

ITGBES

InterferentieTool Gesloten BodemenergieSystemen

ITGBES InterferentieTool Gesloten BodemenergieSystemen



Projectnummer : 180760

Uitgebracht aan : Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat / SIKB

Kenmerk :

Datum : 13/01/2020

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	0
1. Inleiding.....	1
1.1. "Worst case" op basis gegevens LGR.....	2
1.2. Zoekstraal op basis worst case.....	2
1.3. Vergelijking eindige lijnbron – oneindige lijnbron	3
1.4. Validatie	4

1. Inleiding

September 2019 is een geautomatiseerde tool voor het berekenen van thermische interferentie tussen gesloten bodemenergiesystemen opgeleverd. Die tool was gebaseerd op de in 2011 – 2013 ontwikkelde nomogrammen die ten grondslag liggen aan de BUM BE Bijlage 2, Methode toetsen interferentie tussen kleine gesloten bodemenergiesystemen.

Eén van de aanpassingen met betrekking tot de selectie- en verwerkingsprocedure die geïmplementeerd is betreft het bepalen van het specifieke energievraag voor een systeem met de einddiepte van de individuele bodemwarmtewisselaars (in de oorspronkelijke BUM BE Bijlage 2 werd de specifieke energievraag bepaald met de totale lengte van het systeem).

De berekeningen die voor de nomogrammen zijn uitgevoerd zijn in specifieke energievraag beperkt tot de "worst case" van -130 kWh/m/j. Bij het opstellen van de geautomatiseerde tool is met gegevens uit het Landelijk Grondwater Register is bij aanvang een nieuwe "worst case" bepaald op -65 kWh/m/j – echter op dat moment nog bepaald op basis van delen door totale lengte (conform oorspronkelijke uitgangspunt BUM BE Bijlage 2 versie 2.3).

Bij gebruik van de tool, waarbij nu door einddiepte gedeeld wordt, blijkt nu dat in een aantal gevallen de mogelijke maximale energieonttrekking van -130 kWh/m/j, die voor de nomogrammen berekend waren, overschreden te worden, dit beperkt de toepassing van de tool.

Tevens dient de selectieprocedure en toe te passen zoekstraal opnieuw geëvalueerd te worden.

Groenland heeft van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en de SIKB opdracht gekregen om de tool uit te breiden waardoor de maximaal mogelijke specifieke energievraag aansluit bij de nieuwe "worst case" situatie.

Bekend is dat de oorspronkelijk toegepaste rekenmethode – de oneindige lijnbronbenadering – een conservatieve schatting van de temperatureffecten geeft bij langdurige onttrekking. In de nieuwe analyse is gebruik gemaakt van een andere rekenmethode – de eindige lijnbronbenadering – die rekening houdt met axiaal warmtetransport. Hiermee wordt de oplossing ook afhankelijk van de einddiepte van de bodemenergiesystemen.

Dit project is als volgt uitgevoerd:

- Met de gegevens uit het LGR is bepaald wat de specifieke energieonttrekking is wanneer wordt uitgegaan van einddiepte van de systemen in plaats van totale lengte.
- Met de nieuwe rekenmethode zijn voor alle bodemtypen en energieklassen nieuwe berekeningen gemaakt van de temperatureffecten als functie van afstand. Deze zijn uitgevoerd voor verschillende lengtes van bodemwarmtewisselaars (variërend van 25 – 350 meter, voor diepere systemen wordt de eindige lijnbronoplossing gebruikt).

- Met de berekende temperatuureffecten zijn nieuwe correlaties ontwikkeld waarbij ook de einddiepte meegewogen is.
- De resultaten zijn beperkt gevalideerd: de nieuwe berekeningen zijn vergeleken met de oorspronkelijke oneindige lijnbronoplossing voor systemen met een einddiepte van 1000 meter (de eindige lijnbronoplossing is dan gelijk aan de oneindige lijnbronoplossing). De berekeningen met de ontwikkelde correlaties zijn ook vergeleken met de onderliggende berekeningen van de eindige lijnbronoplossing.

Deze notitie doet kort verslag van de resultaten ten bate van de bijeenkomst met de klankbordgroep, aansluitend zullen de resultaten in de rapportage van ITGBES verwerkt worden.

1.1. "Worst case" op basis gegevens LGR

In totaal zijn 10.615 grondgebonden woningen, 873 gestapelde bouw en 201 utiliteit systemen geregistreerd. Samenvattend blijkt (specifieke energievraag bepaald d.m.v. delen totale lengte bodemenergiesysteem conform versie 2013 BUM BE Bijlage 2):

- 90% van alle grondgebonden woningen hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -65 kWh/m/j.
- 95% van alle grondgebonden woningen hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -75 kWh/m/j.
- 90% van alle gestapelde woningen hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -55 kWh/m/j.
- 85% van alle utiliteit hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -65 kWh/m/j.

