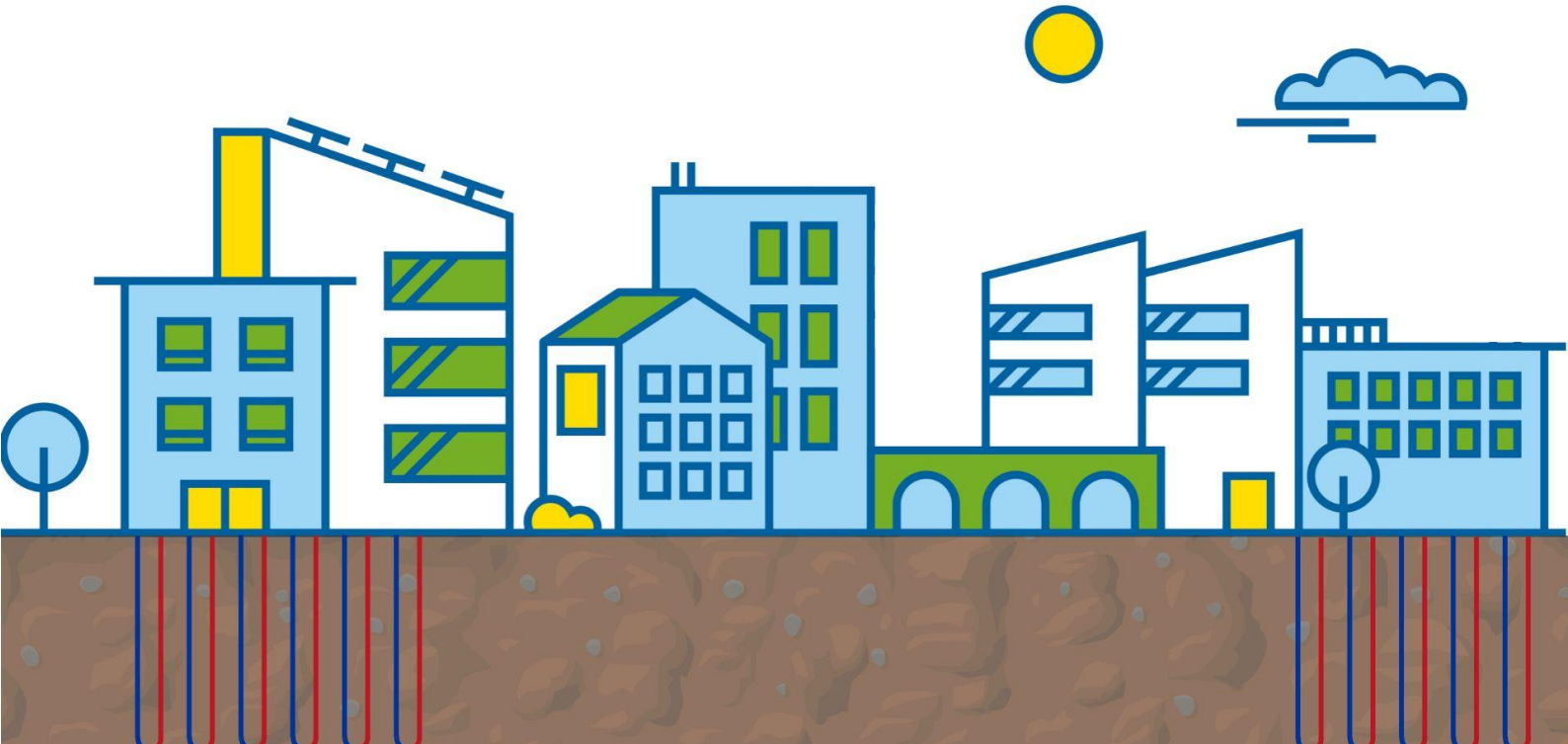
wpp
warmtepomp platform
platform van ODE-Vlaanderen

LEIDRAAD ONTWERP GEOTHERMISCHE BOORVELDEN

Deze leidraad is het eindresultaat van de werkgroep geothermie binnen het warmtepompplatform (WPP) van Organisatie Duurzame Energie (ODE)



OVER DIT DOCUMENT

Geothermische boringen vormen een betrouwbare en de meest efficiënte vorm van duurzame verwarming en koeling. Dit echter op voorwaarde dat het systeem correct ontworpen is. In Vlaanderen is er reeds heel wat ervaring met het uitvoeren van geothermische boorvelden, maar wegens het ontbreken van een regelgevend ontwerpkader, is er wat de dimensionering betreft, nog veel vrijheid en interpretatie-ruimte over de grenswaarden om je geothermische boring goed en toekomstbestendig te ontwerpen.

Nochtans is het correct ontwerpen van het systeem cruciaal – elke partij heeft hier baat bij: de boorder, de installateur, het studiebureau, de hele sector en natuurlijk vooral de eindklant die gegarandeerd een performant systeem heeft over de gehele levenscyclus van zijn woning.

Deze leidraad wil een antwoord geven op het ontbreken van dit kader en geeft tegelijk handvaten aan de verschillende stakeholders.

De leidraad is het resultaat van de werkgroep geothermie van het warmtepompplatform (WPP) van ODE-Vlaanderen. De werkgroep, opgestart in de lente van 2026, heeft als doel minimumvereisten te definiëren met betrekking tot het ontwerp van geothermische boorvelden. De werkgroep, bestaande uit fabrikanten, boorders, kenniscentra en studiebureaus, heeft zich gedurende werkvergaderingen gebogen over de relevante thema's met betrekking tot het boorveldontwerp, zoals de aannames rond de gebouwvraag, simulatieperiode, hydraulisch ontwerp etc.

Deze leidraad is het finale resultaat van deze werkgroep en werd voorgesteld op het warmtepompsymposium op 4 september 2026.

Samenstelling van de werkgroep geothermie is:

Leden: Arno Marechal (Sweco), Arne Scherrens (S&D Boringen), Christophe Debrabander (Itho Daalderop), Daan Couck (Weishaupt), Gust van Lysebetten (Buildwise), Jef Schelkens (Climaways), Jens Dewaele (Vaillant), Jeroen van der Veken (Buildwise), Johan Verheyden (Boringen Verheyden), Kenneth Fransen (Fransen Boringen), Kris Beniers (Arcade), Lone Meertens (KU Leuven), Louis Givron (Smet Group), Olivier Olyslaegers (Vlaams Energiebedrijf), Raf De Herdt (Ingenium), Sander Holemans (Geotherma), Sander Goossens (Geotherma), Seppe Verheyen (Smet Group), Vincent Beckers (VDB Engineering)

Voorzitter-verslaggevers: Gert Dewandeleer (Nathan), Wouter Peere (Enead), Jolien Thomas (ODE) en Ellen Van Mello (ODE)

Publicatiedatum: 27/08/2026

INHOUD

Over dit document 1

Inleiding 3

1. Benodigde energie en vermogen 4

1.1. Vermogensvraag 4

1.2. Energievraag 6

1.3. Gelijktijdigheid 8

1.4. Warmtepomprendement 9

1.5. Hybride systemen en interne weerstand 9

1.6. Piekduur 10

2. Thermische simulatie 11

2.1 Simulatieperiode 11

2.2 Minimumtemperatuur 12

2.3 Maximumtemperatuur 13

2.4 Debiet 14

2.5 Grondtemperatuur 16

2.6 Interferentie 16

3. Drukverliezen en hydraulisch ontwerp 18

3.1 Drukverliesberekening 18

4. Transparantie over ontwerp 20

5. Casestudies 21

5.1 Case 1: Nieuwbouwwoning van 5 kW, met warmtepomp van 6 kW 21

5.2 Case 2: Nieuwbouwwoning van 5 kW, met warmtepomp van 4 kW 22

5.3 Case 3: 30 appartementen op een collectieve bron 23

Bijlage 1: Benodigde ontwerpgegevens boorveld 25

Bijlage 2: Checklist goede geothermische offerte 27

INLEIDING

Het ontwerp van boorvelden is een inherent complexe en veelzijdige materie, omdat geen enkel project gelijk is, noch qua gebouw, noch qua ondergrond, noch qua beschikbare informatie. Wanneer de randcondities zo uiteenlopend zijn, bestaat het risico dat het vooropgestelde ontwerp ook sterk varieert van ontwerper tot ontwerper. Dit creëert niet enkel onzekerheid naar de klant en eindgebruiker toe over welk ontwerp nu het juiste is, maar heeft ook consequenties naar bedrijfszekerheid van de geothermische bronnen op de lange termijn en de geloofwaardigheid van de gehele sector.

