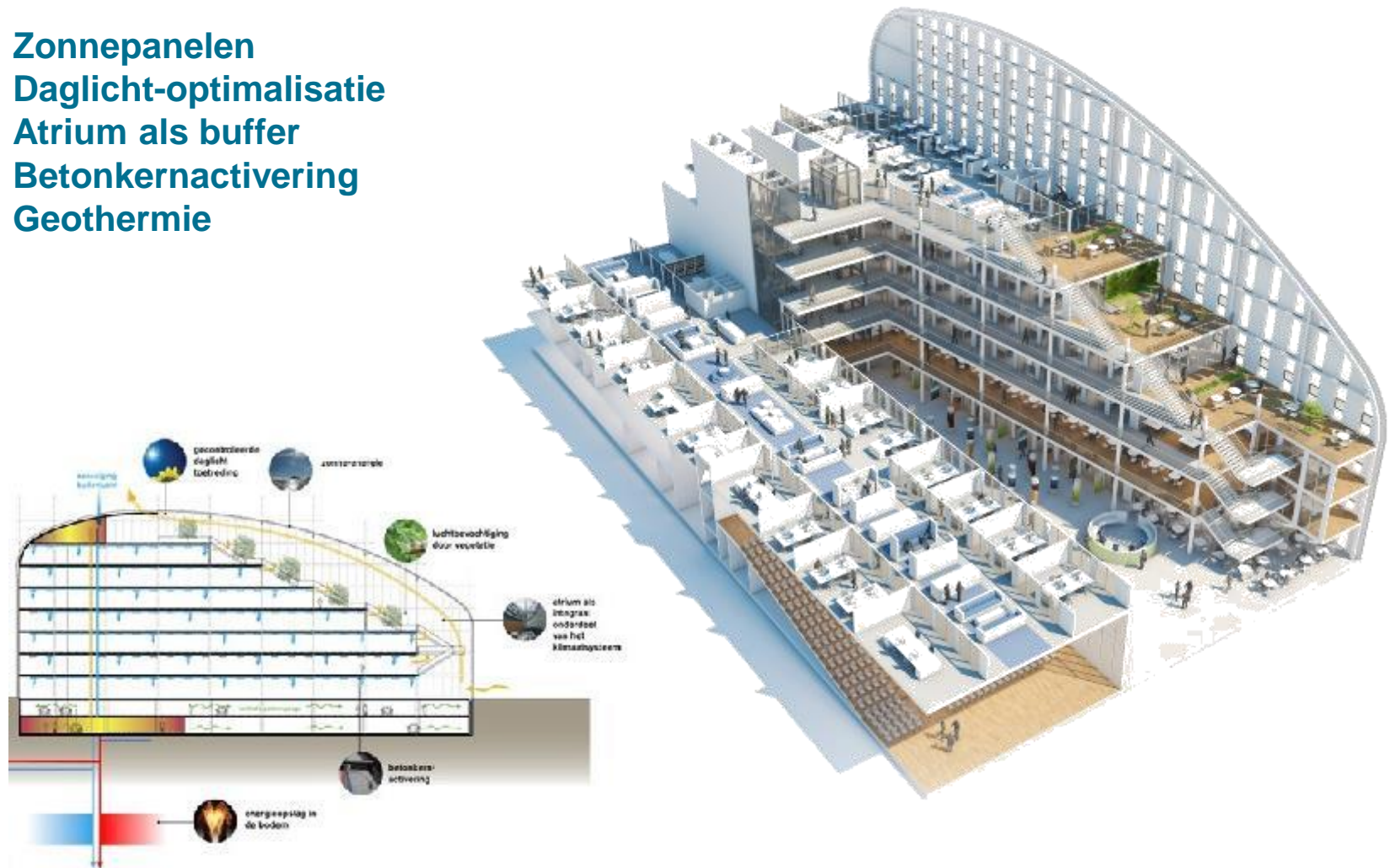
Geothermisch detailontwerp

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

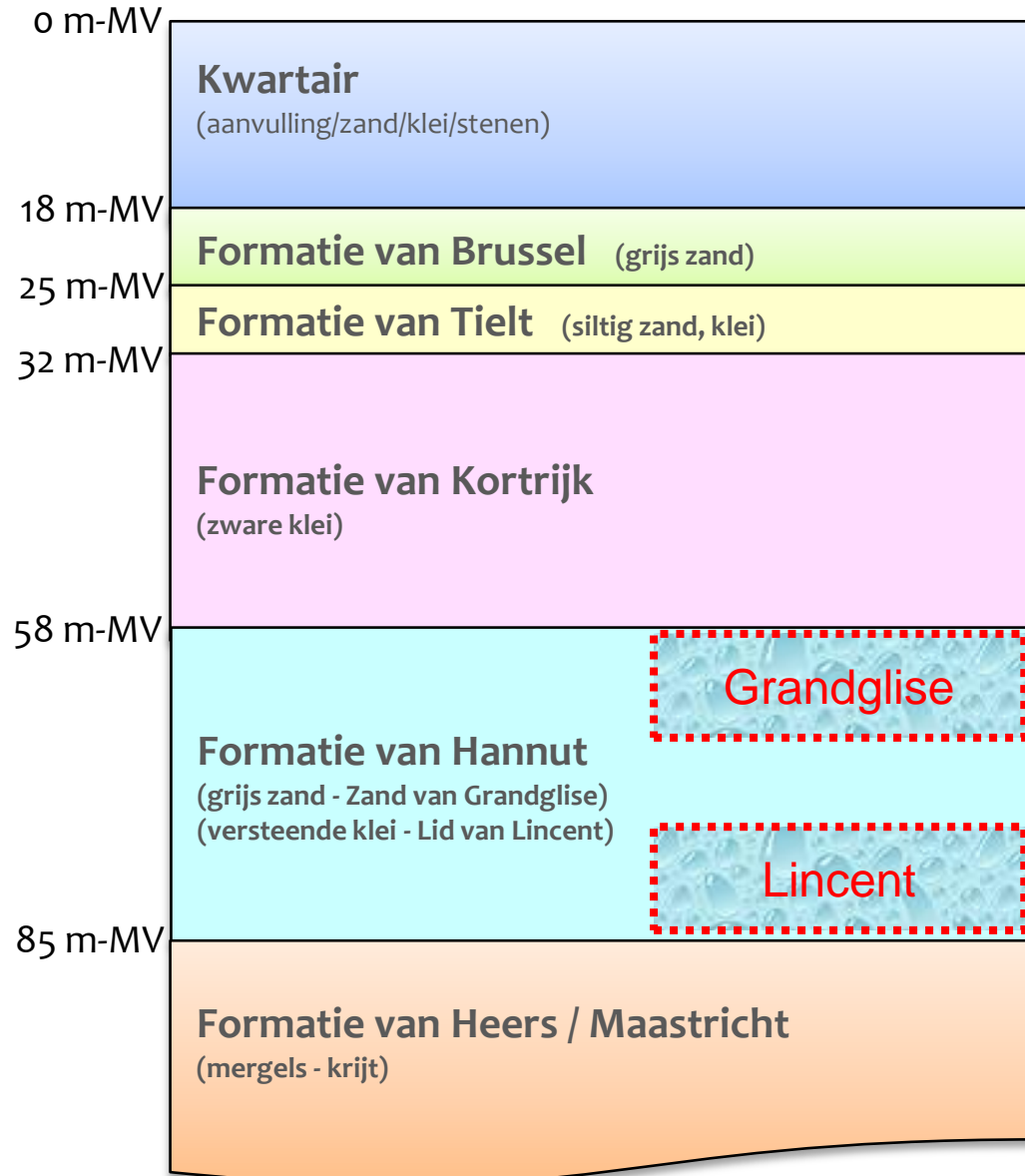




Zonnepanelen
Daglicht-optimalisatie
Atrium als buffer
Betonkernactivering
Geothermie



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 m³/h
1 warmtepomp 265 kW**



Status 0 Rust

Warmtevraag = 0

Koudevraag = 0

Volledige installatie inactief, maar:

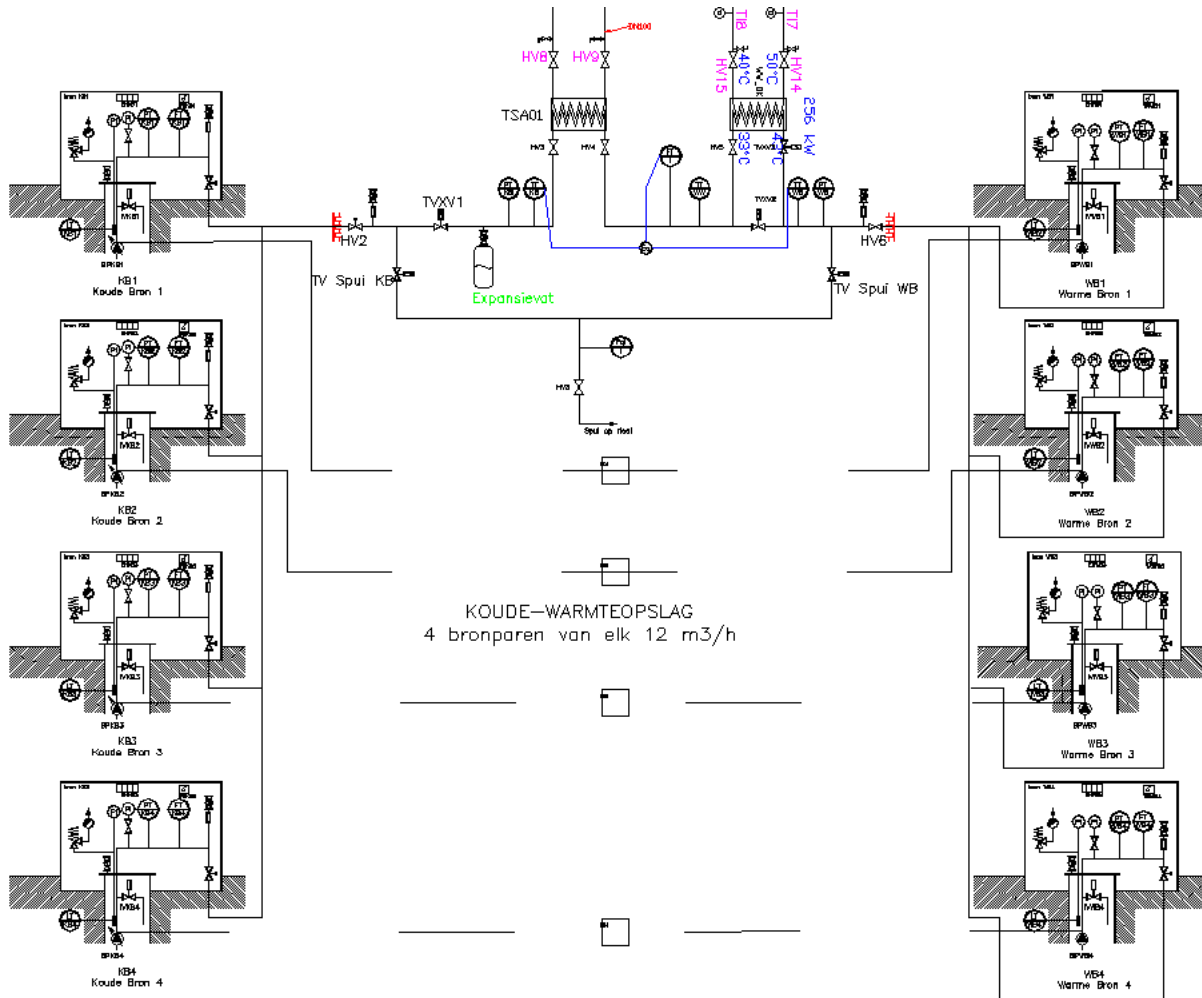
DRUKHANDHAVING houdt grondwatercircuit in overdruk, om ontgassing/vlokvorming te voorkomen.

DRUKHANDHAVING geschiedt via bronpompen en injectieventielen.