Delen we door de einddiepte van de bodemenergiesystemen dan wordt de situatie:

- 90% van alle grondgebonden woningen hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -130 kWh/m/j.
- 95% van alle grondgebonden woningen hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -170 kWh/m/j.
- 90% van alle gestapelde woningen hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -160 kWh/m/j.
- 95% van alle utiliteit hebben een specifieke warmteonttrekking van minder dan -180 kWh/m/j. *Met huidige selectiecriteria blijven weinig utiliteit systemen over, wordt nog nagekeken.*

Voor het bepalen van de maximale specifieke energieonttrekking ten bate van de tool is gekozen voor **240 kWh/m/j**.

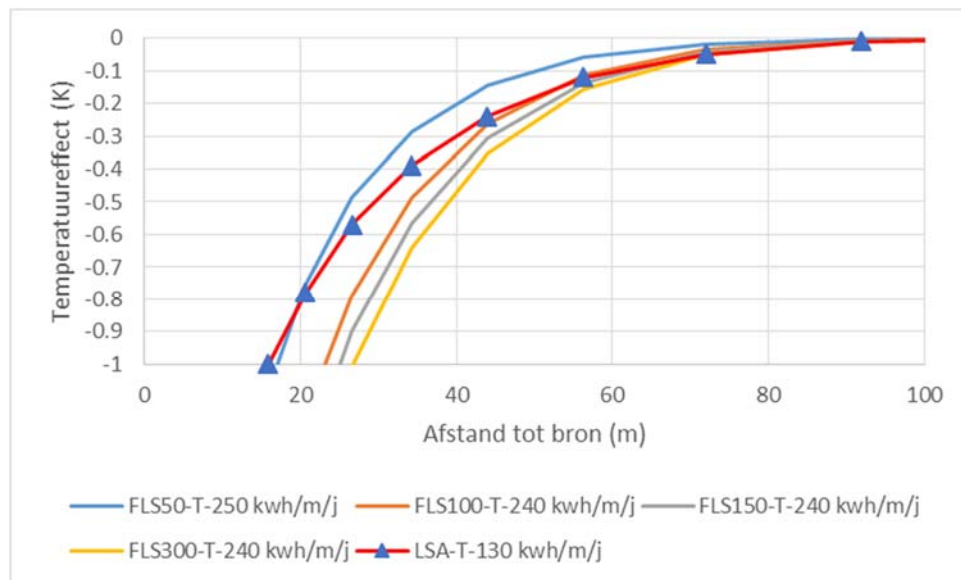
1.2. Zoekstraal op basis worst case

De maximale zoekstraal is bepaald met de oneindige lijnbronmethode voor een worst case van 130 kWh/m/j en een warmtegeleidingscoëfficiënt van de bodem van 2,5 W/mK. In

onderstaande figuur is dit vergeleken met de eindige lijnbron, voor verschillende einddieptes.

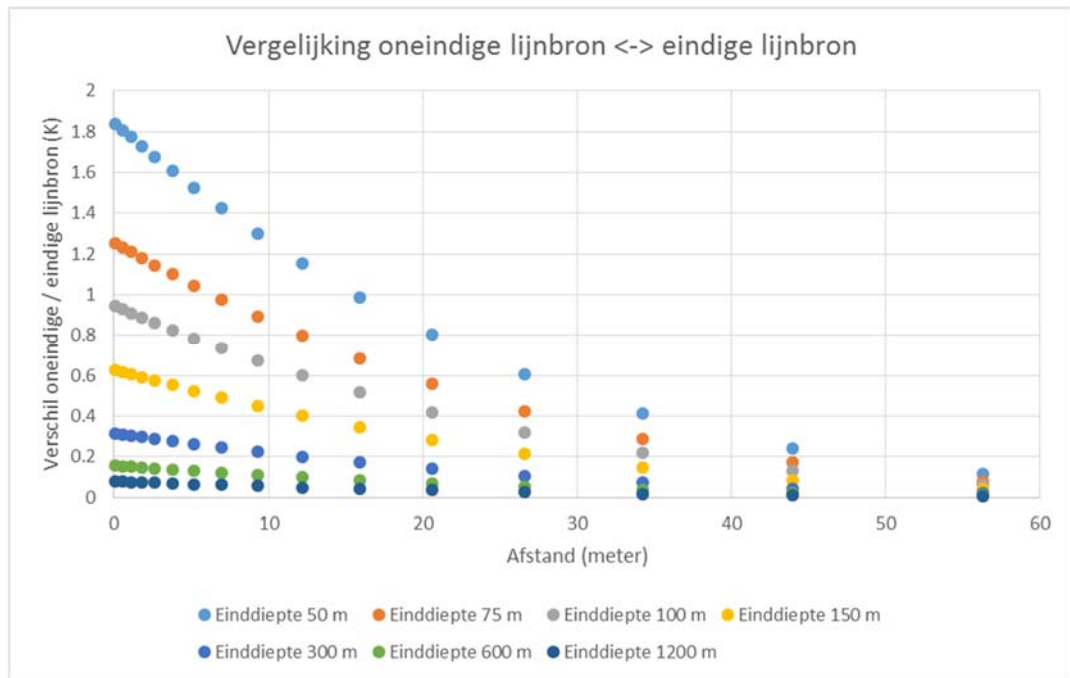
Met uitzondering van de korste bodemwarmtewisselaar (50 meter) kunnen we concluderen dat de situatie met een worst case van -240 kWh/m/j in alle gevallen globaal op een afstand van 60 meter een maximaal temperatureffect van 0,1K heeft.