In deze leidraad worden daarom aannames en methodes gestandaardiseerd om zowel in ontwerpvraagstukken met veel alsook met weinig beschikbare informatie tot een gedegen ontwerp te komen, zodat er bij elke offerte of ontwerpvraag zekerheid is dat het systeem toereikend zal zijn.

In die optiek is de insteek van deze leidraad als volgt: wanneer de ontwerpparameters gegeven zijn (bepaald type lusuitvoering, bepaalde energievraag, maximale opvoerhoogte ...) wordt er hiermee ontworpen. Waar gegevens ontbreken, biedt deze leidraad de nodige gedragen aannames. Dit maakt de leidraad inzetbaar in projecten met weinig beschikbare informatie alsook in projecten waar meer informatie voor handen is. In beide gevallen echter zal deze leidraad voor alle ontwerpende partijen een gelijk speelveld creëren en transparantie vooropplaatsen.

Een ander belangrijk uitgangspunt van deze leidraad is dat ze technologieneutraal is. Alle uitgangspunten, gaande van drukverlies tot minimumtemperaturen, kunnen met verschillende ontwerpen bereikt worden. Er wordt desgevallend geen uitspraak gedaan over welke ontwerpkeuze de beste is, omdat dit van project tot project kan verschillen en andere aspecten (zoals de eenvoud van uitvoering en de kostprijs), naast het zuiver thermisch gedrag, ook van belang zijn. Deze nota legt wel de randvoorwaarden vast zodat, onafhankelijk van de ontwerpbeslissingen, de finale uitgangspunten gerespecteerd blijven.

Deze leidraad omvat vijf hoofdstukken. In een eerste hoofdstuk worden de aannames met betrekking tot de gebouwvraag (verwarming, koeling en sanitair warm water) gedefinieerd waarna in een tweede hoofdstuk de simulatieparameters voor het eigenlijke ontwerp worden besproken. In Hoofdstuk 3 wordt het hydraulisch ontwerp toegelicht. Hoofdstuk 4 handelt over het belang van transparantie in ontwerp. Tenslotte volgen er in Hoofdstuk 5 nog een aantal uitgewerkte voorbeelden.

1. BENODIGDE ENERGIE EN VERMOGEN

Alvorens een geothermisch ontwerp gemaakt kan worden, is het cruciaal om te weten voor welk gebouw het boorveldontwerp dient. De energievraag van het gebouw inschatten is daarom een cruciale stap. In dit eerste hoofdstuk worden daarom de energie- en vermogensvraag van het gebouw besproken, samen met enkele bijhorende parameters.

Opmerking: *Wanneer er in de ontwerpopdracht geen expliciete gebouwvraag gegeven is (bijvoorbeeld er is wel een verwarmingsvermogen, maar geen energievraag) dient te worden teruggevallen op onderstaande aannames. Wanneer de ontwerpopdracht wel specifieke aannames specifieert, kan hiervan worden afgeweken, indien er hiervoor een goede argumentatie is.*

Opmerking: *In sommige projecten gaat niet zozeer de gebouwvraag gekend zijn (verwarming, koeling en sanitair warm water), maar rechtstreeks de extractie- en injectievraag van het geothermisch systeem. Indien dit het geval is, moet dit duidelijk worden gecommuniceerd om een foutieve dimensionering te vermijden.*

1.1. Vermogensvraag

Hieronder worden achtereenvolgens het vermogen in verwarming, koeling en sanitair warm water besproken.

a. Verwarmingsvermogen

Als algemeen uitgangspunt dient als maximaal verwarmingsvermogen voor het ontwerp het vermogen van de geselecteerde warmtepomp te worden genomen, omdat dit finaal gaat bepalen wat het maximaal onttrekkingsvermogen op de bron is.

Als er bij het project voor een warmtepomp wordt gekozen die die mogelijkheid heeft het maximale vermogen te begrenzen, kan het maximale verwarmingsvermogen in de berekening worden beperkt op twee manieren:

1. Het warmteverliesvermogen volgens de norm (NBN EN 12831-1), wanneer dit lager is dan het vermogen van de warmtepomp en aangegeven wordt dat de warmtepomp hierop wordt afgetopt.
2. Het vermogen van het afgiftesysteem, wanneer dit lager is dan het vermogen van de warmtepomp en aangegeven wordt dat de warmtepomp hierop wordt afgetopt.

b. Koelvermogen

Voor het berekenen van het koelvermogen, bestaat er in België geen norm, al kan er wel gebruik gemaakt worden van bijvoorbeeld de NEN 5067 of dynamische gebouwsimulatie. Als zo'n (of soortgelijke) berekening beschikbaar is, kan er verder met het berekend koelvermogen worden gerekend.

Wanneer er geen koellastberekening gemaakt is die het maximaal koelvermogen berekent, kan er in het geval van vloerkoeling gerekend worden met een vaste waarde van 15 W/m^2 vloeroppervlak. Voor klimaatplafonds kan met een maximaal koelvermogen van 30 W/m^2 worden gerekend.

Opmerking: *Wanneer er niet specifiek op koeling wordt ontwerpen (dit betekent dat de maximale temperatuurgrens niet wordt gerespecteerd en het vermogen dus niet kan worden verzekerd) mag er geen koeling meegenomen worden in het ontwerp. Dit is het geval wanneer de afgifte hier niet op is voorzien (bijvoorbeeld klassieke radiatoren) of koeling als een nice-to-have wordt aanzien.*

Echter, om maximaal van de voordelen van geothermie te kunnen genieten, wordt het geadviseerd om, wanneer mogelijk, altijd koeling te voorzien en hier desgevallend ook naar te rekenen.

c. Sanitair warmwatervermogen

In de meeste projecten voorziet eenzelfde warmtepomp in zowel verwarming als sanitair warm water en is het maximaal geïnstalleerd vermogen in beide gevallen gelijk. Omdat de warmtepomp echter bij de productie van sanitair warm water typisch een lager rendement heeft dan tijdens verwarming, zal dit niet doorslaggevend zijn voor het ontwerp van het boorveld.

Voor andere types van toepassingen waar het benodigd vermogen van het sanitair warm water hoger is dan dat voor verwarming, zoals hotels of zwembaden, kan dit niet met een maandelijkse simulatie in rekening worden gebracht, maar dient een uurlijkse simulatie te worden uitgevoerd, waarbij ook het specifieke tapwaterprofiel kan worden meegenomen (zie ook Sectie 1.1.d).

d. Verdeling vermogen in de tijd

De meest genuanceerde geothermische simulaties gebeuren met een uurlijkse gebouwvraag. Deze kan worden verkregen op basis van een dynamische simulatie of via vereenvoudigde methodes zoals de graaddagen.

In het geval van een maandelijkse simulatie, wordt de volgende maandelijkse verdeling van de vermogens voor verwarming en koeling vooropgesteld. Alternatief kan in elke maand 100% van het maximaal vermogen (voor beide) worden genomen. Dit heeft geen effect op het finale ontwerp (i.e. het benodigd aantal boormeters), maar maakt in sommige gevallen het temperatuurprofiel van de bron meer leesbaar.

Bij systemen >70 kW[1] kan van de onderstaande tabel afgeweken worden, middels een gedegen argumentatie.

Tabel 1: Overzicht maximaal vermogen in verwarming en koeling per maand.

Maand	Max. vermogen verwarming	Max. vermogen koeling
Januari	100%	0%
Februari	99,1%	0%
Maart	80,2%	0%
April	56,6%	0%
Mei	26,4%	41,5%
Juni	0%	75,6%
Juli	0%	100%
Augustus	0%	97,6%
September	6,6%	54,9%
Oktober	36,8%	0%
November	69,8%	0%
December	93,4%	0%

1.2. Energievraag

Hieronder worden achtereenvolgens de energievraag in verwarming, koeling en sanitair warm water besproken.

Opmerking: *Bij nieuwbouwprojecten is er soms een EPB-document beschikbaar met de energievraag in MJ/jaar. Deze cijfers zijn echter niet te verkiezen om het ontwerp op te baseren, omdat EPB, bv. in koeling de passieve koeling niet rapporteert. In het geval er geen betere inschatting beschikbaar is, dienen ook voor deze projecten de onderstaande uitgangspunten te worden genomen.*

a. Energievraag in verwarming

Wanneer er geen expliciete energievraag in verwarming gekend is (via bijvoorbeeld een dynamische gebouwsimulatie) kan de energievraag in verwarming worden ingeschat op basis van de vollasturen (VLU) aan het theoretische warmteverlies (of het vermogen van de warmtepomp, indien dit warmteverlies niet gekend is).

