

WND Conferentie 2018

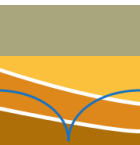
Parallellezing AGT: Ondiepe Geothermische Opslagsystemen

15 december 2018

11u45-12u35

AGT

Adviesbureau
Grondwater
Technieken



AGT NV

Adviesbureau Grondwatertechnieken

1. Ontwerp bemalingen
2. Geotechnische stabiliteit
3. Hydrogeologische studies
4. Bodem- en grondwatersanering
5. Geofysische prospectietechnieken
6. [Ondiepe geothermische opslagsystemen](#)
7. Wetenschappelijke onderzoeksprogramma's

Klanten

1. Ingenieurs- en architectenbureaus
2. Aannemers
3. Industrie
4. Projectontwikkelaars
5. Overheden

IFTech design and build

Ondergrondse thermische energieopslag

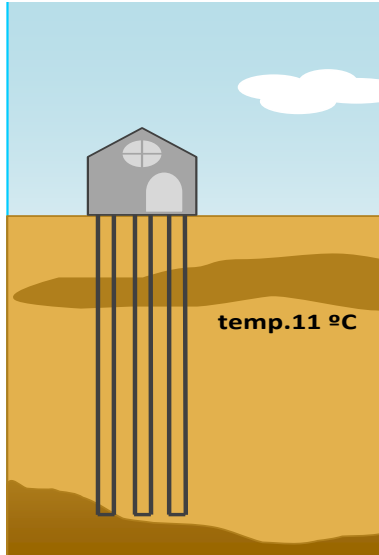
1. Haalbaarheid
2. Ontwerp
3. Uitvoering
4. Monitoring en onderhoud
5. Prestatiegarantie
6. Energy Service Company (eind 2018)
7. R&D producten

Klanten

1. Ingenieursbureaus
2. Aannemers
3. Industrie
4. Projectontwikkelaars
5. Overheden

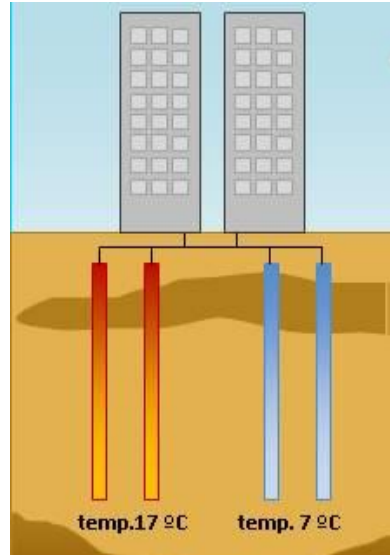
Ondiepe geothermische opslagsystemen

Gesloten bodemlussen



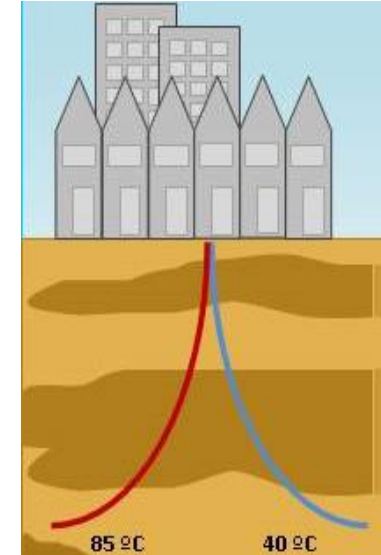
- Meestal < 150 m
- Meestal kleine systemen
- ROI: 10-20 jaar

Open opslagsystemen



- Meestal < 250 m
- Meestal grote systemen > 100 kW
- ROI: 1-12 jaar

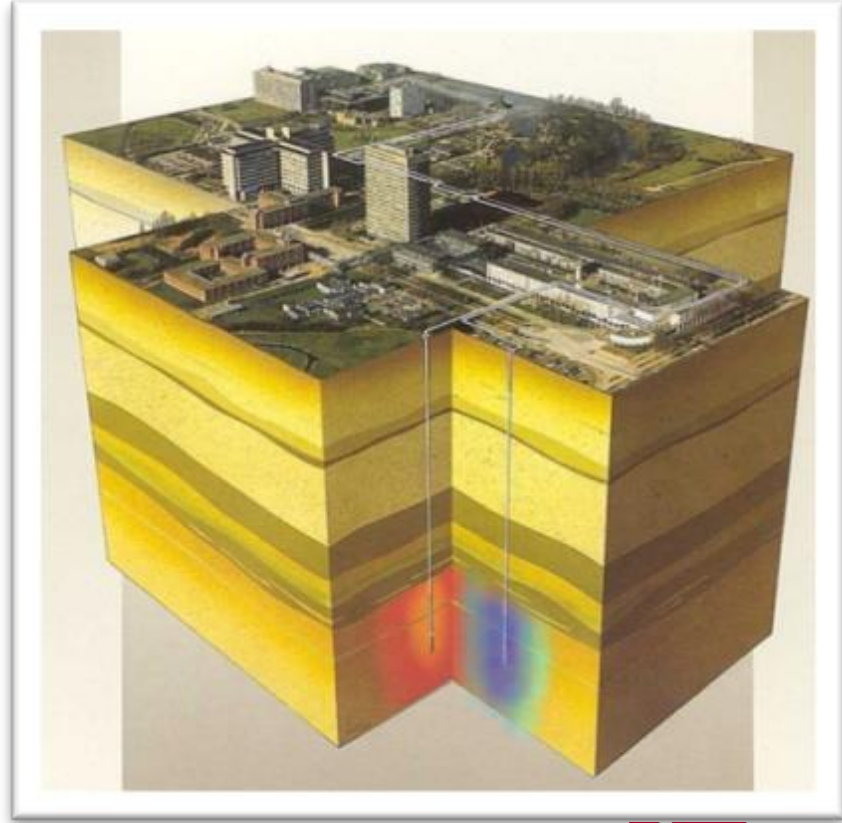
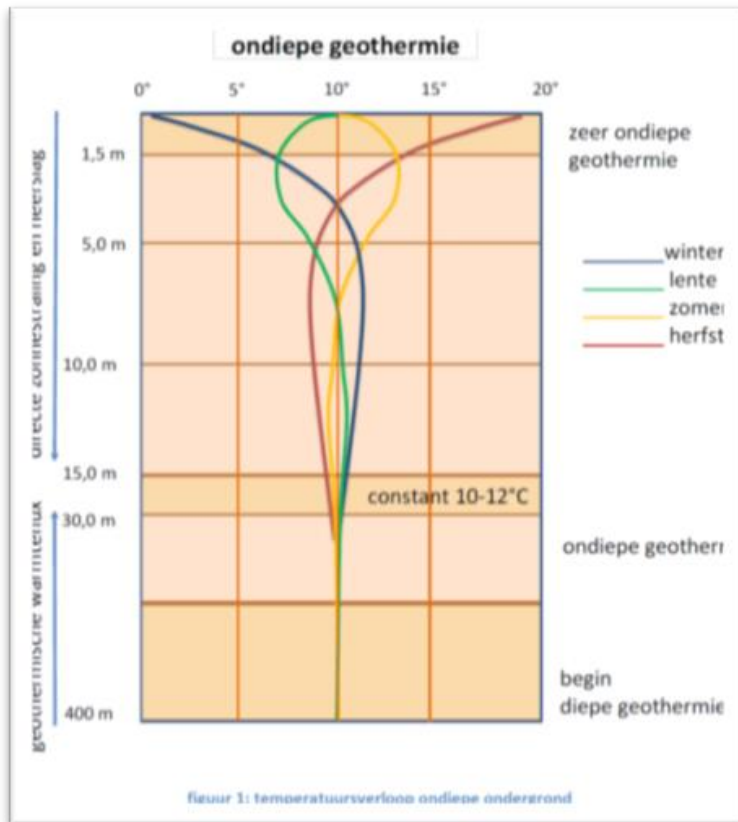
Diepe geothermie)



- Tot 5.000 m
- > 1.500 woningen
- ROI: 10-20 jaar
- Ontginning, geen opslag!