Voor de zoekstraal kan **120 meter** (2 x 60 meter) worden aangehouden.



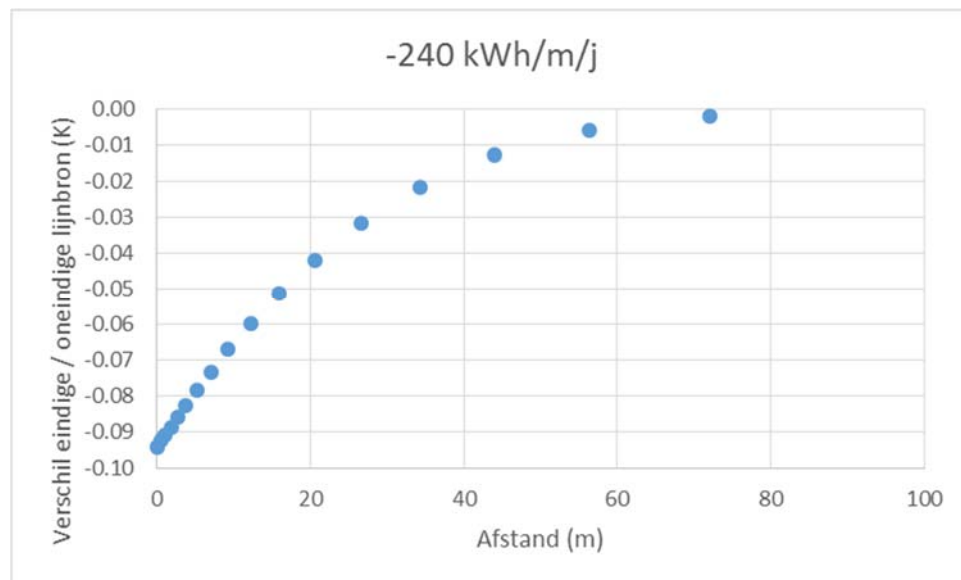
1.3. Vergelijking eindige lijnbron – oneindige lijnbron

Voor de worstcase van -240 kWh/m/j is een vergelijking gemaakt tussen de oneindige en eindige lijnbronoplossing, voor verschillende einddieptes. Vooral voor kortere warmtewisselaars op geringere afstand zijn de effecten aanzienlijk. Het toepassen van de eindige lijnbron heeft globaal gezien een gunstig effect aangezien de temperatureffecten (onttrekking) kleiner zijn.