De vollasturen (VLU) kunnen als volgt worden genomen:

- Nieuwbouw (bouwjaar na 2018[2]) of ingrijpende energetische renovatie: 1350 VLU
- Bestaande gebouwen met een bouwjaar tussen 2006 en 2018: 1550 VLU
- Bestaande gebouwen (bouwjaar voor 2006[3]): 1800 VLU

[1] 70 kW is de grens voor een groot systeem in de EPDB-regelgeving in Europa. Deze 70 kW slaat op het thermisch vermogen van de warmtepomp aan de gebouwzijde.
[2] Op 1 januari 2018 werd de strengere E-peil verplichting van toepassing.
[3] Op 1 januari 2006 werd de EPB-wetgeving ingesteld.

b. Energievraag in koeling

Wanneer er geen dynamische koellastsimulatie is uitgevoerd, kan er gerekend worden met 700 vollasturen in koeling (in lijn met RESCert) aan het vermogen zoals in de vorige sectie bepaald.

c. Energievraag in sanitair warm water

Voor de inschatting van de behoefte aan sanitair warm water (in residentiële context) wordt er gekeken naar het aantal personen dat in het gebouw kan wonen. Dit kan worden bepaald op basis van het aantal kamers (dat kan dienstdoen als slaapkamer) + 1. Voor elk van deze personen wordt 800 kWh/jaar aan sanitair warm water voorzien (in lijn met RESCert).

Samenvattend komt dit neer op:

$$Energie\ sanitair\ warm\ water = (aantal\ slaapkamers + 1) \cdot 800\ kWh/jaar$$

Voor speciale gebouwen zoals sportfaciliteiten, hotels etc. dient dit gedetailleerder te worden ingeschat door de installateur of het studiebureau.

d. Verdeling vermogen in de tijd

De meest genuanceerde geothermische simulaties gebeuren met een uurlijkse gebouwvraag. Deze kan worden verkregen op basis van een dynamische simulatie of via vereenvoudigde methodes zoals de graaddagen.

In het geval van een maandelijkse simulatie, wordt de volgende maandelijkse verdeling van de energie in verwarming/koeling vooropgesteld.

Bij systemen >70 kW[4] kan van de onderstaande tabel afgeweken worden, middels een gedegen argumentatie.

Tabel 2: Overzicht energie in verwarming en koeling per maand.

Maand	Energie verwarming	Energie koeling
Januari	17,6%	0%
Februari	17,4%	0%
Maart	14,1%	0%
April	10%	0%
Mei	4,5%	11,2%
Juni	0%	20,5%
Juli	0%	27%
Augustus	0%	26,4%
September	1,2%	14,9%
Oktober	6,5%	0%
November	12,3%	0%
December	16,4%	0%

[4] 70 kW is de grens voor een “groot” systeem in de EPDB-regelgeving in Europa.

Bij een maandelijkse simulatie wordt de ingeschatte behoefte aan sanitair warm water gelijk verdeeld over de maanden.

1.3. Gelijktijdigheid

Wanneer verschillende gebouwunits gekoppeld worden aan eenzelfde geothermische bron, kan er gelijktijdigheid optreden in de gevraagde vermogens (de energievraag blijft echter gelijk). We onderscheiden twee vormen van collectiviteit:

- Een volledig collectieve installatie met centrale opwekker
- Een collectieve bron met individuele warmtepompen

De keuze van collectiviteit heeft een effect op zowel het ontwerpvermogen als de ontwerppiekduur (zie ook Sectie 1.6).

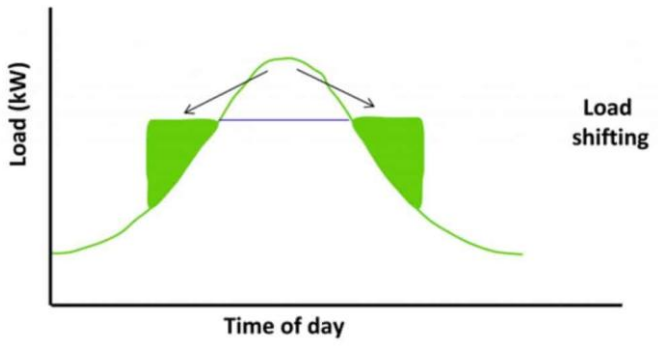
In het geval van individuele warmtepompen en een collectieve bron kunnen de volgende waarden worden gebruikt om het totaalvermogen in verwarming en koeling te herschalen naar een 'resulterend vermogen'.

Tabel 3: Gelijktijdigheid in appartementsgebouwen per aantal units (Bron: Winter, W., T. Haslauer & I. Obernberger (2001): „Untersuchungen der Gleichzeitigkeit in kleinen und mittleren Nahwärmenetzen". Euroheat & Power, Bd. 09&10/2001: S. 1-17).

Aantal units	Percentage gelijktijdigheid
1-25	100%
25-50	85%
50-100	70%
100-200	60%
200-...	50%

Voorbeeld: *Wanneer er 100 appartementen zijn van 4 kW, is het resulterende maximumvermogen geen 400 kW, maar slechts 240 kW.*

In het geval van een centrale warmtepomp is er maar één opwekker en dienen dezelfde regels te worden gebruikt als ware het één gebouw. Echter, deze centrale opwekker kan wel geselecteerd worden met dezelfde gelijktijdigheidsfactoren.



Figuur 1: Voorbeeld load shifting
(bron: lbspartners.ie/insights/what-is-load-shifting)

Wanneer er gewerkt wordt met een uurlijkse simulatie, kan het resulterende vraagprofiel eenvoudig worden aangepast met behulp van het concept van load/demand shifting.

1.4. Warmtepomprendement

Wanneer er met een gebouwvraag wordt gewerkt, is het belangrijk om het rendement van de warmtepomp correct in te schatten zodat de temperaturen in de bodem correct worden berekend. Typisch gebeurt dit d.m.v. een SCOP/SEER die de energievraag van het gebouw omzet naar een energievraag voor de bodem.

Als SCOP worden de SCOP B0/W35 en SCOP B0/W55 gebruikt voor verwarming en sanitair warm water. Indien andere regimes (bijvoorbeeld B0/W45 of W10/W35 voor verwarming) worden gebruikt voor het ontwerp, kan het rendement bij deze regimes worden overgenomen. Als waarde bij ontstentenis kan een SCOP in verwarming van 5 en voor sanitair warm water van 3,5 worden verondersteld.

Opmerking: *Bij twijfel wordt de SCOP beter overschat dan onderschat, omdat een onderschatting leidt tot een onderschatting van de afkoeling van de bodem.*

Voor passieve koeling wordt een SEER van 20 gehanteerd, om het elektriciteitsverbruik van de circulatiepomp mee in rekening te nemen. In het geval van actieve koeling wordt er gerekend met een SEER van 5.

1.5. Hybride systemen en interne weerstand

Wanneer de geothermische warmtepomp niet de enige bron is, maar deze deel uitmaakt van een groter, CO2-neutraal, hybride systeem, moet duidelijk worden aangegeven welk aandeel van het vermogen en de energie door de geothermische warmtepomp worden geleverd.

Een belangrijke verhouding hierbij is de β-factor, die de verhouding is tussen het vermogen geleverd door de geothermische warmtepomp gedeeld door het totaal voorzien vermogen (i.e. met inbegrip van alle andere technieken).

Voorbeeld: *Wanneer een combinatie van lucht-water- en bodem-water-warmtepompen wordt voorzien, waar de eerste 30 kW heeft en de tweede 70 kW, is de β -factor 70%.*

a. Interne weerstand

Bij kleinere systemen (<70 kW) dient er geen rekening gehouden te worden met de interne weerstand van de warmtepomp. De bedoeling is dat de warmtepomp zelf de verwarmings- en koelingsvraag van het gebouw kan dekken en de interne weerstand niet voor bijverwarming wordt toegepast. De β-factor is m.a.w. 100%. Enkel zo kan een geothermisch systeem performant blijven.

Bij complexere grotere systemen (>70 kW) kan de elektrische weerstand van de warmtepomp worden ingezet als “hybride systeem”.

1.6. Piekduur

Idealiter wordt een geothermische simulatie gedaan met een uurlijks vraagprofiel in verwarming en koeling (en eventueel sanitair warm water). Daar dit profiel vaak niet gekend is, is er decennia geleden een vereenvoudigde maandelijkse simulatiemethode ontwikkeld. Omdat echter een maandelijks profiel minder detail bevat dan een uurlijks profiel, moet de piekduur correct worden ingeschat.

