

Concept EMG-berekening

Collectief energiesysteem Amstel III & Bullewijk

Gemeente Amsterdam

GREENVIS ENERGY SOLUTIONS

Concept EMG-berekening

Collectief energiesysteem Amstell III & Bullewijk

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam
Contactpersonen	Richard Ruijtenbeek
	Mimi Eelman

Opdrachtnemer	Greenvis B.V.
Auteurs	Sibren Lochs, Mark Wolf
Datum	13-11-2020
Gecontroleerd door	Arwen van der Gugten
Versie	Definitief

Contactgegevens

Contactpersoon	Mark Wolf
Email	mark.wolf@greenvis.nl
Telefoon	+31 6 15 88 64 80

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Gebied, scope en bepalingsmethode 6

2.1 Gebied 6

2.2 Scope EMG-berekening 7

LT-ruimteverwarming 7

ZLT-bronnet 7

MT-warmtenet 7

2.3 Bepalingsmethode 8

2.3.1 Algemeen 8

2.4 Warmtelevering 8

2.5 Distributienet – warmteverlies in het transport 8

2.6 Hulpenergie 9

2.6.1 Warmtepompen 9

2.6.2 Pompenergie 10

3 Energieprestatie 11

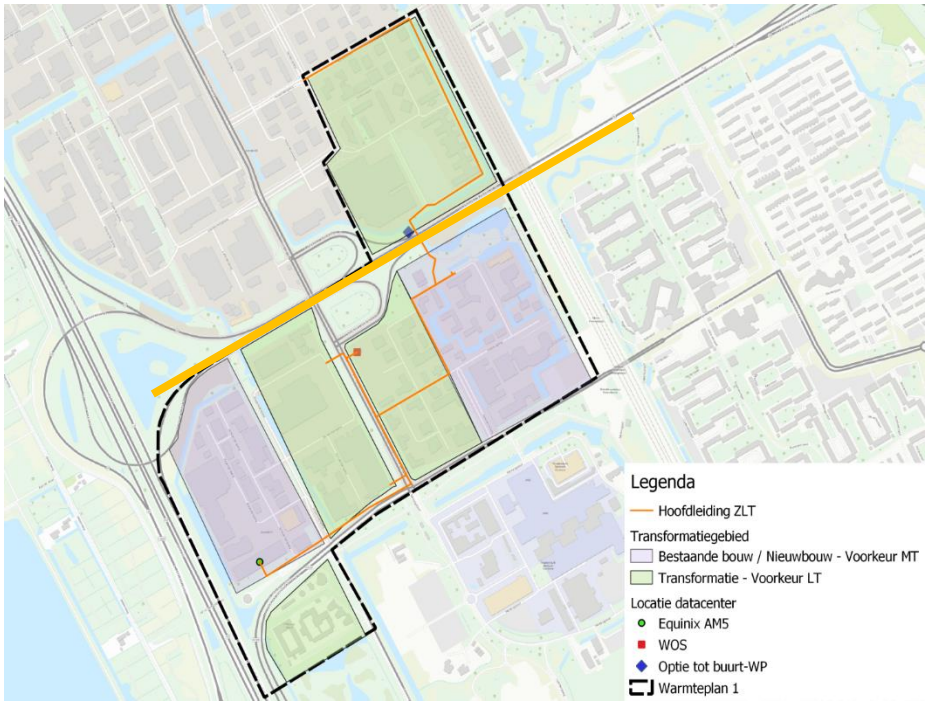
3.1 Bepalingswijze EOR 11

3.2 Conclusie en gevoeligheid 11

4 Referenties 13

1 Inleiding

De gemeente Amsterdam werkt aan het opstellen van een warmteplan voor het gebied Amstel III (Figuur 1). Amstel III is nu nog een gebied met vooral kantoren. Het gebied transformeert naar een stadswijk waarin zowel gewoond, gewerkt als gerecreëerd wordt. Er zijn meerdere datacenters van Equinix aanwezig in Amstel III, waaronder het datacenter AM5.