Ondiepe geothermische opslagsystemen

- opslagprincipe: bodem is batterij
- Zomer koelen met winterkoude
- Winter verwarmen met zomerwarmte



Ondiepe geothermische opslagsystemen

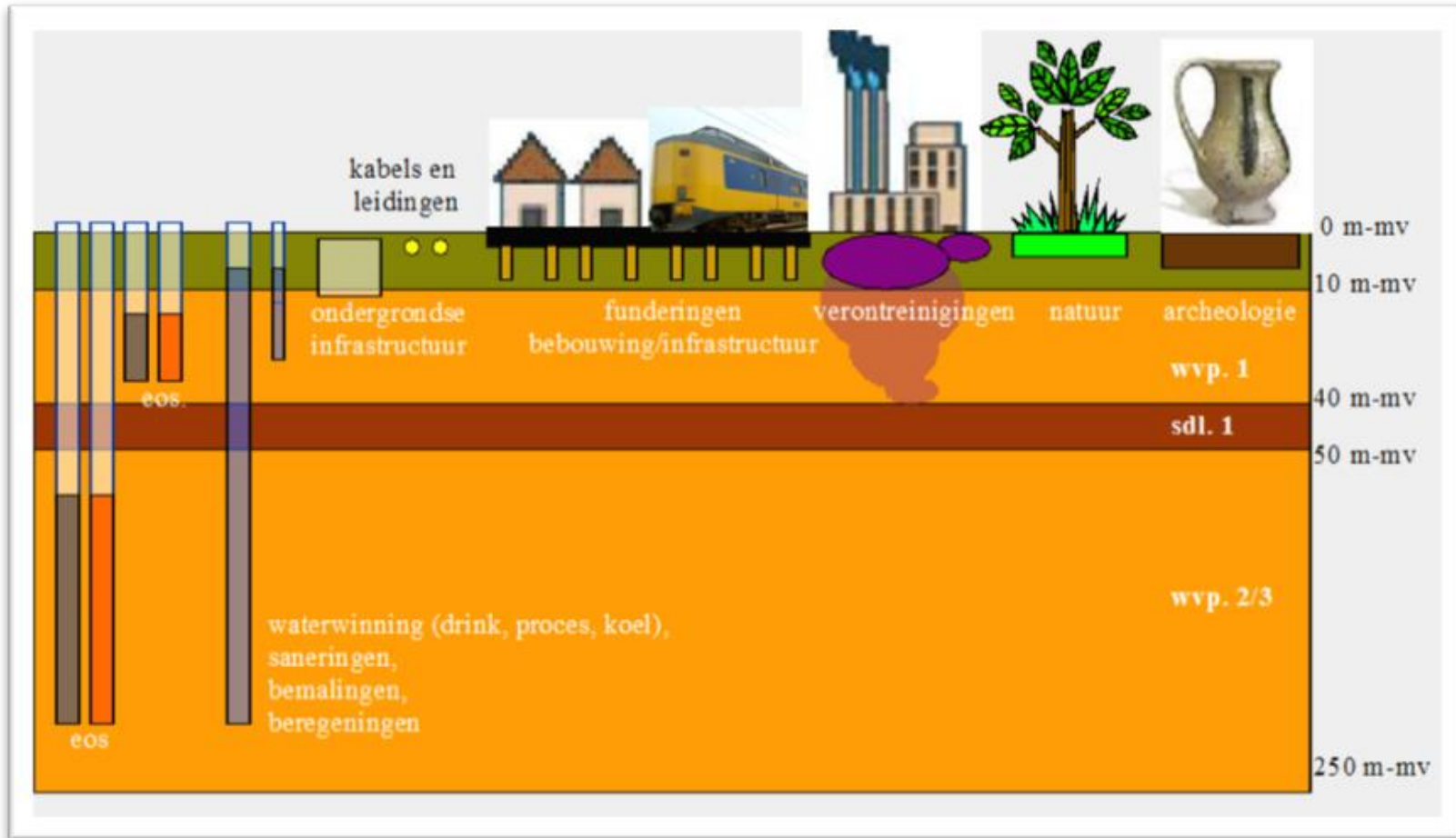
De bodem als batterij

Onderzoek naar:

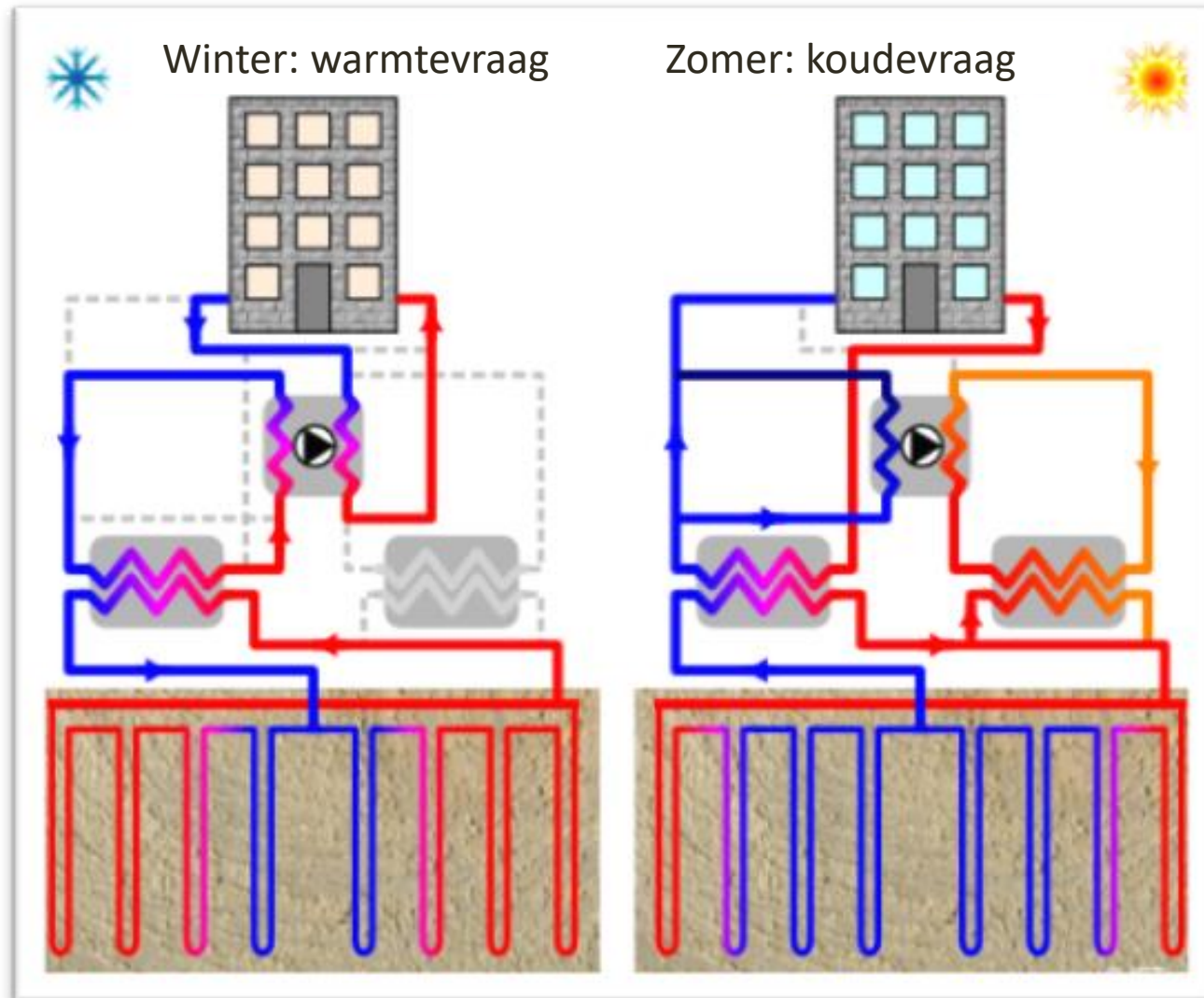
- Bodemopbouw
- Hydraulische parameters (doorlatendheid, dikte, natuurlijk gradiënt)
- Thermische parameters (geleidbaarheid, warmtecapaciteit)
- Grondwaterkwaliteit
- Verontreinigingen
- Grondwaterstroming
- Invloed op omgeving, bestaande winningen
- Vergunningen
- Energie-efficiëntie : reductie verbruik primaire energie, CO2-reductie