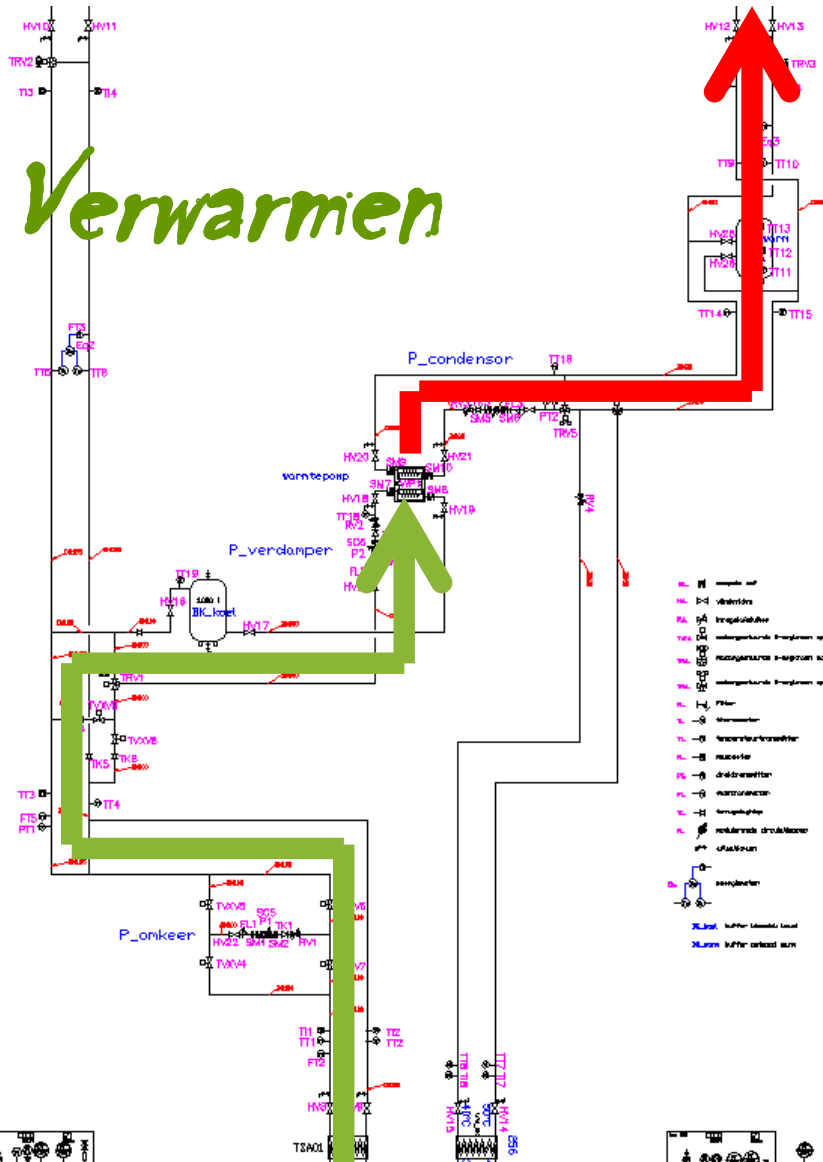
Status 0 Rust

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