Figuur 1 – Afbakening warmteplan I (zwart witte stippellijn), met aanwezige datacenters in het gebied. Dit rapport gaat enkel over het voorkeursgebied LT.

Nieuwbouw moet aan strengere eisen met betrekking tot duurzaamheid voldoen. Hiervoor is het van belang dat de gemeente al in een vroeg stadium aangeeft aan wat voor duurzaamheidseisen de nieuwe warmtevoorziening moet voldoen. Nieuwbouw duurt gemiddeld 3 jaar en planvorming daaromtrent nog veel langer. In die tijd moet de gemeente bouwers/ontwikkelaars duidelijkheid geven over de warmtevoorziening zodat zij hun panden kunnen ontwerpen. Daarnaast is de energieprestatie van een systeem afhankelijk van de landelijke energiemix. De energiemix verandert over de komende jaren ook qua duurzaamheid omdat er bijv. meer windturbines en zonnestroom bijkomen.

De gemeente Amsterdam wil een warmteplan voor het gebied Amstel III opstellen. Het warmteplan is een beleidsinstrument waarmee de gemeente sturing kan geven aan het energiebeleid in het gebied. In het warmteplan wordt voor een bepaald gebied een warmtevoorziening met een milieuprestatie aangewezen. Alle nieuwbouwpanden worden aangesloten op een warmtenet of er moet worden aangetoond dat de panden een alternatief gebruiken dat minimaal even duurzaam is. Voor de scope van deze EMG-berekening is er een concept Warmteplan I gedefinieerd en zal in het volgende hoofdstuk nader worder toegelicht.

Methode - rekenwijze energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau

Met deze EMG-berekening zullen de resultaten worden uitgedrukt volgens de Nederlandse normen NVN7125, NEN7125/NTA8800. De resultaten zullen worden uitgedrukt in een Equivalent Opwekkingsrendement (EOR), een primaire energiefactor voor geleverde warmte (de fp;del) en een hernieuwbare energiefactor (fp;ren)

Voor de berekende scenario's in deze rapportage kan geen kwaliteitsverklaring afgegeven worden omdat er onvoldoende onderbouwing is (door bijvoorbeeld afgeleverde contracten) om de energieprestatie te garanderen.

2 Gebied, scope en bepalingsmethode

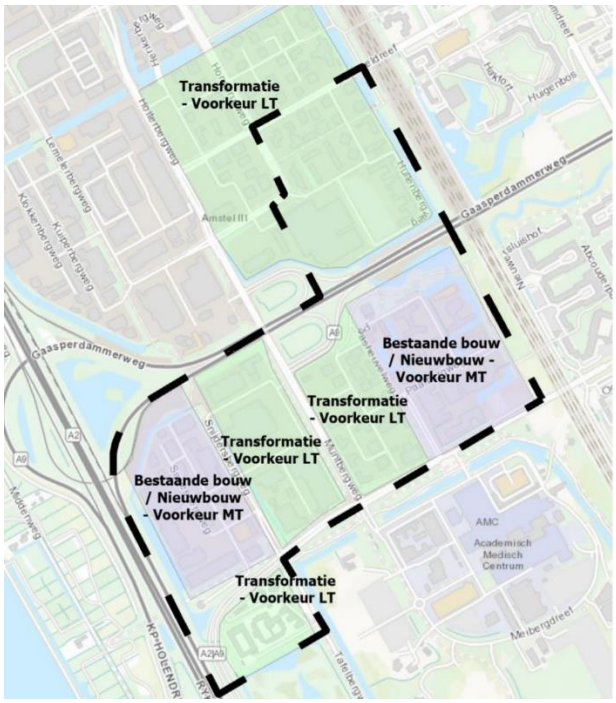
In dit hoofdstuk wordt de scope van de proefberekening besproken en ook de gebruikte bepalingsmethode.