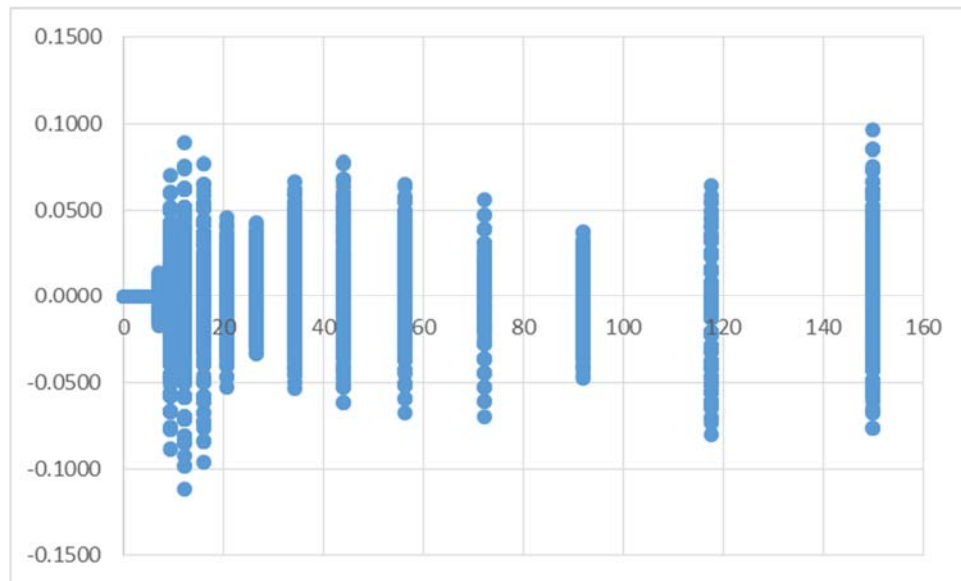
1.4. Validatie

Ten opzichte van de oneindige lijnbronmethode geeft de eindige lijnbronmethode (wanneer een diepte warmtewisselaar wordt berekend) een zeer kleine afwijking, minder dan $-0,1K$ op, bij toenemende afstand wordt de afwijking kleiner. De eindige lijnbron geeft een kleiner temperatureffect.



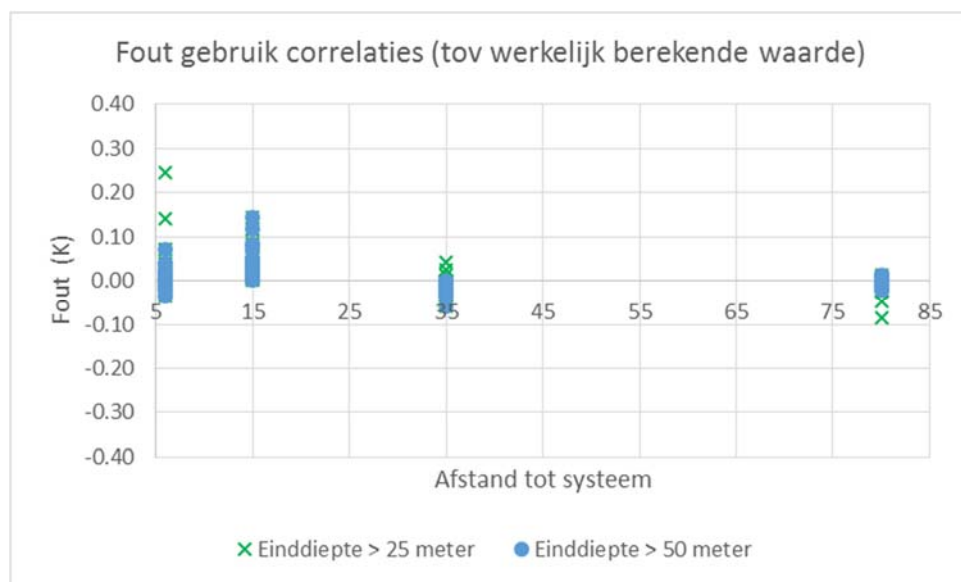
Vervolgens zijn de correlaties die de exceltool gebruikt vergeleken met de werkelijk berekende oplossing.

De serie met een warmtegeleidingscoëfficiënt van 2,0 (meest gebruikt) laat een verschil zien (voor alle berekende cases) van ten hoogste $\pm 0,1K$ (verschil tussen berekening en schatten met regressie correlaties).



Hierna is een validatie uitgevoerd met de implementatie (correlaties gebaseerd op eindige lijnbronberekeningen) in excel – daarbij zijn verschillende energieonttrekkingen en einddieptes van de warmtewisselaar gekozen, die niet gebruikt zijn voor het bepalen van de regressiecoëfficiënten.

De fout is nooit groter dan 0,2K – beschouwen we alleen bodemwarmtewisselaars met een einddiepte van 50 meter of meer, dan is de fout gemiddeld kleiner. Grootste fouten treden op bij een afstand van 6 meter (net boven de gestelde ondergrens van 5 meter voor de afstand tussen de systemen).



De afwijkingen (tussen de temperatureffecten berekend met ITGBES gebaseerd op de correlaties en de met de werkelijke eindige lijnbron berekende effecten) zijn in enkele gevallen iets groter dan in de eerdere versie (op basis oneindige lijnbronmethode), vooral door grotere specifieke energieonttrekking in deze dataset. Daartegenover staat dat de methode minder conservatief is en het totale geschatte temperatureffect kleiner is dan bij voorgaande methode.