Ondiepe geothermische opslagsystemen

Ondergrondse ruimtelijke ordening



Boorgat Energie Opslag (BEO)



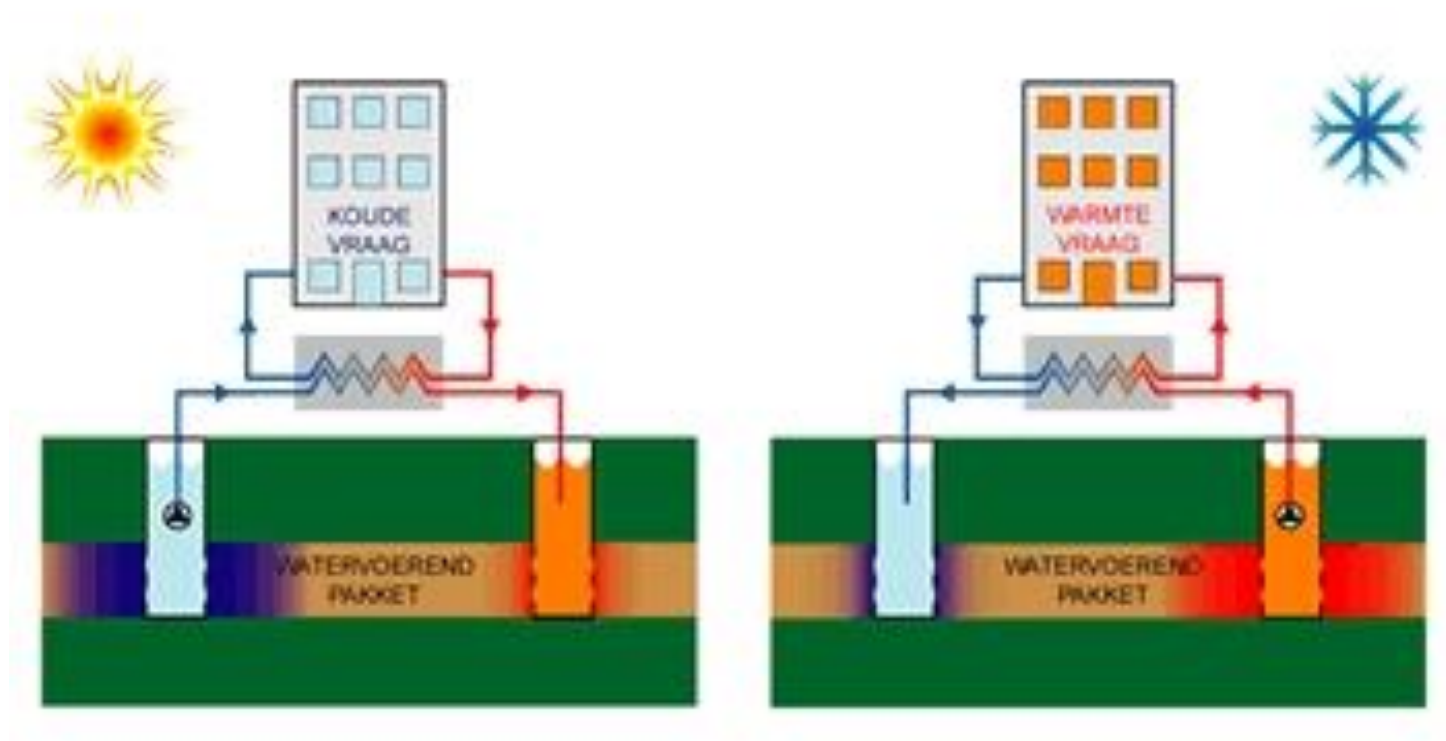
Boorgat Energie Opslag (BEO)

- Energie-uitwisseling via water dat door een gesloten U-vormige HDPE lus stroomt
- Geen direct contact met bodem/grondwater
- Energie uitwisseling door geleiding
- Voordelen:
 - Technische uitvoerbaarheid onafhankelijk van geologische condities
 - Eenvoudige en robuuste systemen
 - Economisch ook (en vooral) haalbaar voor kleine systemen
 - Voor (zeer) kleine systemen (vb. 1 woning) geen nood aan lange termijn thermisch evenwicht, vanwege natuurlijke regeneratie

Boorgat Energie Opslag (BEO)

- Nadelen:
 - Vanwege energie-uitwisseling op basis van geleiding: lage piek- en opslagcapaciteit per boring ivg met KWO (zie verder)
 - Trage reactietijd
 - Lage free-cooling capaciteit in vergelijking met open systemen: 15-25 W/lm boring
 - Veel plaats nodig voor grote systemen: warmteproductie 30-50 W/lopende meter boring, boringen minimaal 3-5 m uit mekaar
 - Milieurisico grote aantallen boringen (polypropyleen)
 - Investeringskost per KW hoger dan voor open systemen
 - Overall SPF: 4-6

Aquifer Koude-Warmte Opslag (KW0)



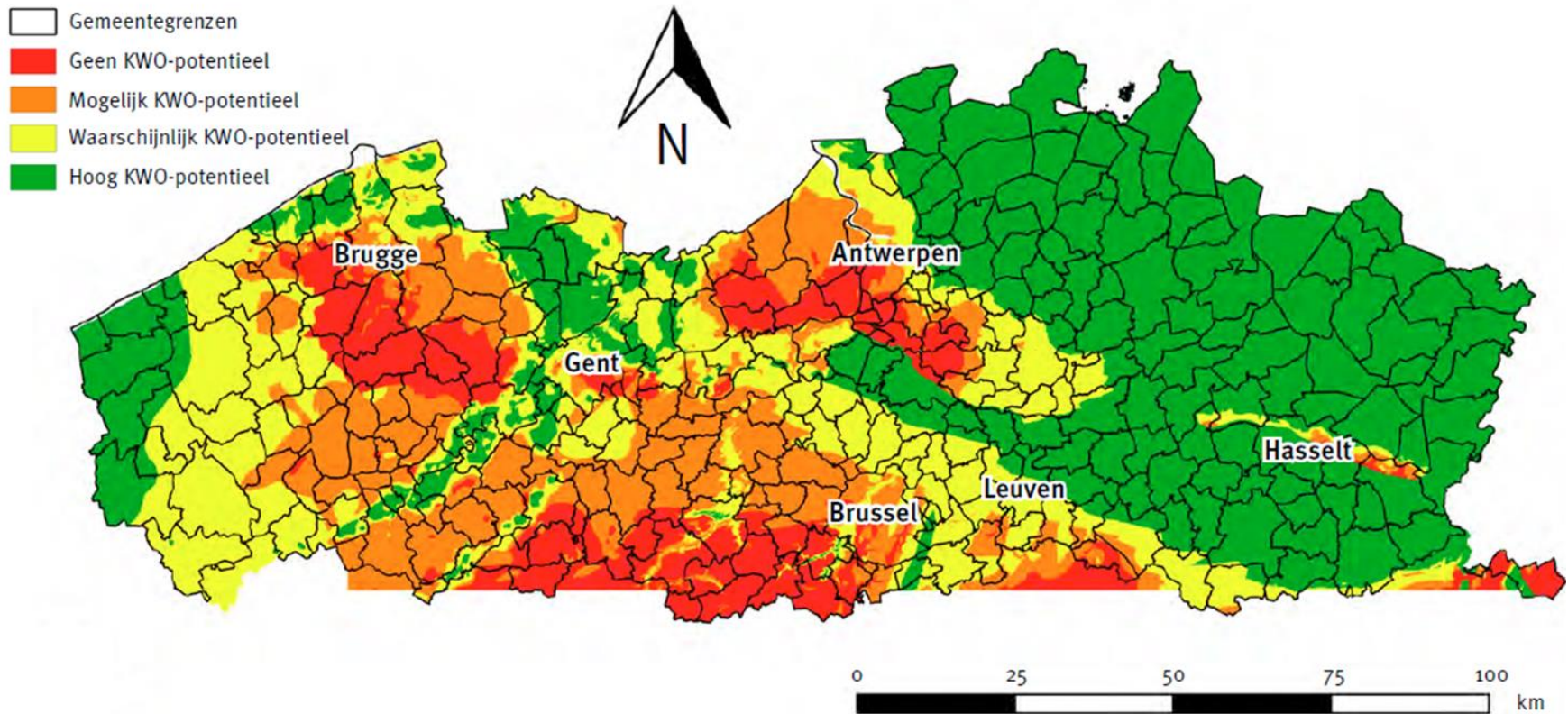
Aquifer Koude-Warmte Opslag (KWO)