2.1 Gebied

Amstel III transformeert de komende jaren van een kantoor gebied, waar alleen wordt gewerkt, naar een levendige stadswijk. Het gebied ligt rond de A9 (Gaasperdammerweg) tussen de A2 in het westen en het spoor in het oosten. De afbakening van Warmteplan 1 is te zien in Figuur 2. In het warmteplan is onderscheid gemaakt tussen drie verschillende energieconcepten om restwarmte uit datacenters te gebruiken:

1. Als bron voor een Midden temperatuur warmtenet (MT);
2. Als bron voor LT-ruimteverwarming
3. Als bron voor regenatarie van WKO-systemen

In lijn met gemeentelijk beleid 'Regie op warmte in gebiedsontwikkeling' wordt nieuwbouw zoveel mogelijk van laagtemperatuur warmte (LT) voorzien. Deze warmte wordt geleverd door een individuele energiecentrale gevoed door het datacenter, met tapwaterverwarming in de woningen óf collectieve WKO systemen met regeneratie van restwarmte uit een datacenter.



Figuur 2 - Kavels met beoogde warmtevoorziening MT of LT.

In het gebied worden naar verwachting 3.376 wooneenheden ontwikkeld en 87.232 m^2 bruto vloer oppervlakte (BVO) aan utiliteiten. Het uitgangspunt van de gemeente is dat elk gebouw aangesloten wordt op een collectief energiesysteem. De bestaande bouw krijgt bij voorkeur een midden temperatuur (MT) aansluiting, de transformatiebouw/nieuwbouw een LT-aansluiting. De MT-aansluitingen zijn geen onderdeel van de scope van deze berekening. Wel is rekening gehouden met de afname van ongeveer

1.500 woningequivalenten aan restwarmte voor het MT-net dat via een warmtepomp in de bestaande WOS-locatie opgehoogd wordt.

2.2 Scope EMG-berekening

De gemeente heeft de ambitie om restwarmte uit datacenters in te zetten voor een warmtevoorziening in de wijk. Het beoogde concept voor Amstel III maakt gebruik van restwarmte op een drietal verschillende manieren. De warmte kan worden ingezet als bron voor individuele (of semi-collectieve) energiecentrales, of voor de regeneratie van WKO-systemen. Een principeschema van de energieconcepten is te zien in Figuur 3, hieronder worden deze kort toegelicht. Vanuit het datacenter AM5 kan restwarmte geleverd worden van ca. 28 °C.

LT-ruimteverwarming

In dit concept wordt restwarmte uit het datacenter geleverd aan individuele energiecentrales waar vervolgens een warmtepomp (WP) voorziet in LT-ruimteverwarming. Warm tapwater wordt voorzien met WP-boilers die energie uit ventilatie- of buitenlucht gebruiken om tapwater op te warmen.

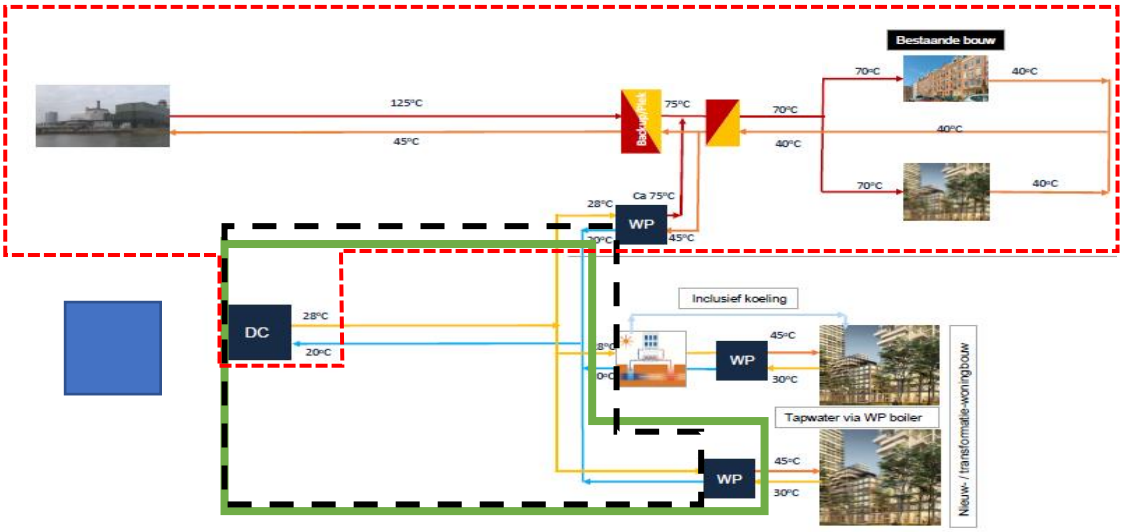
De plaatsing van de warmtepomp in dit syteem is belangrijk voor de energieprestatie. Over het algemeen geldt dat hoe dichter de warmtepomp bij de afnemers staat hoe gunstiger dit is voor de energieprestatie van het hele systeem. In de berekening is de warmtepomp geplaatst bij de afnemers.