Als basiswaarde voor de piekduur worden in zowel verwarming als koeling 8 uur aangenomen. Dit getal dient echter geschaald te worden indien:

- Het geïnstalleerde (en/of afgetopte) vermogen van de warmtepomp lager is dan het theoretische warmteverlies. In dit geval moet de verhouding warmteverlies over warmtepompvermogen gebruikt worden als schalingsfactor.
- Er sprake is van gelijktijdigheid én de simulatie gebeurt maandelijks. In dit geval moet de piekduur geschaald worden met de vierkantswortel van het aantal gebouwunits (n).
- Er sprake is van hybridisatie. In dat geval moet de piekduur (in verwarming en/of koeling, i.f.v. wat er gehybridiseerd is) geschaald worden met 1/ β -factor.

De finale piekduur is desgevallend:

$$Piekduur = 8 \cdot \frac{P_{warmteverlies}}{P_{warmtepompvermogen}} \cdot \sqrt{n} \cdot \frac{1}{\beta}$$

2. THERMISCHE SIMULATIE

Geothermische boorvelden kunnen decennialang een duurzame bron en opslag van warmte en koude zijn, maar enkel wanneer deze correct wordt gedimensioneerd. Om dit te garanderen is het belangrijk dat elk project gesimuleerd wordt met ontwerpsoftware voor boorvelden (GHEtool, EED, GHLEPro of gelijksoortig, die gebruik maken van de analytische g-functiebenadering) dan wel met numerieke software (COMSOL, Feflow, Modflow of gelijksoortig). De randparameters van deze simulaties worden hieronder beschreven.

Een aantal belangrijke definities:

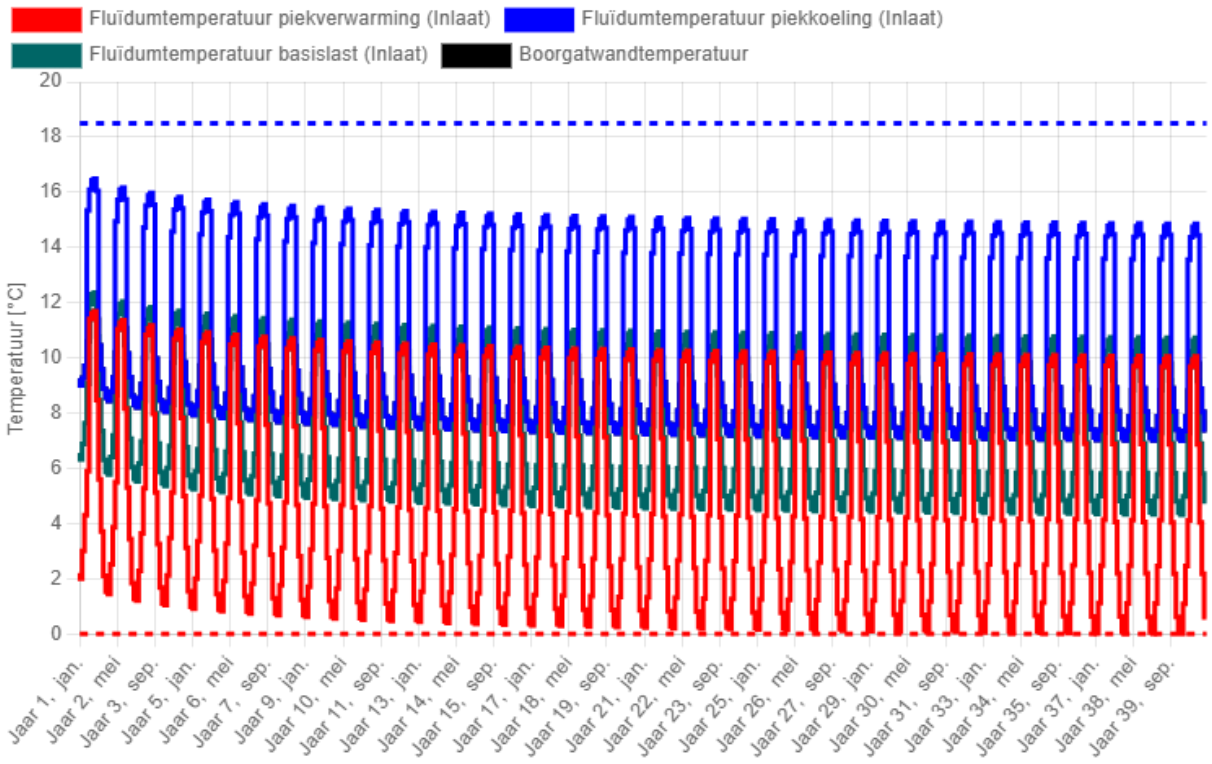
- **Gemiddelde vloeistoftemperatuur:** de gemiddelde temperatuur tussen inlaat en uitlaat van de warmtepomp (of equivalent, het boorveld)
- **Inlaattemperatuur:** de temperatuur die uit de warmtepomp of warmtewisselaar komt en de grond ingaat.
- **Uitlaattemperatuur:** de temperatuur die in de warmtepomp of warmtewisselaar komt en de grond uitgaat.

Opmerking: *In de ontwerpsoftware EED, is de temperatuur altijd de gemiddelde vloeistoftemperatuur, in GHLEPro is het de uitlaattemperatuur. In GHEtool kan dit gekozen worden. Belangrijk is dat alle temperaturen hieronder, tenzij anders vermeld, de* ***inlaattemperaturen*** *zijn en dat, indien de gebruikte software met andere cijfers werkt, deze gecorrigeerd worden om in lijn te zijn met de richtlijnen hieronder.*

2.1 Simulatieperiode

Om de duurzaamheid van een geothermisch systeem te waarborgen, is het belangrijk voldoende lang te simuleren. De temperatuurafwijking ten gevolge van de onbalans, is namelijk slechts zichtbaar op lange termijn (>20 jaar).

In overeenstemming met de code van goede praktijk voor duurzaam bouwen, wordt een simulatieperiode van 40 jaar aangehouden voor het ontwerp van geothermische boorvelden. Deze simulatieperiode verzekert dat de bodemtemperatuur op lange termijn reeds gestabiliseerd is.



Figuur 2: Voorbeeld van een simulatie met een periode van 40 jaar. De bodem is duidelijk in balans.

De startmaand van de simulatieperiode kan genomen worden op januari, halverwege het verwarmingsseizoen. Omdat het veelal onzeker is wanneer een geothermisch systeem opstart, lijkt dit een goed gemiddelde.

2.2 Minimumtemperatuur

Om een goed rendement van de warmtepomp te garanderen gedurende de volledige levensduur van het toestel, wordt een absolute ondergrens van 0°C opgelegd gedurende de volledige simulatieperiode (40 jaar) (voor het geval er antivries wordt gebruikt). Deze ondergrens geldt voor de ingaande vloeistoftemperatuur in de bron (i.e. de verdamperuittredetemperatuur) tijdens piekvermogen in extractie/verwarming.

Door met een ondergrens van 0°C te werken, worden er nooit negatieve temperaturen naar de bodem gestuurd en wordt op die manier vermeden dat de boring lokaal bevriest[5]. Er is dan ook nog wat marge om negatieve interferentie met naburige systemen op te vangen (cf. infra).

Opmerking: *Op basis van de ondergrens van 0°C en de delta T over de warmtepomp, typisch 3 tot 5°C, kan dan de toegestane minimum gemiddelde vloeistoftemperatuur worden bepaald, zijnde respectievelijk 1,5-2,5°C. Wanneer de delta T van de warmtepomp niet gekend is, kan een waarde van 3°C worden aangenomen. Dit komt neer op een ontwerp met een minimum gemiddelde vloeistoftemperatuur van 1,5°C.*

[5] Dit is in lijn met het regelgevend kader in Brussel, waar eveneens een ondergrens van 0°C op de inlaattemperatuur wordt genomen.

Wanneer er gewerkt wordt met watergebaseerde systemen (i.e. boorvelden zonder glycol), gelden er andere temperaturen. Daar dit sterk merkafhankelijk is, is het van belang dat de fabrikant dit opgeeft. Typisch is dit uitgedrukt in minimum x°C verdamperuittrede, dus minimaal x°C broninlaattemperatuur.