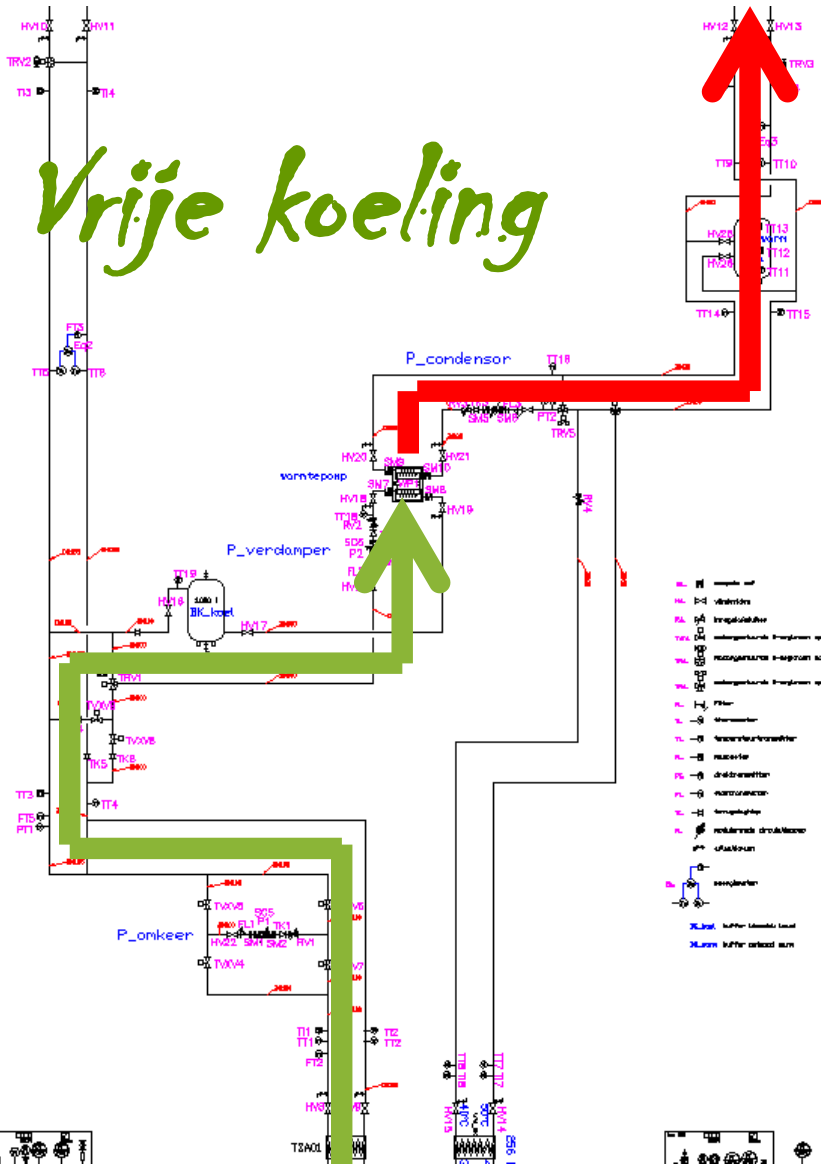
KWO pompt van warm naar koud

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!