ZLT-bronnet

In dit concept is geen sprake van direct geleverde warmte, maar worden individuele of collectieve WKO-systemen met restwarmte geregenereerd. Dit kan ook gebruikt worden als input voor extern geleverde warmte voor LT-concept (als bron voor de warmtepomp).

MT-warmtenet

In dit concept wordt restwarmte van het datacenter gebruikt als bron voor een warmtepomp die warmte levert aan het MT-net van Vattenfall.



Figuur 3 – Principeschema bronnet concept Amstel III. Met groen is de scope voor het LT-systeem weergegeven, in het zwart de scope voor het ZLT-net. In het rood het MT-concept (buiten scope deze berekening maar aangeleverd door Vattenfall)

2.3 Bepalingsmethode

2.3.1 Algemeen

De benodigde gegevens van het collectieve warmtesysteem voor de EMG-berekening zijn hieronder beschreven. Greenvis heeft gegevens van het warmtesysteem ontvangen maar deze waren niet volledig. Waar geen gegevens beschikbaar zijn heeft Greenvis gebruik gemaakt van forfaitaire waarden uit de NEN7125 en NTA8800, of zijn er aannames gedaan. Deze zijn hieronder nader toegelicht.

De berekening gaat uit van de eindsituatie waarin alle panden aangesloten zijn op het energiesysteem. Vervolgens zijn er meerdere scenario's doorgerekend om de bandbreedte van de energieprestatie te bepalen.

2.4 Warmtelevering

De levering van warmte wordt gedefinieerd als de warmtebehoefte voor LT-ruimteverwarming van de aangesloten woningen. De exacte onbalans voor (toekomstige) WKO-systemen was niet bekend tijdens het opstellen van dit rapport. Als aanname is gerekend met individuele WKO-systemen voor alle gebouwen en is de (warmte) onbalans bepaald als het verschil tussen het warmte- en koudegebruik uit de bodem.

Uitgangspunten voor de warmte-en koudevraag zijn opgesteld om de panden te voldoen aan de BENG 1-eis. Dit is afgestemd met IF-technology die in het projectgebied van Warmteplan 2 samen met Firan een collectief WKO-concept ontwikkelt. De uitgangspunten voor de warmtelevering voor de scope van deze berekening staan in Tabel 1

Tabel 1 - Uitgangspunten verbruiksgegevens gemiddelde energievraag transformatiepanden

Algemeen	**BENG-eis Amsterdam**	**Warmtevraag [kWh/m^2]**	**Koudevraag [kWh/m^2]**	**Tapwater[kWh/m^2]**
Grondgebonden en gestapelde woning tot 70 m	50	21	9	20
Kantoor	60	41	23	-
Gemiddelde van functies	60	43	9	-

2.5 Distributienet – warmteverlies in het transport

Om de warmte te transporteren is een warmtenet nodig. Dit wordt een twee-pijps staal-pur-pe systeem. Voor de warmteverliesberekening wordt eerst de warmtegeleidingscoefficient bepaald volgens de vergelijking 7.2.3 uit de NEN7125. In de onderstaande tabel zijn de leidinglengtes, diameters en typen leidingen weergegeven, volgens de opgave van gemeente Amsterdam.