- Energie-uitwisseling door advectie: water wordt uit één bron gepompt en over een bovengrondse warmtewisselaar gestuurd, vervolgens in een tweede bron geretourneerd
- Voordelen:
 - Hoge piek- en opslagcapaciteit per boring in vergelijking met BEO
 - Groter 3D-volume van bodem en grondwater betrokken ivg met BEO
 - Snelle reactietijd
 - Minder boorgaten, minder plaats gebruik, lager milieurisico
 - Lagere investeringskost per KW, belangrijk voor grotere projecten
 - Zeer groot free-cooling potentieel (SPF 25-40!)
 - Over-all SPF: 10-25 (warmte + koude, gewogen gemiddelde)

Aquifer Koude-Warmte Opslag

- Nadelen:
 - Technische complexiteit: nood aan kwalitatieve monitoring en (preventief) onderhoud
 - Economisch slechts haalbaar voor grotere systemen (>100 KW)
 - Niet overal toepasbaar: aquifer met voldoende capaciteit = transmissiviteit = doorlatendheid x dikte
 - Waterkwaliteit: MFI, redoxreacties in freatische aquifers
 - Langetermijn thermisch evenwicht absoluut noodzakelijk!
Opslagsysteem!
 - Integratie ontwerp, uitvoering, exploitatie levert belangrijke meerwaarde.

Bodemgeschiktheid KWO



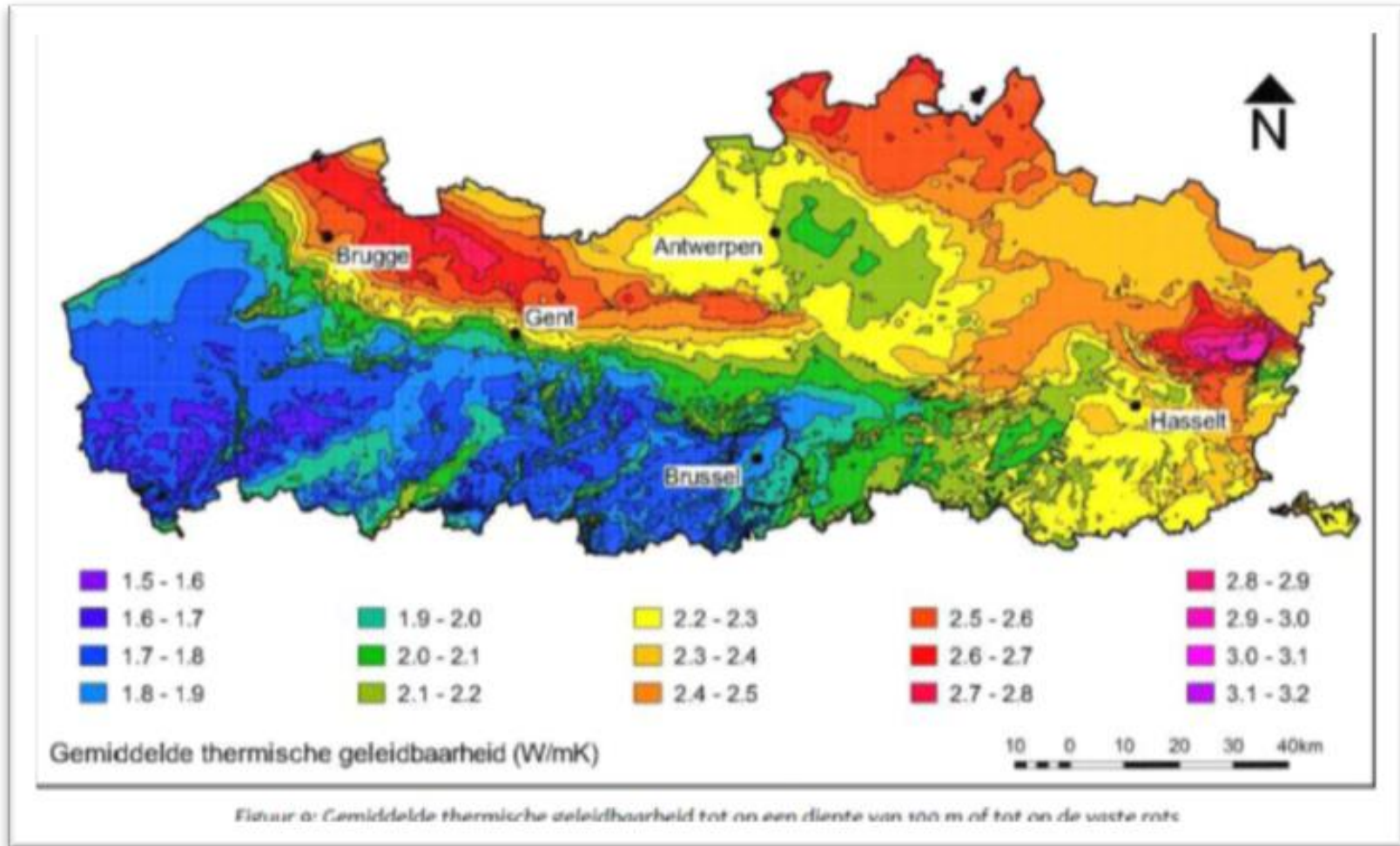
Bodemgeschiktheid KWO - Nederland



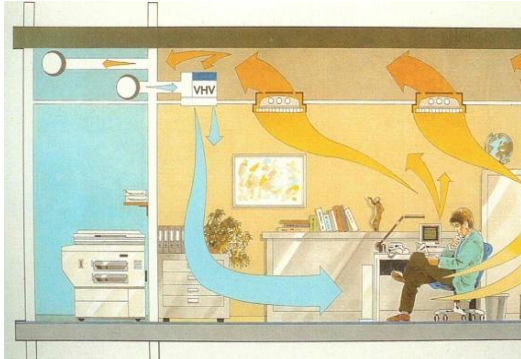
Zeer globale indicatie

- Wit: geen watervoerende laag
- Groen: één watervoerende laag
- Geel: meer dan één watervoerende laag