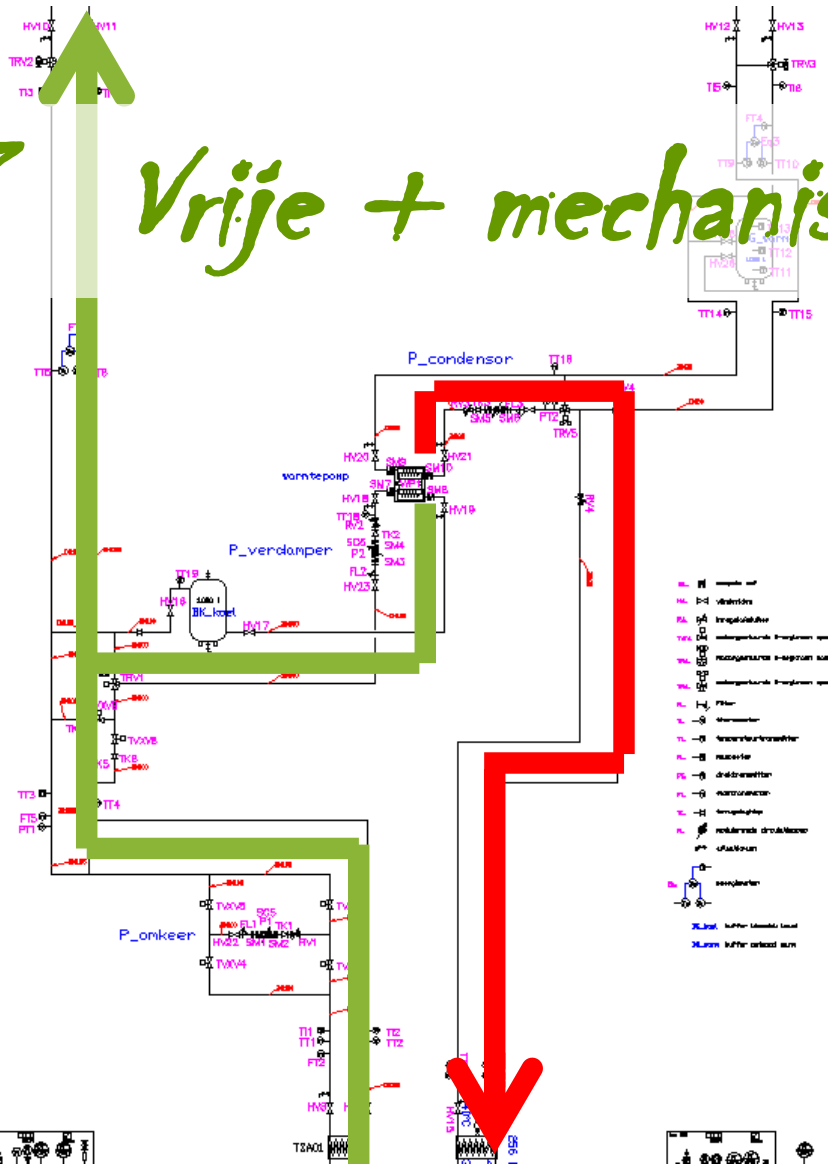
KWO pompt van koud naar warm

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



Warmtevraag = 0
Koudevraag = 1

Status 3 Vrije + mechanische koeling



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

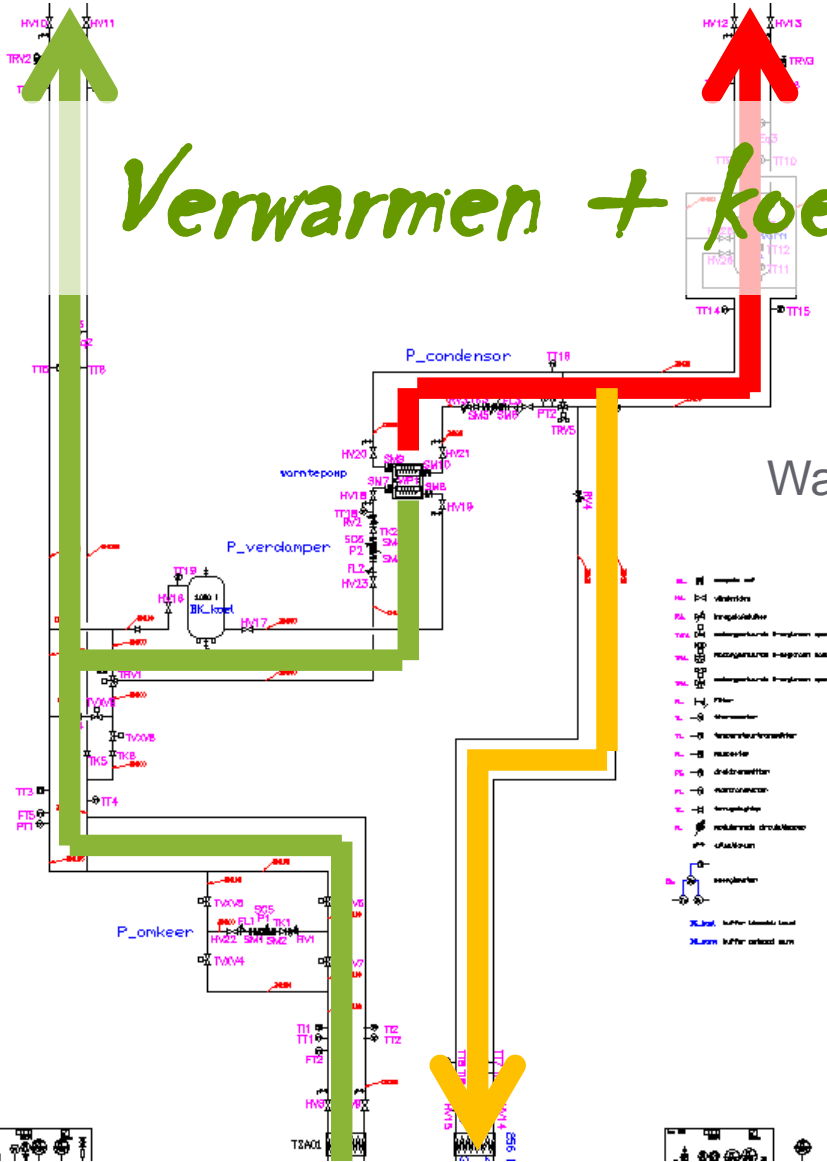


Status 4

Verwarmen + koelen zomer

Warmtevraag = 1
Koudevraag = 1

Warmtepomp koudegestuurd