In principe is gerekend met Staal-PUR-PE leidingen geisoleerd tot isolatieklasse 1. Als alternatief zijn ongeisoleerde HDPE leidingen doorgerekend.

Tabel 2 - Overzicht gegevens distributienet

Omschrijving	D_{nom} [mm]	L [m]	d_u [m]	$D_{u,1}$ [m]	H [m]	h_a [W/(m2.K)]	f_x [-]	Isolatiemat. [-]	$\lambda_{k,1}$ [W/(m.K)]	$\lambda_{k,2}$ [W/(m.K)]	λ_q [W/(m.K)]	$R_{HD;dis}$ [K.m/W]	$L/R_{HD;dis}$ [W/K]
Onder A9, warmtenet LT	50	40	0,058	0,125	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	4,7	8,59
Onder A9, warmtenet LT	63	880	0,071	0,136	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,9	223,62
Onder A9, warmtenet LT	90	480	0,100	0,180	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,5	136,09
Onder A9, warmtenet LT	110	320	0,120	0,198	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,1	103,65
Onder A9, warmtenet LT	125	300	0,136	0,225	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,1	97,56
Onder A9, warmtenet LT	160	480	0,172	0,252	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,4	199,84
Onder A9, warmtenet LT	225	200	0,241	0,360	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,5	81,28
Onder A9, warmtenet LT	250	3.380	0,268	0,400	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,5	1.379,19
Onder A9, warmtenet LT	110	1.240	0,120	0,198	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,1	401,64
Onder A9, warmtenet LT	160	1.876	0,172	0,252	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,4	781,04
Onder A9, warmtenet LT	250	1.136	0,268	0,400	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,5	463,54
Onder A9 onder AM5 , warmtenet LT	90	200	0,100	0,180	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,6	55,69
Onder A9 onder AM5 , warmtenet LT	110	356	0,120	0,198	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,1	115,31
Onder A9 onder AM5 , warmtenet LT	125	656	0,136	0,225	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,1	213,32
Onder A9 onder AM5 , warmtenet LT	160	600	0,172	0,252	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,4	249,80
Boven A9, warmtenet LT	110	1.056	0,120	0,198	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	3,1	342,04
Boven A9, warmtenet LT	225	2.172	0,241	0,360	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,5	882,65
Boven A9, warmtenet LT	250	5.000	0,268	0,400	1,000	8	1,05	PUR-PE	0,03	0,0	1,75	2,5	2.040,22

Vervolgens is het distributieverlies bepaald volgens vergelijking 7.2.2 van de NEN7125. Op basis van het huidige ontwerp AM5 (dd. 3-9-2020) is de temperatuur bij het datacenter 18 °C (retour) – 26 °C (aanvoer). Dit wordt de komende periode geoptimaliseerd naar 18 °C – 28 °C, waardoor de temperaturen van het ZLT-net voor aanvoer ongeveer 26 °C en een de retour van 18 °C zijn.

Voor AM9 (buiten scope huidige berekening) worden hogere watertemperaturen voorzien waardoor de temperatuur van het ZLT-net iets hoger wordt en de verliezen toe zullen nemen.

Tabel 3 Overzicht distributienetverliezen grondleidingen per maand in de eindsituatie (alles aangesloten). Ta staat voor de aanvoer temperatuur, Tr voor de retour temperatuur.

Staal-PUR-PE Isolatieklasse 1

	Maand	watertemperatuur Ta [°C]	watertemperatuur Tr [°C]	Grondleidingen uitbreiding Warmteverlies [MJ]
1	januari	26	18	404.001
2	februari	26	18	319.761
3	maart	26	18	316.537
4	april	26	18	255.943
5	mei	26	18	181.176
6	juni	26	18	120.918
7	juli	26	18	95.794
8	augustus	26	18	95.794
9	september	26	18	149.132
10	oktober	26	18	222.825
11	november	26	18	300.280
12	december	26	18	374.846
		Warmteverlies [MJ/a]		2.837.009
		Totaal warmteverlies [GJ/a]		2.837