Bodemgeschiktheid BE0



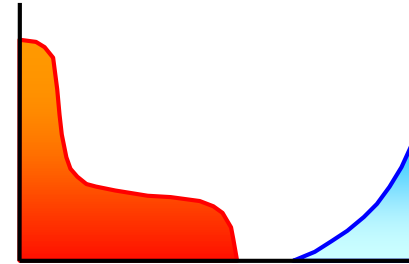
Ontwerpproces



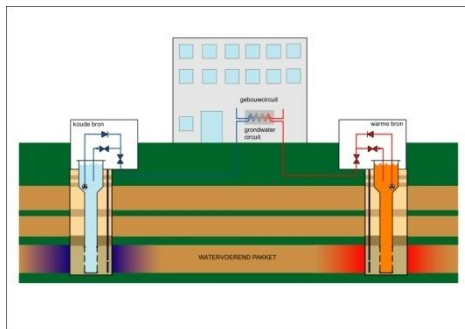
Functie, comfortniveau



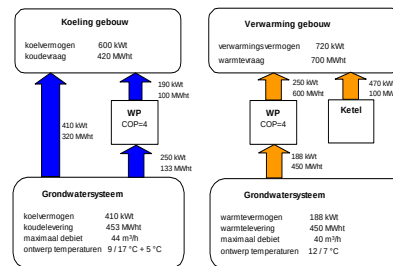
Gebouw type



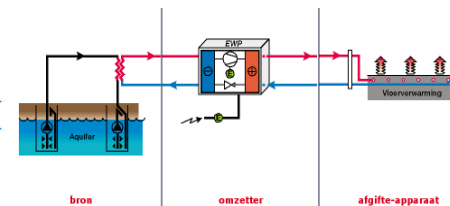
Simulatie koude-
en warmtevraag



Geïntegreerd ontwerp



Vertaalslag naar de
ondergrond

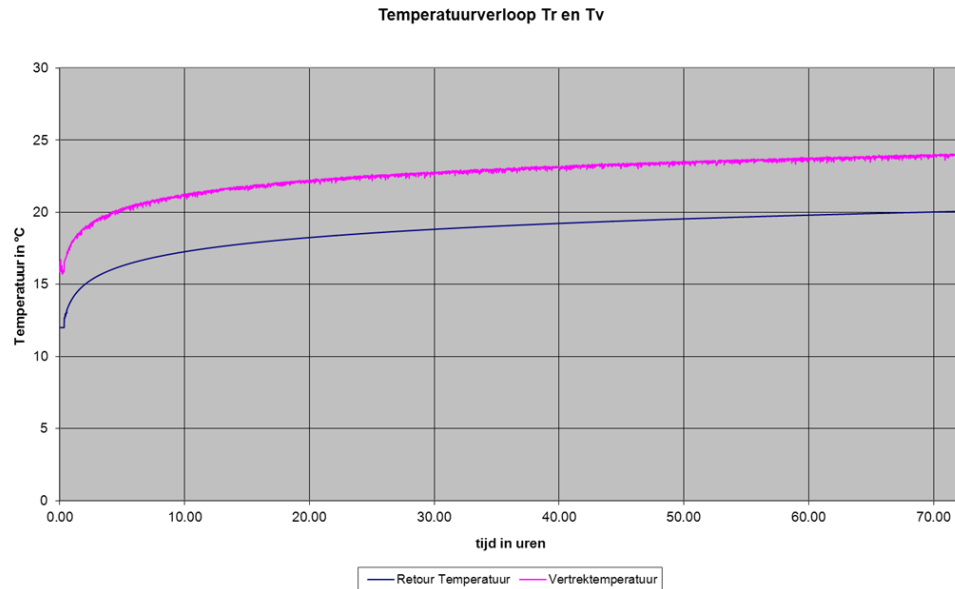


Concept
afgiftesystemen

Ontwerpfase

BEO veld

Thermal Response Test
(TRT)



- Analyse op basis van 'lijnbrontheorie'
- Resultaat:
 - Thermische geleidbaarheid
 - Thermische weerstand boorgatwand
- Zand: $\lambda = 2\text{-}2,5 \text{ W/m}^\circ\text{K} \rightarrow$ ca. 50 W/lm boring, free cooling ca. 25 W/lm boring
- Klei: $\lambda = 1,5\text{-}1,8 \text{ W/m}^\circ\text{K} \rightarrow$ ca. 30 W/lm boring, free cooling ca. 15 W/lm boring

Ontwerpfase

KWO-systeem:

- Pompproeven (constant rate en step-drawdown)
- Waterkwaliteit
- Redoxrisico's freatisch pakket



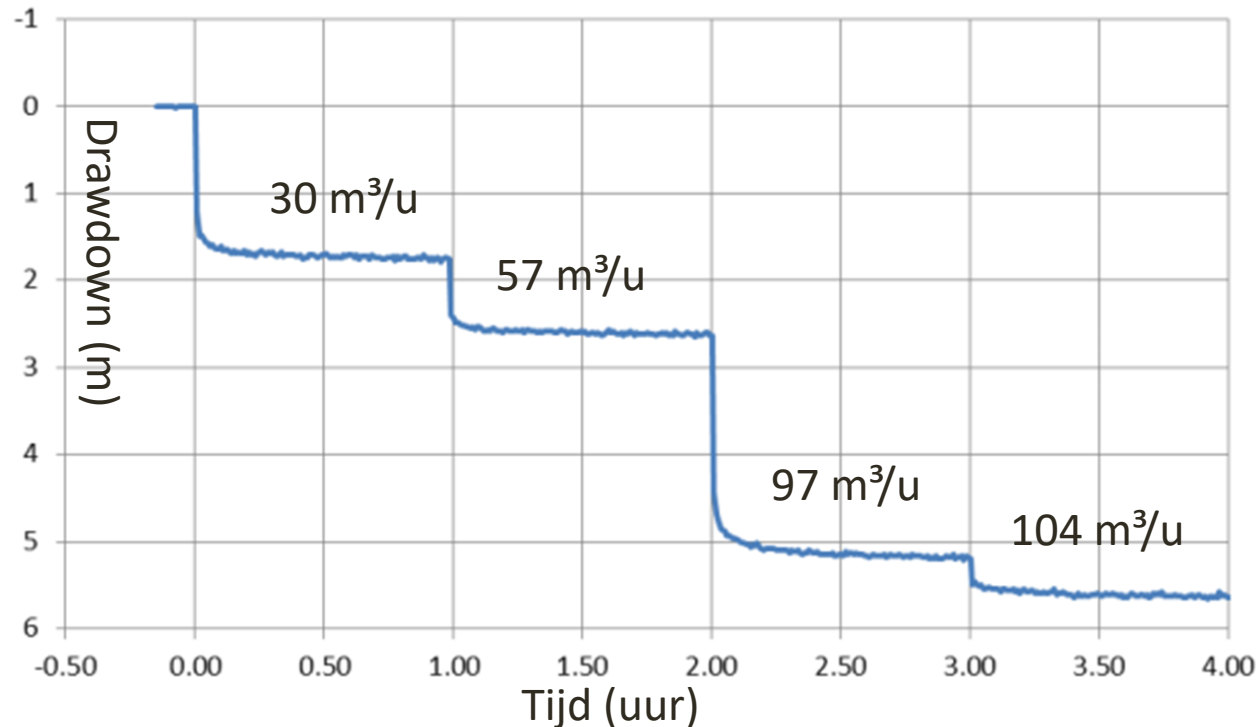
Nike – Ham (BE)

- Diepte 160 m
- Diameter 400 mm
- Filterstelling 80 m

Ontwerpfase

KWO-systeem:

- Pompproeven (constant rate en step-drawdown)
- Waterkwaliteit
- Redoxrisico's freatisch pakket



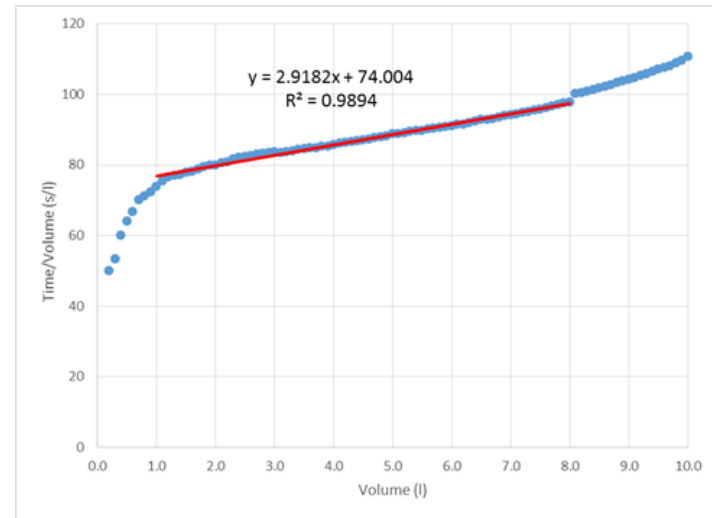
Nike – Ham (BE)