Voor projecten >70kW kan van bovenstaande worden afgeweken. Hierbij is het toegestaan om 10 kelvin-uur per jaar onder deze minimumgrens te gaan op voorwaarde dat het gebouw dynamisch werd gesimuleerd en deze dynamische simulatie gebruikt werd voor de uurlijkse dimensionering van het boorveld. Op die manier wordt voor grote systemen een significante overdimensionering voorkomen.

Opmerking: *10 kelvin-uur betekent dat de minimum inlaattemperatuur 10 uur op -1°C kan zitten (1°C onder de toegestane limiet) of 5 uur op -2°C of 2 uur op -5°C etc.*

a) Vloeistoftemperaturen en boorgatweerstand

Om een correcte simulatie van de warmteoverdracht in de boring te krijgen is het belangrijk dat de vloeistofeigenschappen (viscositeit, densiteit etc.) correct worden ingevuld. Deze vloeistofeigenschappen bepalen op hun beurt mee de effectieve thermische boorgatweerstand die de warmteoverdracht tussen de bodem en de vloeistof kwantificeert.

In bepaalde software (zoals GHEtool, COMSOL, FEFLOW etc.) wordt deze elke maand/uur automatisch berekend, in andere software (zoals GHLEPro en EED) wordt deze boorgatweerstand als constant verondersteld.

Indien er gewerkt wordt met constante vloeistofeigenschappen dienen de waarden bij de minimum gemiddelde vloeistoftemperatuur (bv. 1,5°C in het geval de warmtepomp een delta T van 3°C heeft) te worden genomen om geen overschatting van de warmte-overdracht te krijgen.

2.3 Maximumtemperatuur

Wanneer er expliciet op koeling wordt ontworpen, is het belangrijk een maximumlimiet indachtig te houden. In het geval van passieve koeling is deze 17,5°C voor de inlaattemperatuur tijdens piekinjectie/-koeling, wanneer er geen ongestoorde bodemtemperatuur is opgemeten via bv. een thermal response test (TRT). Deze bovengrens garandeert een optimale werking van de afgiftesystemen tijdens (passieve) koeling, ook wanneer de grondtemperatuur warmer uitvalt dan voorzien in de beschikbare modellen (zie Sectie 2.6). Wanneer de ongestoorde bodemtemperatuur gekend is, kan een bovengrens van 18,5°C op de inlaattemperatuur worden genomen.

Wanneer actieve koeling wordt gebruikt, wordt een bovengrens van 25°C op de inlaattemperatuur tijdens piekinjectie/piekkoeling genomen. Deze grens is in lijn met het wetgevend kader voor open bronnen.

Opmerking: *Deze maximumtemperatuur is ook weer afhankelijk van de delta T over de warmtewisselaar (of warmtepomp in het geval van actieve koeling). Tenzij anders aangegeven, wordt deze op 3°C verondersteld, wat neerkomt op een maximum gemiddelde temperatuur van 17°C in het geval van passieve en 23,5°C in het geval van actieve koeling.*

Opmerking: *Wanneer voor (grotere systemen) de regimes van de afgifte-elementen en de LMTD van de warmtewisselaar gekend is, kan deze maximumtemperatuur hieraan worden aangepast.*

a) Vloeistofeigenschappen

Wanneer er gesimuleerd wordt met constante vloeistofeigenschappen, genomen op de minimale gemiddelde temperatuur, wordt het thermisch gedrag tijdens koeling onderschat. Om tot een meer realistisch resultaat te komen kan daarom een tweede simulatie worden gedaan waar de vloeistofeigenschappen (densiteit, viscositeit etc.) geselecteerd/ingegeven worden op de gemiddelde maximumtemperatuur van de simulatieperiode.

Opmerking: *Indien er gesimuleerd wordt met variabele vloeistofeigenschappen zoals in GHEtool, FEFLOW of MODFLOW, is dit automatisch in rekening gebracht.*

2.4 Debiet

Om het thermisch alsook het hydraulisch gedrag van een boorveld te simuleren, is het belangrijk het debiet doorheen het veld te kennen. Het debiet heeft namelijk een sterke invloed (naast de vloeistofeigenschappen) op de turbulentie in het systeem. Dit debiet hangt natuurlijk samen met het gevraagde vermogen en kan anders zijn in verwarming en koeling alsook verschillen van uur tot uur.

Vermogen, debiet en temperatuurverschil tussen de ingang en de uitgang van het boorveld hangen samen via de volgende formule:

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p \Delta T$$

Waar $\dot{Q}$ het gevraagde geothermische (grondzijdig) vermogen is in (kW), $\dot{m}$ het massadebiet door het boorveld in (kg/s), C_p de soortelijke warmtecapaciteit van de vloeistof[6] in (kJ/(kgK)) en ΔT het temperatuurverschil tussen de ingang en de uitgang van het boorveld in (K).

Gegeven deze formule zijn er twee manieren om het debiet in rekening te brengen:

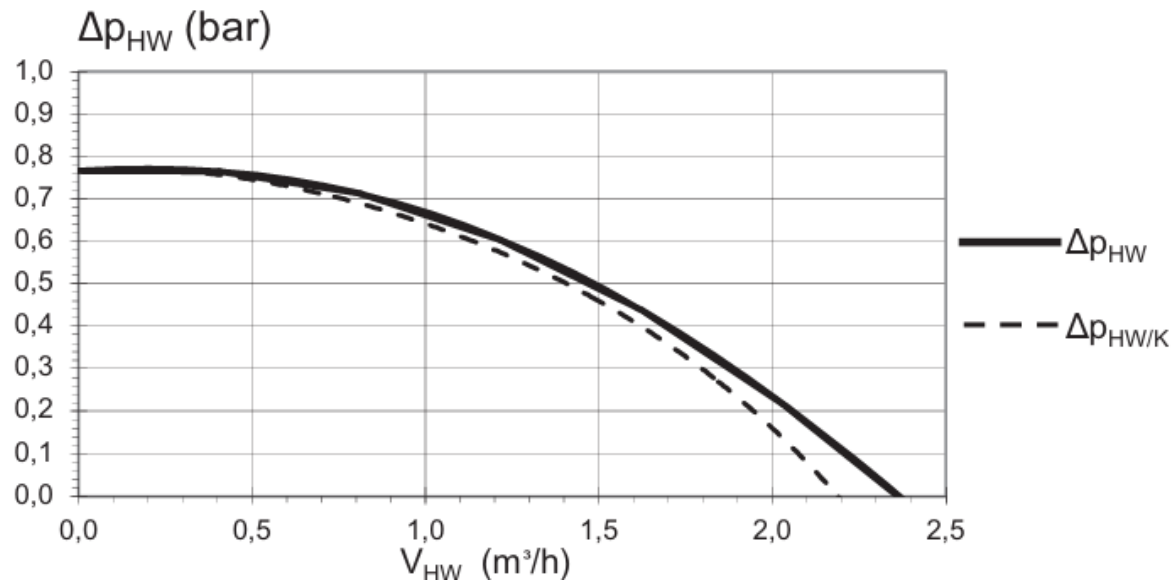
[6] Deze parameter is afhankelijk van het type en percentage antivries dat er wordt gebruikt alsook van de temperatuur van de vloeistof.

- Er wordt gewerkt met een constant debiet ($\dot{m}$ is constant).
- Er wordt gewerkt met een constant temperatuurverschil tussen de ingang en de uitgang van het boorveld (ΔT is constant).

De eerste aanname is klassiek in de wereld van boorveldontwerp, maar de tweede leunt meer aan bij de werking van de nieuwe generatie warmtepompen. Beide aannames worden hieronder kort besproken.

a) Simulatie met constant debiet

Wanneer er met een constant debiet wordt gesimuleerd, dient het nominale debiet van de warmtepomp te worden genomen. Dit nominaal debiet kan normaal gesproken worden afgelezen op de technische fiche van de warmtepomp of het nominaal debiet is af te lezen op een grafiek (ΔP op $\dot{m}$) in de handleiding, zoals bijvoorbeeld hieronder.



Figuur 3: Bron WZSV Alpha Innotec.

> ***Opmerking:*** *Wanneer het vermogen dat in rekening gebracht wordt voor de thermische simulatie (zoals besproken in Hoofdstuk 1) lager is dan het nominaal vermogen van de warmtepomp, moet dit debiet met de regel-van-drie verminderd worden.*

Wanneer het nominaal vermogen niet gekend is, kan op basis van het temperatuurverschil over de bron/warmtepomp met behulp van de formule hierboven, het benodigde debiet worden berekend. Belangrijk is hierbij dat de gebruikte warmtecapaciteit overeenstemt met de minimum gemiddelde temperatuur tijdens verwarming.