HDPE, niet geisoleerd

	Maand	watertemperatuur Ta [°C]	watertemperatuur Tr [°C]	Grondleidingen uitbreiding Warmteverlies [MJ]
1	januari	26	18	2.565.591
2	februari	26	18	2.030.631
3	maart	26	18	2.010.154
4	april	26	18	1.625.358
5	mei	26	18	1.150.549
6	juni	26	18	767.886
7	juli	26	18	608.336
8	augustus	26	18	608.336
9	september	26	18	947.059
10	oktober	26	18	1.415.042
11	november	26	18	1.906.916
12	december	26	18	2.380.445
		Warmteverlies [MJ/a]		18.016.302
		Totaal warmteverlies [GJ/a]		18.016

2.6 Hulpenergie

Hulpenergie is de elektrische energie die nodig is voor de werking van het systeem en om levering van warmte mogelijk te maken. Binnen de scope van dit systeem wordt hulpenergie gebruik voor warmtepompen en distributiepompen.

2.6.1 Warmtepompen

De hulpenergie nodig voor de levering van LT-warmte is de elektrische energie die gebruikt wordt in de warmtepompen. Het elektriciteitsgebruik is afhankelijk van de temperaturen in het systeem en met welke

COP (Coefficient of performance) de warmtepompen operen. Deze kan beschreven worden op basis van de condensatie- en verdamingstemperatuur en met het rendement van de compressiepomp. Zie Tabel 4

Tabel 4 - Overzicht uitgangspunten COP

	COP MT	COP LT CV
Condensor uit	77 °C	47 °C
Verdamper uit	18 °C	18 °C
Rendement	55%	0,55
COP	3,2	6,0

2.6.2 Pompenergie

De NEN7125 geeft geen bepalingsmethode voor het pompenergiegebruik van LT-systemen. Daarom is overeenkomstig met de methode uit de NEN7125 het hulpenergiegebruik van het distributiesysteem bepaald door de verhouding tussen de geleverde warmte en een aangenomen efficientie van de circulatiepompen ($COP_{hd;aux;dis}$ = 150). Dit komt neer op een energiegebruik van 0.0067 $GJ_e/GJ_{th.}$

3 Energieprestatie

3.1 Bepalingswijze EOR

Voor de energieprestatie van het systeem voorgesteld in Warmteplan I is gebruik gemaakt van de methode zoals beschreven in NVN7125:2011, NEN7125:2017 (en NTA8800:2020). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5.

De energieprestatie voor de EPC wordt uitgedrukt met een Equivalent Opwekkingsrendement (EOR). Voor nieuwbouw zal deze indicator vanaf 1-1-2021 niet meer gebruikt worden. Vanaf de invoering van de NTA8800 (BENG) wordt de energieprestatie uitgedrukt in een Fp;del (1/EOR) en een Fp;ren. Doordat het rendement van het Nederlandse elektriciteitsnet toeneemt van 39% (in NVN7125) naar 69% (in NTA8800) verbeterd de energieprestatie aanzienlijk. Dit is terug te zien in het verschil tussen het EOR voor beide normen.

Tabel 5 - Resultaten en gevoeligheden energieprestatieberekening energieconcepten