- Diepte 160 m
- Diameter 400 mm
- Filterstelling 80 m
- Operationeel debiet: $80 \text{ m}^3/\text{u}$

Ontwerpfase

KWO-systeem:

MFI = membraanfilterindex



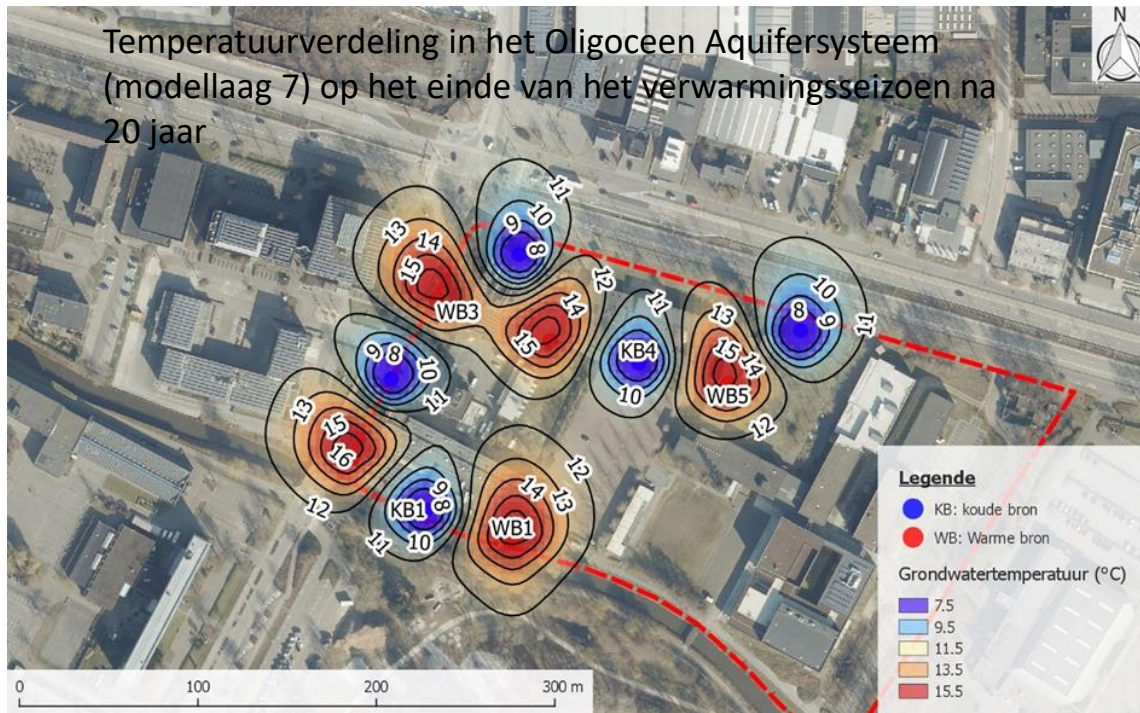
- Maat voor de lading aan vaste deeltjes in suspensie, risico putverstopping bij retourneren
- Discrete volumes van 100 ml worden door gestandaardiseerd membraan gepompt, aan een constante druk. De nodige tijd per 100 ml wordt uitgezet tegenover het gecumuleerd volume. De helling van het lineaire stuk van de grafiek is per definitie de MFI
- $MFI < 3$ voor KWO systemen

Ontwerpfase

KWO-systeem:

Numerieke simulatie stroming en warmtetransport

- Beschikbaarheid momentaan vermogen (debiet x delta T)
- Totale energiehoeveelheden per seizoen/jaar
- Thermisch lange termijn evenwicht
- Interactie bronnenparen



PXL Hogeschool Hasselt (BE)

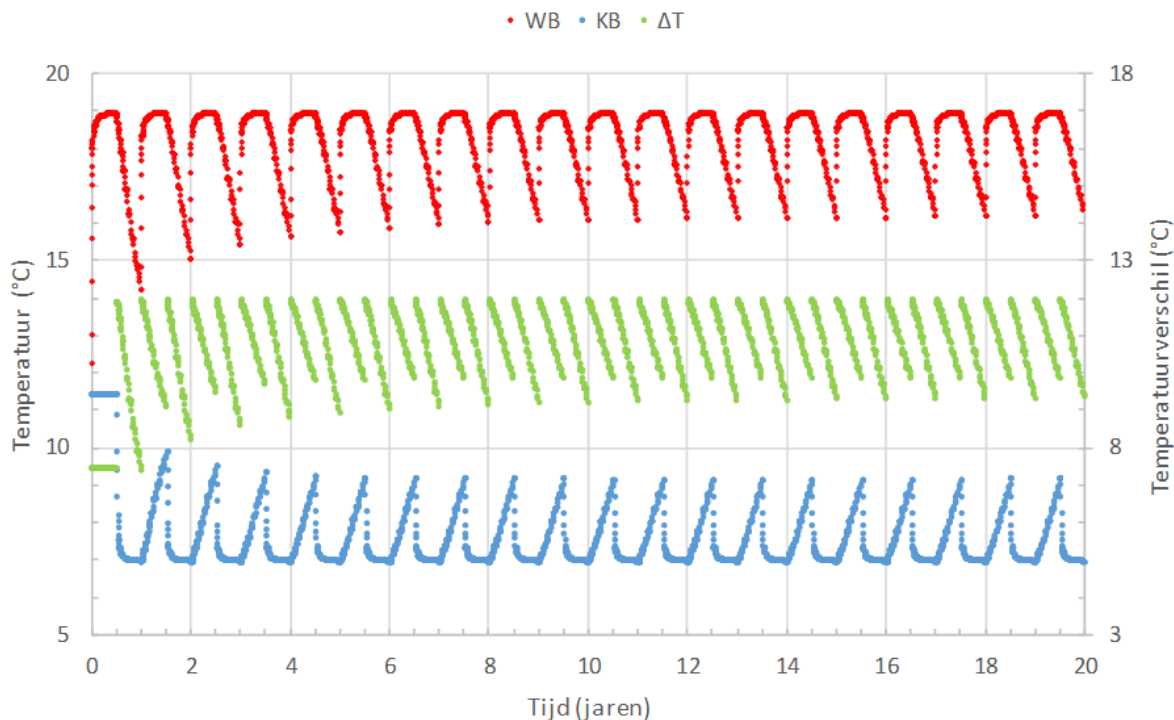
- Diepte 75 m
- Diameter 400 mm
- Filterstelling 21 m
- Operationeel debiet per bron: 15 m³/u
- 5 bronnenparen

Ontwerpfase

KWO-systeem:

Numerieke simulatie stroming en warmtetransport

- Beschikbaarheid momentaan vermogen (debiet x delta T)
- Totale energiehoeveelheden per seizoen/jaar
- Langetermijn thermisch evenwicht en stabiliteit