Wanneer het debiet tijdens koeling afwijkt van het debiet tijdens verwarming, kan als eerste inschatting het maximum van de twee genomen worden voor de volledige simulatie. Nauwkeuriger is het echter om twee thermische (en hydraulische)

berekeningen uit te voeren met zowel het debiet in verwarming als in koeling om het gedrag in beide regimes correct in kaart te brengen.

b) Simulatie met constant temperatuurverschil

Met de bepaalde simulatiesoftware (zoals GHEtool, FEFLOW, MODFLOW ...) kan er ook rechtstreeks een simulatie worden gemaakt door gebruik te maken van een constant temperatuurverschil over de bron (en desgevallend ook over de warmtepomp). Dit ligt in lijn met de werking van de meeste hedendaagse warmtepompen. Typisch ligt dit temperatuurverschil tussen de 3-5°C, waarbij 3°C wordt genomen indien het regime niet expliciet gekend is, in zowel verwarming als koeling.

Het voordeel van te simuleren met een constant temperatuurverschil is dat het debiet automatisch wordt berekend en aangepast wordt aan het gevraagde vermogen. Op die manier wordt het risico op ontwerpfouten kleiner. Doordat verschillende delta T's kunnen opgegeven worden voor verwarming en koeling, worden beide regimes automatisch correct gesimuleerd.

2.5 Grondtemperatuur

Om een geothermische simulatie te kunnen maken, is er een aanname van de ongestoorde bodemtemperatuur noodzakelijk, waarvan er (in Vlaanderen) vooralsnog geen databank beschikbaar is. In simulatiesoftware wordt deze typisch berekend op basis van een jaargemiddelde oppervlaktetemperatuur en een geothermische flux, die maakt dat, naarmate men dieper boort, de grond warmer wordt. Er is een gestandaardiseerde databank beschikbaar in simulatiesoftware met deze waarden voor de volgende Vlaamse steden: Gent, Brussel en Antwerpen.

Uit velerlei metingen is al naar voor gekomen dat in stedelijke context, ten gevolge van het hitte-eilandeffect[7], de aanname van de bodemtemperatuur een onderschatting is van de werkelijkheid. In realiteit zal de bodemtemperatuur in centrum Antwerpen bijvoorbeeld hoger uitvallen dan aangegeven door deze modellen.

In het geval van verwarming, vormt dit geen probleem, maar indien systemen op koeling worden ontworpen, is het aangewezen om een thermal response test (TRT) te laten uitvoeren voor grote systemen (>70 kW) om deze initiële bodemtemperatuur te laten opmeten. Wanneer de eigenlijke bodemtemperatuur gekend is, kan de maximale temperatuur (in het geval van passieve koeling), zoals in Sectie 2.3 beschreven, van 17,5°C naar 18,5°C verhoogd worden.

2.6 Interferentie

De thermische invloed van geothermische boringen stopt niet aan de perceelsgrenzen, maar gaat tot 100 m en verder. Dit betekent dat, wanneer de omliggende systemen een

[7] Het hitte-eilandeffect stelt dat in stedelijke context de omgevingstemperatuur ten gevolge van alle verharding, airco's etc. warmer is dan op het platteland. Deze warmte trekt met de decennia en eeuwen ook de grond in en verstoort de natuurlijke temperatuurbalans in de bodem. Daarom zijn de eerste tientallen (tot 100 m) in stedelijke context vaak warmer.

negatieve onbalans hebben en de bodem hierdoor afkoelt, dit ook een effect heeft op de omliggende systemen. Dit kan oplopen tot zelfs een aantal graden na 25 jaar.

In landen als Nederland en sinds kort ook Zwitserland is er daarom de verplichting om, naast een dimensionering van elk project, ook een interferentiestudie uit te voeren om onderlinge effecten tussen geothermische systemen mee te nemen. Op die manier kan gegarandeerd worden dat het geothermisch ontwerp standhoudt met inbegrip van de andere bronnen.

In Vlaanderen is het, simpelweg door het ontbreken van de publieke data van welke energievraag bestaande geothermische systemen hebben, (nog) niet mogelijk een interferentiestudie uit te voeren met bestaande systemen.

Voor nieuwbouwprojecten (meer dan twee woningen) alsook masterplanstudies waarbij verschillende individuele geothermische systemen worden uitgevoerd (zoals bijvoorbeeld bij het aanleggen van een nieuwbouwwijk), is het wel aangeraden deze onderlinge interferentie mee te nemen.

Deze interferentie kan met behulp van software (GHEtool, ITGBES-pro, FEFLOW, MODFLOW …) of met behulp van de publieke code die door Terra Energy en het VITO werd ontwikkeld in het kader van een onderzoeksproject voor de dienst Omgeving Vlaanderen, worden berekend. Belangrijk is dat hiervoor dezelfde simulatieperiode wordt gebruikt als bij het gewone ontwerp (40 jaar).

Figuur 4: Voorbeeld van thermische interferentie tussen 3 projecten (Gesimuleerd in GHEtool Cloud).

Om de interferentie met bestaande projecten (in residentiële context) te minimaliseren, wordt geadviseerd nieuwe boringen op ten minste zes meter van reeds bestaande boringen, zoals aangegeven in DOV, te plaatsen en eventueel te informeren bij de buren.

3. DRUKVERLIEZEN EN HYDRAULISCH ONTWERP

Naast het thermisch ontwerp van boorvelden, waarbij de minimale en maximale temperatuur van de vloeistof relevant zijn, is het ook belangrijk om de hydraulica te onderzoeken. In het vorige hoofdstuk werd reeds het ontwerpdebiet over het boorveld besproken, maar in dit hoofdstuk ligt de focus op de corresponderende drukval en of de al dan niet interne circulatiepomp deze opvoerhoogte kan leveren.

3.1 Drukverliesberekening

Wanneer het maximumdebiet gekend is, is het belangrijk een drukverliesberekening bij dit debiet uit te voeren. Nadien moet namelijk worden gecontroleerd of de benodigde opvoerhoogte geleverd kan worden door de al dan niet interne circulatiepomp van de warmtepomp. Indien dit niet het geval is, dient ofwel 1) het ontwerp te worden aangepast om een lager drukverlies te bekomen ofwel 2) een extra/zwaardere bronpomp te worden geplaatst om te voorzien in de nodige opvoerhoogte.

a) Onderdelen drukverliesberekening

De drukverliesberekening moet de volgende zaken meenemen: (1) het drukverlies in de sonde, (2) het drukverlies in het horizontale net tot aan de collector en (3) van de collector naar de technische ruimte (tot aan de afsluitkranen voor het boorveld). Belangrijk is dat er in elk van deze drie delen met het juiste debiet wordt gewerkt. Wanneer boringen bijvoorbeeld per twee in Tichelmann gekoppeld zijn, is het debiet door het horizontale net twee keer hoger dan wanneer ze rechtstreeks naar de collectorput gaan.

Om het verlies in het horizontale net correct mee te nemen, is het van belang het horizontale drukverlies over de langste leiding mee te nemen. Dit is de afstand van de verste boring tot aan de collector (of in het geval dat er geen collector is, de afsluitkranen). Deze drukval is namelijk bepalend voor het volledige horizontale circuit.

b) Vloeistofeigenschappen drukverliesberekening

Deze drukverliesberekening dient sowieso te gebeuren voor het verwarmingsregime (met het bijpassende piekdebiet en de juiste vloeistofeigenschappen, genomen op de gemiddelde vloeistoftemperatuur tijdens piekverwarming/-extractie zoals densiteit en viscositeit).

Indien er specifiek op koeling wordt ontworpen, dient een aparte berekening te worden gemaakt voor dit koelregime, met een andere viscositeit en densiteit van de vloeistof en (mogelijks) een ander debiet. Omdat de turbulentie in beide regimes significant kan verschillen, kan ook het drukverlies significant anders zijn. Om een goed werkend systeem te garanderen in zowel verwarming als koeling is het daarom belangrijk beide regimes te onderzoeken.

c) Controle van de beschikbare opvoerhoogte

Naast het drukverlies van de sonde, de horizontale collector, eventueel de collectorbalk, en het regelventiel is het van belang ook het drukverschil over de verdamper bij het nominale debiet te kennen om zodoende de circulatiepomp te selecteren met een

werkingspunt bij een zo hoog mogelijk rendement. In het geval van een interne circulatiepomp is het nodig om te weten welke resterende opvoerhoogte aan de uitgang van de warmtepomp er nog beschikbaar is. In beide bovenstaande gevallen is er dan een analyse nodig of de bedachte hydraulische schakeling afdoende is of er aanpassingen moeten gebeuren.