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

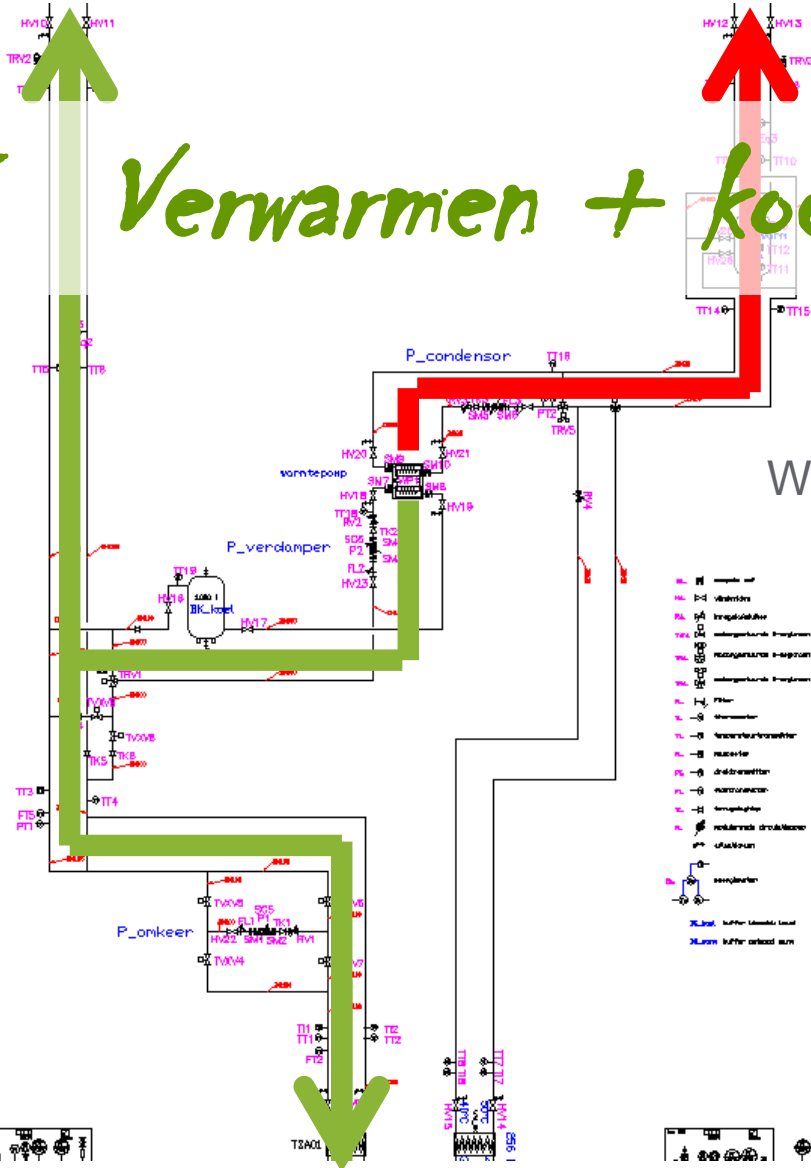
Pomp omkeerschakeling transporteert KWO-koude naar
de koelcollector van het gebouw



Status 5

Verwarmen + koelen winter

Warmtevraag = 1
Koudevraag = 1



Warmtepomp warmtegestuurd



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 verdamper 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