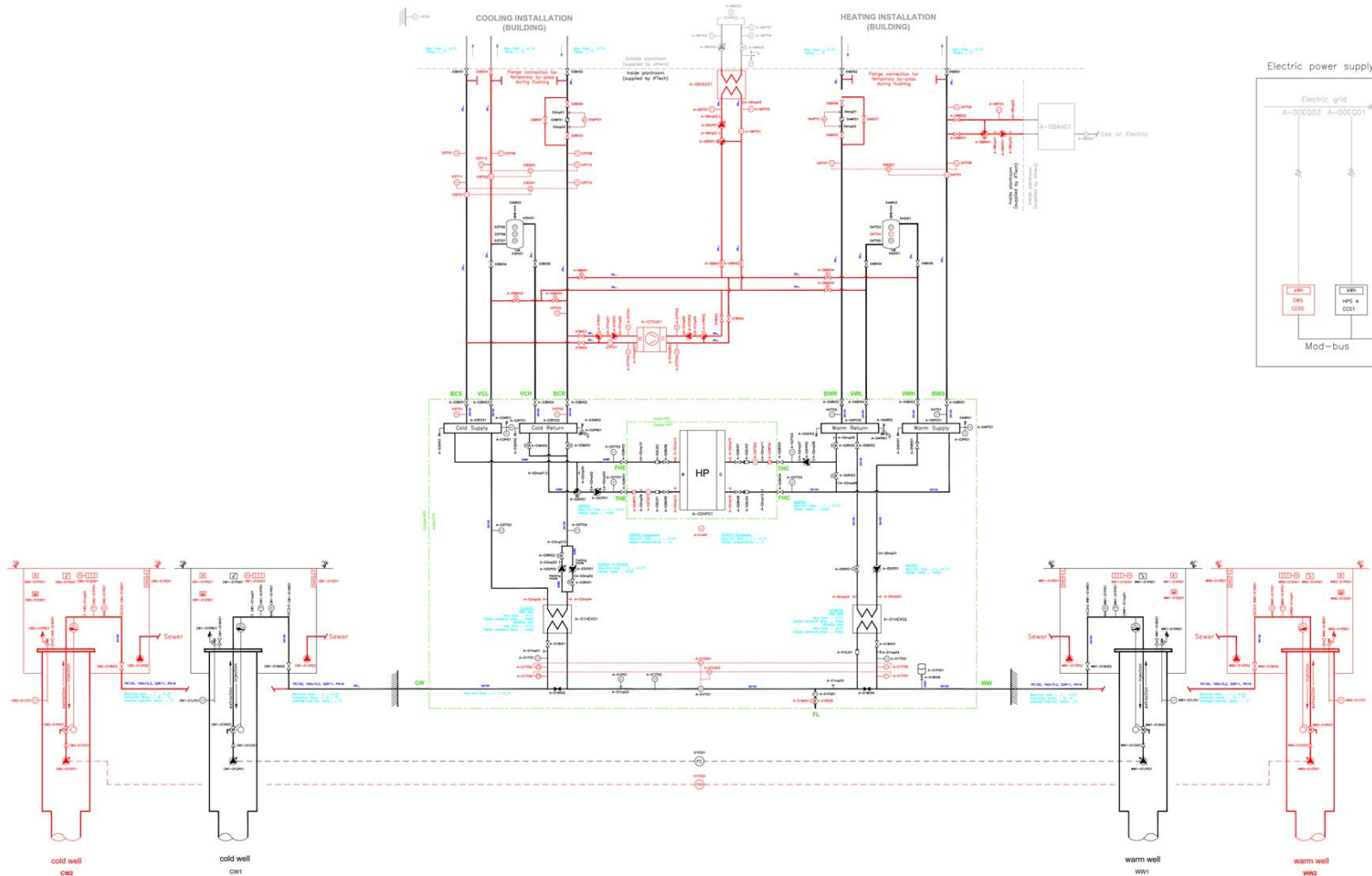


PXL Hogeschool Hasselt (BE)

- Gemiddelde brontemperaturen
- Tijdsafhankelijke delta T

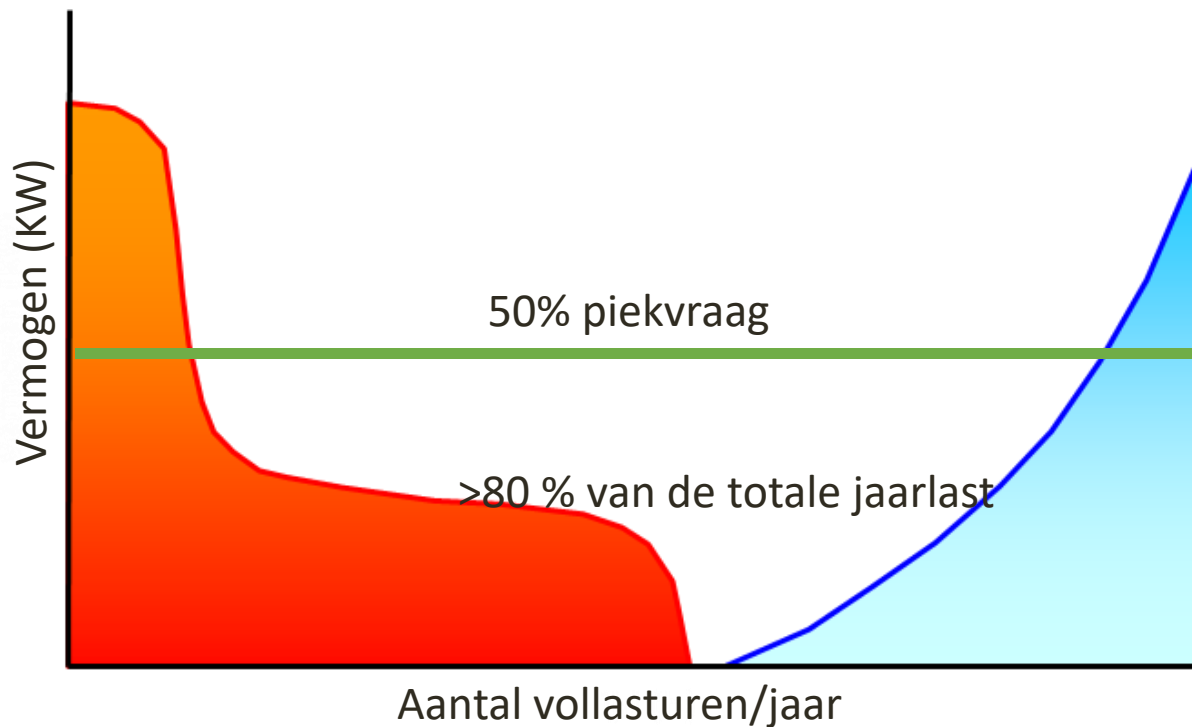
Ontwerpfase

KWO-systeem: Installatieschema's



Ontwerpfase

Belangrijke
conceptkeuzes



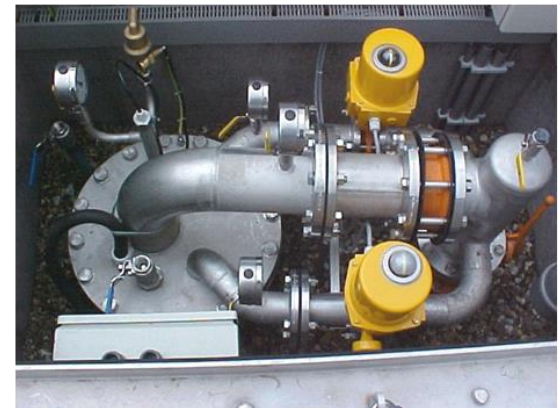
Ontwerpfase

Belangrijke conceptkeuzes

- COP = Coefficient Of Performance
- $COP = \frac{\text{Thermische energie}}{\text{Elektrische energie}}$
- SPF = Seasonal Performance factor = COP + verbruik van alle randapparatuur: bronpompen, circulatiepompen, sturing ...Niet te verwaarlozen
- COP elektrische weerstand = 1
- COP warmtepomp = 4-5
- COP koelmachine = 3,5
- SPF free cooling = 25 à 40 ! Elke KW pompenergie levert 25 à 40 KW thermische energie
- Rendement elektriciteitsproductie ca. 40%
- Rendement gasketel: ca. 95%

Uitvoeringsfase

Installatie koude en warme bronnen



Uitvoeringsfase

Installatie bodemplussen (BEO)