		Restwarmte	**Distributie verlies**	**Levering warmte**	**η-distributie**	**Hulpenergie**	**EOR (NVN7125)**	**Fp;del (NTA8800)**	**Fp;ren (NTA8800)**	**EOR (NTA8800)**
		[GJ/jaar]	[GJ/jaar]	[GJ/jaar]	[-]	[GJ/jaar]	[-]	[-]	[-]	[-]
LT - Ruimteverwarming										
44%	Volloop scenario's	11.418	1.702	11.482	0,87	2.004	1,830	0,353	0,717	2,836
80%		19.994	2.411	20.779	0,90	3.447	1,920	0,337	0,720	2,970
84%		21.164	2.695	21.827	0,89	3.570	1,939	0,334	0,723	2,993
89%		22.298	2.695	23.167	0,90	3.750	1,958	0,331	0,724	3,022
100%		**24.833**	**2.837**	**25.996**	**0,90**	**4.165**	**1,978**	**0,328**	**0,724**	**3,050**
ZLT - bronnet										
45%	Volloop scenario's	17.161	1.958	15.203	0,89	358	5,778	0,147	0,874	6,804
80%		30.285	2.773	27.512	0,91	379	6,882	0,130	0,884	7,690
84%		31.999	3.099	28.899	0,90	320	7,191	0,127	0,887	7,888
89%		33.773	3.099	30.673	0,91	281	7,485	0,123	0,889	8,103
100%		**37.682**	**3.263**	**34.419**	**0,91**	**251**	**7,803**	**0,120**	**0,891**	**8,329**
Overige gevoeligheden										
HDPE leidingwerk (geen isolatie)	LT 100%	40.013	18.016	25.996	0,59	4.266	1,742	0,392	0,779	2,552
	ZLT 100%	55.138	20.719	34.419	0,62	368	5,332	0,176	0,891	5,692
Verhoogd warmteverlies (+25%)	LT 100%	25.542	3.546	25.996	0,88	4.113	1,987	0,328	0,730	3,052
	ZLT 100%	38.497	4.078	34.419	0,89	171	8,027	0,119	0,894	8,399
Verlaagd warmteverlies (-25%)	LT 100%	24.124	2.128	25.996	0,92	4.160	1,990	0,325	0,720	3,078
	ZLT 100%	36.866	2.447	34.419	0,93	246	7,975	0,117	0,891	8,513
Verlaging COP LT (-15%)	LT 100%	24.106	2.837	25.996	0,90	4.834	1,758	0,362	0,697	2,760
COP Bronnenboek (+10%)	LT 100%	25.119	2.837	25.996	0,90	3.825	2,113	0,310	0,737	3,226
Verlaag pompenergiegebruik (+100%)	LT 100%	24.833	2.837	25.996	0,90	4.082	2,010	0,323	0,727	3,094
	ZLT 100%	37.682	3.263	34.419	0,91	126	8,416	0,115	0,896	8,713
Verlaag pompenergiegebruik (+100%)	LT 100%	24.833	2.837	25.996	0,90	4.082	2,010	0,323	0,727	3,094
	ZLT 100%	37.682	3.263	34.419	0,91	126	8,416	0,115	0,896	8,713

3.2 Conclusie en gevoeligheid

De energieprestatie is afhankelijk van veel factoren. Met name de verhouding tussen het elektriciteitgebruik voor de warmtepompen en de distributiepompen is erg bepalend voor de energieprestaitie.

Afhankelijk van de uitwerking van het LT-systeem zal de energieprestatie in de NVN7125 (voor de EPC) een range hebben tussen de 1,7 – 2,10. Door het verbeterde rendement van het Nederlandse elektriciteitsnet zal dit vanaf volgend jaar verglijkbaar zijn met een EOR tussen de 2,5 – 3,0.

De energieprestatie van het ZLT syteem kent een grotere variatie (doordat de onzekerheden groter zijn. Dit komt met name omdat de afname voor regeneratie van WKO-systemen ten tijde van het schrijven van dit document onbekend is. Daarnaast is de invloed van elektriciteitsgebruik op de energieprestatie van het ZLT-systeem groter. Dit komt doordat de verhouding tussen geleverde energie en elektriciteitsgebruik kleiner is dan in vergelijking met het LT-concept.

4 Referenties

1. NVN7125, 'Energieprestatienorm voor Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG) 2011. https://www.nen.nl/nvn-7125-2011-nl-150608
2. NEN7125 'Energieprestatienorm voor Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG)' 2017. https://www.nen.nl/nen-7125-2017-nl-218993
3. NTA8800 "Bepalingsmethode energieprestatie van Bijna Energieneutrale Gebouwen, 2020. https://www.nen.nl/nta-8800-2020-nl-272896