Er worden hiertoe twee situaties onderscheiden:

a) De beschikbare opvoerhoogte wordt meegegeven als randvoorwaarde van het ontwerp door de installateur/studiebureau/opdrachtgever. In dit geval kan er met deze opvoerhoogte worden gerekend.
b) Indien de opvoerhoogte niet gekend/gegeven is, moet worden voorzien dat het totale drukverlies over het bronzijdige circuit (tot aan de afsluiters) lager is dan 70 kPa.

Naast drukverlies is het ook belangrijk dat het hydraulisch circuit ontlucht kan worden om een goede werking te garanderen. Wanneer er te veel boringen in Tichelmann worden aangesloten, kan dit een probleem vormen. Het maximumaantal boringen dat daarom in één Tichelmann-koppeling mag worden aangesloten, is 6.

4. TRANSPARANTIE OVER ONTWERP

In de voorbije hoofdstukken ging het telkens over het maken van een betrouwbaar ontwerp, maar om dit te kunnen doen, is het van belang om de benodigde info (eenduidig) te communiceren aan de ontwerper. Hiertoe is het document in bijlage 1 ontwikkeld.

Dit document omvat alle gegevens die belangrijk zijn voor het boorveldontwerp en is flexibel opgesteld zodat het bruikbaar is in situaties met veel alsook weinig gegevens. Hierdoor kan het zowel door installateurs gebruikt worden als door studiebureaus.

Het document is veelal opgesteld als volgt:

1. Zijn er gegevens beschikbaar? (Indien niet, dan zullen de aannames uit deze leidraad worden gebruikt.)
2. Zijn de exacte cijfers gekend? (Bv. het benodigde koelvermogen als ernaar gerekend is, de warmtevraag in kWh/jaar ...)
3. Benaderende gegevens zoals het bouwjaar om de vollasturen mee te berekenen.

De laatste stap heeft als doel om het gemaakte ontwerp door te geven aan de opdrachtgever, samen met de aannames, zodat deze het ontwerp kan controleren (en bijvoorbeeld kan controleren dat zijn circulatiepomp een toereikende opvoerhoogte heeft). Hiertoe is het document in bijlage 2 ontwikkeld.

5. CASESTUDIES

In dit hoofdstuk worden enkele cases besproken ter illustratie.

5.1 Case 1: Nieuwbouwwoning van 5 kW, met warmtepomp van 6 kW

Casus

Er wordt gevraagd een eerste ontwerp te maken van een boorveld voor een nieuwbouwwoning van 130 m^2, 3 slaapkamers en een warmteverlies van 5 kW. Er wordt een modulerende warmtepomp geïnstalleerd van 6 kW die kan worden afgetopt. De eigenaars willen zeker passieve koeling hebben.

Uitwerking

Omdat de warmtepomp afgetopt wordt, kan er met een verwarmingsvermogen van 5 kW gerekend worden. Het gaat om een nieuwbouwwoning, dus gelden er 1350 vollasturen, wat de energievraag in verwarming op 6750 kWh/jaar brengt. De piekduur is 8 uur.

Voor koeling is er vloerkoeling voorzien. Hiervoor wordt er gerekend met 15 W/m^2 en 700 vollasturen, wat neerkomt op 1,95 kW en 1365 kWh/jaar. De piekduur is 8 uur.

Voor de energievraag van het sanitair warm water, gebruiken we de vuistregel op basis van het aantal kamers. In een huis met drie slaapkamers kunnen 3+1 = 4 mensen wonen. Met 800 kWh/persoon komt dit neer op een sanitaire vraag van 3600 kWh/jaar.

Omdat de warmtepomp niet gespecifieerd is, wordt er gewerkt met een SCOP van 5 voor verwarming en 3,5 voor sanitair warm water. Voor passieve koeling wordt een SEER van 20 aangehouden. Het debiet wordt berekend op basis van een delta T van 3°C over de warmtepomp, omdat er geen nominaal debiet gegeven is.

> Wanneer de gebruikte ontwerpsoftware dit debiet niet zelf kan berekenen, kan het debiet (in kg/s) zelf worden bepaald op basis van het extractievermogen. Voor een verwarmingsvermogen van 5 kW en een SCOP van 5, is dit 4 kW die rechtstreeks uit de bodem komt. Wanneer er bijvoorbeeld gewerkt wordt met monopropyleenglycol (MPG) 25 v/v%, is de soortelijke warmtecapaciteit +- 3,9 KJ/kgK. Op basis van de formule $\dot{Q} = \dot{m} C_p \Delta T$ volgt dan dat het debiet gelijk is aan 0,34 kg/s.

Er wordt gewerkt met 17,5°C en 0°C als respectievelijk de maximale en minimale inlaattemperatuur (of equivalent 16°C en 1,5°C maximale en minimale gemiddelde vloeistoftemperatuur). Dit omdat er geen meting van de bodemtemperatuur aanwezig is en de eigenaars effectief koeling willen.

Omdat er geen drukvalcurve gegeven is, wordt het hydraulisch ontwerp gelimiteerd tot 70 kPa.

5.2 Case 2: Nieuwbouwwoning van 5 kW, met warmtepomp van 4 kW

Casus

Er wordt gevraagd een eerste ontwerp te maken van een boorveld voor een nieuwbouwwoning van 130 m^2, 3 slaapkamers en een warmteverlies van 5 kW. Er wordt een modulerende warmtepomp geïnstalleerd van 4 kW. De eigenaars willen zeker passieve koeling hebben.

Uitwerking

Omdat de warmtepomp kleiner is dan het warmteverlies, wordt er met een verwarmingsvermogen van 4 kW gerekend worden. Het gaat om een nieuwbouwwoning, dus gelden er 1350 vollasturen, wat de energievraag in verwarming op 6750 kWh/jaar brengt. De piekduur in verwarming is, omdat de warmtepomp 20 % kleiner is dan het warmteverlies (4/5 = 0,8) nu gelijk aan: 8/0,8 = 10 uur.

Voor koeling is er vloerkoeling voorzien. Hiervoor wordt er gerekend met 15 W/m^2 en 700 vollasturen, wat neerkomt op 1,95 kW en 1365 kWh/jaar. De piekduur is 8 uur.

Voor de energievraag van het sanitair warm water, gebruiken we de vuistregel op basis van het aantal kamers. In een huis met drie slaapkamers kunnen 3+1 = 4 mensen wonen. Met 800 kWh/persoon komt dit neer op een sanitaire vraag van 3600 kWh/jaar.

Omdat de warmtepomp niet gespecifieerd is, wordt er gewerkt met een SCOP van 5 voor verwarming en 3,5 voor sanitair warm water. Voor passieve koeling wordt een SEER van 20 aangehouden. Het debiet wordt berekend op basis van een delta T van 3°C over de warmtepomp, omdat er geen nominaal debiet gegeven is.

> Wanneer de gebruikte ontwerpsoftware dit debiet niet zelf uit kan berekenen, kan het debiet (in kg/s) zelf worden bepaald op basis van het extractievermogen. Voor een verwarmingsvermogen van 4 kW en een SCOP van 5, is dit 3,*2* kW die rechtstreeks uit de bodem komt. Wanneer er bijvoorbeeld gewerkt wordt met MPG 25 v/v%, is de soortelijke warmtecapaciteit +- 3,9 KJ/kgK. Op basis van de formule $\dot{Q} = \dot{m}C_p\Delta T$ volgt dan dat het debiet gelijk is aan 0,*27* kg/s.

Er wordt gewerkt met 17,5°C en 0°C als respectievelijk de maximale en minimale inlaattemperatuur (of equivalent 16°C en 1,5°C maximale en minimale gemiddelde vloeistoftemperatuur). Dit omdat er geen meting van de bodemtemperatuur aanwezig is en de eigenaars effectief koeling willen.

Omdat er geen drukvalcurve gegeven is, wordt het hydraulisch ontwerp gelimiteerd tot 70 kPa.

5.3 Case 3: 30 appartementen op een collectieve bron

Casus

Er wordt een geothermisch boorveld geplaatst voor 30 twee-slaapkamerappartementen van 80 m^2. Het warmteverlies van elk appartement is 2,8 kW en er wordt een warmtepomp van 2,5 kW geplaatst per appartement, met elk een nominaal debiet van 1 m^3/uur en een beschikbare opvoerhoogte van 69 kPa. Er wordt gewerkt zonder glycol, waardoor de minimale temperatuur naar de bodem begrensd wordt tot 3°C. De vloerverwarming is zodanig geplaatst om maximale koeling te kunnen voorzien, zo'n 20 W/m^2.