WND conferentie 15/12/2018 Parallellezing AGT 11u45-12u35:
ondiepe geothermische opslagsystemen

(28)

Uitvoeringsfase

Installatie technische interface



Standaardisatie op skid

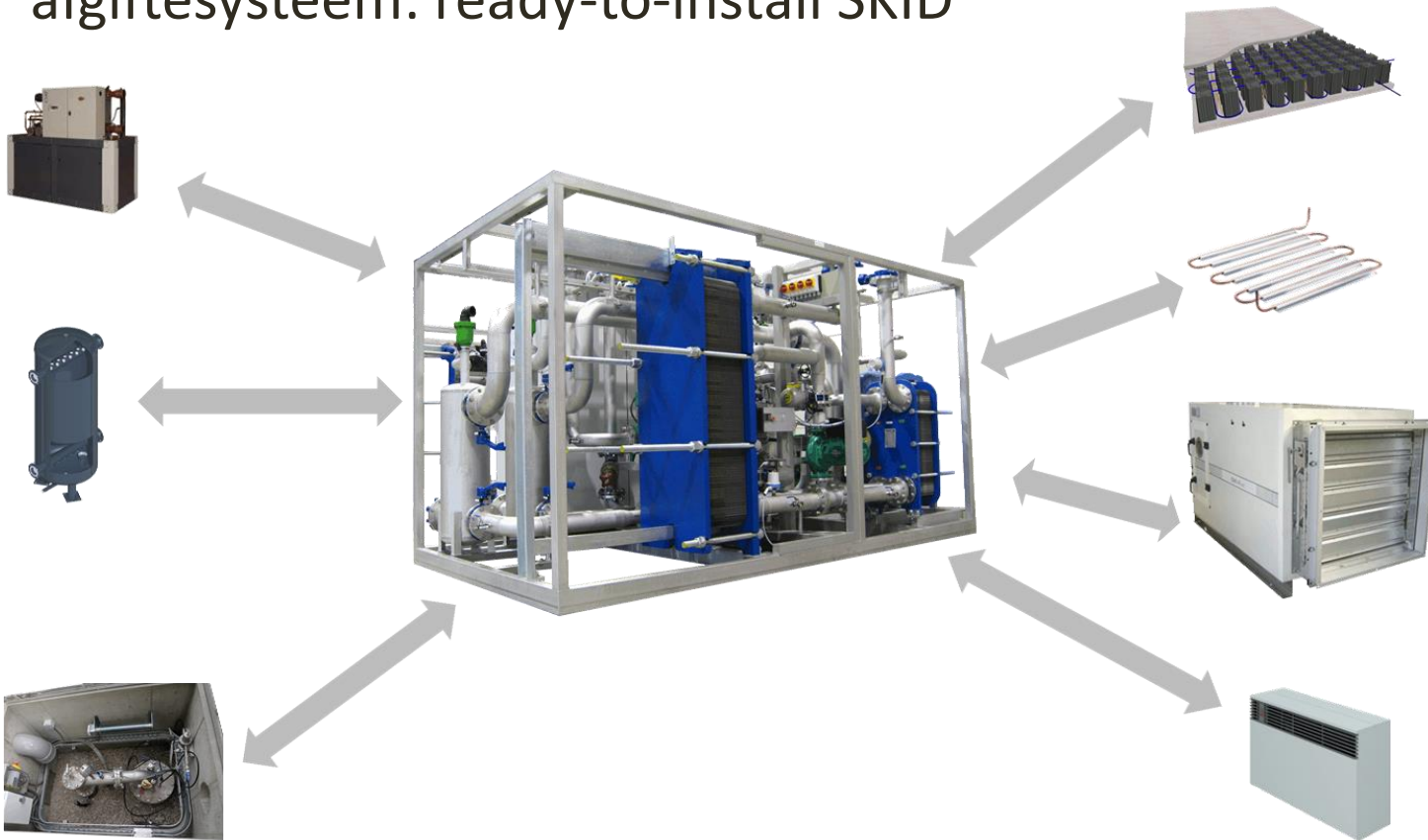


WND conferentie 15/12/2018 Parallelisering AGT 11u45-12u35:
ondiepe geothermische opslagsystemen

(29)

Uitvoeringsfase

Koppeling grondwatersysteem met gebouwzijdig afgiftesysteem: ready-to-install SKID



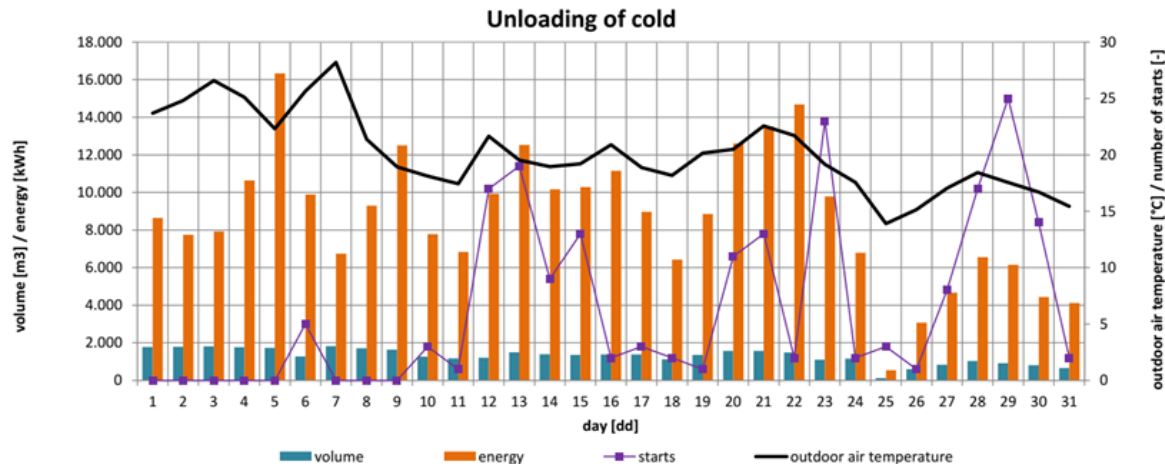
Exploitatiefase

Monitoring report (monthly)

Project: Nike New ELC Wings DC
Date report: 13-9-2018
Period report: Aug - 2018

Groundwater system

The process unloading of cold occurs mostly during the summer time. This process is visualized in the following graph.



	Period [mm-yyyy]	Energy [kWh]	Volume [m3]	Extraction temp. [°C]	Injection temp. [°C]	Temp. diff. [K]	Temp. outdoor [°C]
design:	summer	225.000	27.550	11,0	18	7,0	-
previous month:	7-2018	389.228	42.450	9,9	18,2	8,2	22,9
this month:	8-2018	269.588	40.321	10,9	18,4	7,5	20,2

The design values of Energy and Volume are the average values in the summer time. The temperatures are weighted average values over a day.

Indicatieve investeringskosten

- BEO

- typewoning 10kW
- Prijs warmtepomp: € 7500 excl. btw
- Prijs stookplaats inrichting en plaatsing: € 2000 excl. btw
- Prijs boringen (afhankelijk van geologie en warmtegeleidingscoëfficiënt): € 8000 excl. btw
- Totale investering productiesysteem: 17.500 € excl. BTW (1.750 €/KW)
- Grote projecten: ordegrrootte 1.250 €/KW

- KWO

- Geologie heeft belangrijke impact op totale prijs
- Gunstige omstandigheden: 1 bronnenpaar, geïnstalleerd vermogen > 500 KW: ca. 500.000 €/MW of 500 €/KW excl. BTW, all-in: boringen pompen, leidingwerk, skid, warmtepompen, buffervaten, sturing, opstart
- Minder gunstige omstandigheden: kleinere vermogens, meerdere bronnenparen: tussen 500.000 en 1.250.000 €/MW excl. BTW, all-in (500 à 1.250 €/KW)

Vragen?