Uitwerking

Omdat het maximaal vermogen van de warmtepomp nu kleiner is dan het warmteverlies, wordt er gerekend met een vermogen van 2,5 kW per appartement. Dit brengt het totaal geïnstalleerd vermogen op 75 kW. Omdat er meer dan 25 appartementen zijn, kan gelijktijdigheid in rekening worden gebracht. Volgens de tabel uit Sectie 1.3 kan een gelijktijdigheid van 85% worden verondersteld, wat het piekvermogen brengt op 63,75 kW.

De gelijktijdigheid heeft ook een effect op ons nominaal debiet. Voor de 25 units zou dit liggen op 25 m^3/uur, maar omdat het resulterend piekvermogen nu 15% lager ligt, dient het debiet ook op 21,25 m^3/uur te worden genomen (zie Sectie 2.4).

Daar het gaat over meerdere appartementen, zal de piekduur hoger dan 8 uur liggen. Omdat we de simulatie uitvoeren met een maandelijkse resolutie, moeten we de piekduur schalen met de vierkantswortel van het aantal appartementen (30 in dit geval). Dit komt neer op 5,477. Omdat het geïnstalleerd vermogen van 75 kW lager is dan het theoretische warmteverlies (84 kW), moet hier nog een extra correctie op worden toepast waarbij het theoretische warmteverlies gedeeld wordt door het warmtepompvermogen m.a.w. 84 kW/75kW=1,12. De totale piekduur (in verwarming) is bijgevolg: 8 x 1,12 x 5,477 = 49 uur.

Voor de energievraag in verwarming wordt gerekend op 1350 vollasturen aan 84 kW (theoretisch warmteverlies), dus zo'n 113,4 MWh/jaar.

> Alternatief kan ook gerekend worden zonder gelijktijdigheid. Dan is het piekvermogen gewoon 75 kW en kan er gerekend worden met enkel de correctiefactor van 1,12 op de piekduur. De piekduur komt dan neer op 9 uur. De energievraag blijft gelijk.

Naar koeling toe, is het totaal vermogen berekend op basis van de vloerkoeling, wat neer komt op 48 kW, wat met 700 vollasturen leidt tot 33,6 MWh/jaar aan koelvraag. De piekduur blijft hier gewoon 8 uur, omdat de passieve koeling gelijktijdig zal optreden.

Voor sanitair warm water wordt gerekend met 3 personen (2 kamers + 1) aan 800 kWh/persoon, wat dus leidt tot 72 MWh/jaar aan sanitair warm water vraag.

Omdat de warmtepomp niet gespecifieerd is, wordt er gewerkt met een SCOP van 5 voor verwarming en 3,5 voor sanitair warm water. Voor passieve koeling wordt een SEER van

20 aangehouden. Het debiet is met 1m^3/uur gekend, alsook de maximale drukval die het ontwerp mag hebben.

Verder wordt er gewerkt met 17,5°C en 3°C als respectievelijk de maximale en minimale inlaattemperatuur (of equivalent 16°C en 4,5°C maximale en minimale gemiddelde vloeistoftemperatuur). Dit omdat er geen meting van de bodemtemperatuur aanwezig is en de eigenaars effectief koeling willen.

BIJLAGE 1: BENODIGDE ONTWERPGEGEVENS BOORVELD

Dit document met ontwerpgegevens wordt ingevuld door de installateur of het studiebureau en wordt vervolgens bezorgd aan de boorder.

Algemene info

Naam dossier: _____

Adres: _____

Naam opdrachtgever: _____

Functie opdrachtgever: _____

Gedetailleerd bestek over geothermie beschikbaar? ☐ Ja | ☐ Nee
(Indien ja, gelieve dit mee te sturen bij dit document)

Dynamische simulatie van het gebouw? ☐ Ja | ☐ Nee
(Indien ja, gelieve dit mee te sturen bij dit document)

Riolering- en inplantingsplan van het gebouw? ☐ Ja | ☐ Nee
(Indien ja, gelieve dit mee te sturen bij dit document)

Boringen onder het gebouw gepland? ☐ Ja | ☐ Nee

Indien er sprake is van een hybride systeem (bv. bodem-water en lucht-water), gelieve hieronder dan uitsluitend de gegevens voor het geothermisch deel in te vullen.

1. Verwarming

Totaal warmteverlies volgens de norm gekend?	☐Ja ..... kW	☐Nee
Vermogen BW WP bij ontwerpregime	B...../W..... ..... kW	☐Niet gekend
Is de warmtepomp aftopbaar?	☐Ja	☐Nee
Rendement bij verwarming bij ontwerpregime	B...../W..... SCOP:	☐Niet gekend
Boorveld gevuld met antivries	☐Ja ..... %[8]	☐Nee, minimale temperatuur naar de bron .....°C
Energievraag verwarming gekend?	☐Ja ..... kWh/jaar	☐Nee
Indien nee, kruis aan	☐ Nieuwbouw (na 2018) of energetische renovatie ☐ Bouwjaar voor 2006 ☐ Anders	
Gaat het om collectief gebouw of installatie?	☐Ja, aantal units: ..... (belangrijk voor gelijktijdigheid)	☐Nee

[8] Indien niet gekend, 25%.

2. Sanitair

Aanwezig	☐Ja	☐Nee
Sanitaire vraag gekend?	☐Ja ..... kWh/jaar	☐Nee. Aantal slaapkamers: .....
Rendement bij sanitair warm water	SCOP:	
Boosters gekoppeld aan centrale warmtepomp (Bv. lokale boosters gekoppeld aan een centrale WP)	☐Ja	☐Nee
Andere toepassingen?	☐Ja ..... kWh/jaar	☐Nee

3. Koeling

Aanwezig	☐Ja	☐Nee
Koeling	☐Actief ☐Actief en passief	☐Passief
Totale koelbehoefte gekend?	☐Ja ..... kW	☐Nee
Totaal afgiftevermogen gekend?	☐Ja ..... kW	☐Nee ..... m^2 bij 15 W/m^2 (vloerkoeling) ..... m^2 bij 30 W/m^2 (plafondkoeling)
Energievraag koeling gekend?	☐Ja ..... kWh/jaar	☐Nee

4. Hydraulisch ontwerp

Delta T over warmtepomp	• In verwarming .....°C (standaard 3°C) • In koeling .....°C (standaard 3°C) • Indien niet gekend, nom. debiet: ..... m^3/u	
Indien circulatiepomp gekend is:		
• **Beschikbare opvoerhoogte bij nom. debiet gekend?**	☐Ja ..... kW	☐Nee
• **Pompcurve beschikbaar?**	☐Ja (stuur dit mee)	☐Nee

BIJLAGE 2: CHECKLIST GOEDE GEOTHERMISCHE OFFERTE

Onderstaande checklist kan door de installateur of studiebureau gebruikt worden om de kwaliteit van een geothermische offerte (ontvangen door boorder) te beoordelen. Om zekerheid te hebben over het goed ontwerp, is het van belang dat de onderstaande gegevens ten minste aangeleverd worden bij elke prijsofferte.

Ontwerpnota ontvangen?	☐Ja	☐Nee
Temperatuurprofiel op 40 jaar?	☐Ja	☐Nee
Piekvermogens en energievraag conform ontwerpvraag?	☐Ja	☐Nee
Gemiddelde temperaturen binnen de grenzen? (>0°C en <25°C temperatuur boorveldinlaat)	☐Ja	☐Nee
Aantal boringen, diepte, configuratie en locatie gegeven?	☐Ja	☐Nee
Boorgatweerstand/Reynolds in verwarming/koeling gegeven?	☐Ja	☐Nee
Grondeigenschappen gegeven? (Conductiviteit, bodemtemperatuur …)	☐Ja	☐Nee
Lusuitvoeringen gegeven? (Enkele/dubbele lus, DN32/DN40/…, groutconductiviteit …)	☐Ja	☐Nee
Wel/geen en antivries en zo ja, welk antivries en welk percentage?	☐Ja	☐Nee
Drukverliesberekening gegeven (incl. horizontale delen, piekdebieten, serie/Tichelmann-connectie)?	☐Ja	☐Nee
Piekduur gegeven in verwarming/koeling?	☐Ja	☐Nee
Minimale deklaag 60 cm?	☐Ja	☐Nee
Warmtevermogen afgetopt?	☐Ja	☐Nee