

Notitie

Aan

dhr. J. van der Meer - MRA

Van

Arie Kalkman (TNO), Marijke Menkveld (ECN),

Onderwerp

Warmteladder voor MRA

Inleiding

In opdracht van metropoolregio Amsterdam (MRA) is door TNO en ECN een methode uitgewerkt voor een 'warmteladder'. Doel van de warmteladder is om de duurzaamheid van warmte zoals geleverd door middel van een warmtenet inzichtelijk te maken voor afnemers van warmte en producenten en leveranciers van warmte. De bedoelde duurzaamheid van warmte heeft hier alleen betrekking op de CO₂-emissie die toe te rekenen is aan de levering van die warmte, en niet op eventuele andere milieuaspecten.

Doel van de opgave is niet om een geheel nieuwe methode te ontwikkelen, maar om een begrijpelijke warmteladder samen te stellen van de in de metropoolregio potentieel aanwezige warmtebronnen op basis van gangbare duurzaamheidsmethodieken voor warmte, zoals de EMG (ontwerp NEN 7125 [1]) en de methodiek die momenteel in ontwikkeling is bij het ministerie van EZ voor het waarderen van de duurzaamheid van warmte binnen het kader van de Warmtewet.

Randvoorwaarden die door MRA aan de warmteladder zijn gesteld zijn:

- Een eenvoudige en begrijpelijke methode is belangrijker dan nauwkeurigheid op detailniveau.
- De methode moet waar mogelijk gebruik maken van uitgangspunten zoals vastgelegd in de ontwerp NEN 7125 en zoals binnenkort wordt opgenomen in de Warmtewet
- De warmteladder is er op gericht om de duurzaamheid van potentiële nieuwe bronnen inzichtelijk te maken, en is niet bedoeld ten behoeve van de waardering van bestaande warmtenetten. Als 'peildatum' van de uitgangspunten worden daarom zoveel mogelijk prognoses voor het jaar 2020 aangehouden.
- De warmtepropositie vanuit de MRA is levering vanuit een collectief warmtenet, waarbij een temperatuur van 70 °C wordt aangeleverd aan de aangesloten gebouwen. In het verlengde hiervan is als uitgangspunt genomen dat de warmte die wordt ingekoppeld in het warmtenet een temperatuurniveau van tenminste 90 °C moet hebben. De duurzaamheid van potentiële bronnen wordt dus afgewogen binnen deze warmtepropositie. Bronnen die hier niet goed inpassen of op dit temperatuurniveau niet goed scoren kunnen binnen de context van een andere warmtepropositie beter inpasbaar zijn en een andere waardering krijgen, en zijn daarom in de huidige warmteladder niet meegenomen.

Leeghwaterstraat 44
2628 CA Delft
Postbus 6012
2600 JA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 22 00

Datum

15 mei 2017

Onze referentie

0100305200

E-mail

arie.kalkman@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 663 099

Potentiële bronnen worden 'forfaitair' beschouwd, dat wil zeggen op basis van generieke uitgangspunten voor de techniek.

De warmteladder is dus niet bedoeld als vervanging voor de genormeerde methodes, maar als een snelle, vereenvoudigde methode om keuzes ten aanzien van warmtebronnen bespreekbaar te maken met stakeholders.

De uiteindelijke waardering van de duurzaamheid van te leveren warmte dient altijd te gebeuren op basis van de daarvoor aangewezen methode, zoals bijvoorbeeld de EMG of de Warmtewet.

Datum

15 mei 2017

Onze referentie

0100305200

Blad

2/8

Systeemgrenzen

Gezien de twee verschillende doelgroepen van de warmteladder: potentiële nieuwe warmteproducenten, (eigenaren van warmtebronnen) en potentiële nieuwe afnemers, zijn in opdracht van MRA twee verschillende systeemgrenzen beschouwd:

- het systeem op het niveau van de enkele aan te sluiten bron
- het systeem van het totale warmtenet, tot aan de levering bij de afnemer

Voor de individuele bronnen is de CO₂-emissie per geleverde GJ uit de bron bepaald, en weergegeven in de 'bronladder'. Voor het systeem van het warmtenet als geheel is de 'warmteladder op systeemniveau' vastgesteld. Deze ladder houdt aanvullend rekening met het feit dat de warmte nog moet worden getransporteerd door een distributienet en afgeleverd aan een eindgebruiker.

De relatie tussen beide is gegeven door de volgende vereenvoudigde formule:

CO₂-emissie systeem=

$$(A * CO_2 \text{ emissie warmtebron} + (1-A) * CO_2 \text{ emissie pieklastvoorziening}) / C$$

Hierin is A de fractie van de warmte die wordt geleverd door een warmtebron zoals geothermie, industriële restwarmte e.d. Wanneer er meerdere bronnen aanwezig zijn heeft elke bron zijn eigen fractionele bijdrage. Het resterende deel wordt geleverd door een pieklastvoorziening, die in de praktijk van de toepassing voor MRA een gasketel zal zijn. De factor C houdt rekening met het feit dat de warmte geleverd wordt door middel van een warmtenet met verliezen, pompenergie, afleversets e.d.

Algemene waarden voor A en C zijn respectievelijk 0,85 en 0,75 [2]. Voor een specifiek warmtenet kunnen deze waarden afwijken op basis van de eigenschappen van dat net. Het gebruik van A=0,85 voor geothermie is geldig bij inkoppeling van een geothermiebron in een bestaand net met meerdere bronnen zoals bij MRA het geval is. Wanneer een nieuw net zou worden aangelegd op basis van alleen geothermie plus een pieklastvoorziening zal het aandeel van de pieklastvoorziening groter zijn dan nu aangehouden. Voor deze situatie is een andere waarde van A van toepassing.

Beschouwde bronnen

Datum

15 mei 2017

Onze referentie

0100305200

Blad

3/8

1. Geothermische bronnen

Hierbij is het geleverde temperatuurniveau afhankelijk van de geologische eigenschappen van de regio en de diepte van het geothermische doublet. In Nederland zijn inmiddels een aantal geothermische bronnen gerealiseerd op dieptes van ca. 2-3 km. De brontemperaturen die tot dusver zijn gerealiseerd zijn niet voldoende om in te kunnen koppelen in het bestaande net in de MRA, en dit type geothermische bron wordt daarom niet in de warmteladder opgenomen. Wel wordt genoemd een geothermische bron met een diepte van meer dan ca. 4 km (Ultra Diepe Geothermie, UDG), omdat het temperatuurniveau van deze bron wel geschikt zou kunnen zijn voor deze toepassing. Dit type bron is in Nederland nog niet eerder toegepast. Voor geothermische bronnen is de forfaitaire COP=20 op basis van NEN 7125 toegepast. Hierbij wordt opgemerkt dat deze waarde onder Nederlandse geologische condities als redelijkerwijs haalbaar beschouwd wordt op basis van praktijkwaarden van bestaande, ondiepere geothermie bronnen in Nederland. Het is niet bekend of deze waarde ook realistisch is voor UDG bronnen.

2. Warmte-krachtcentrales (WKC)

Onder de definitie van WKC's vallen de (meestal grotere) elektriciteitscentrales met de mogelijkheid tot warmteutkoppeling uit de turbine. Een andere naam voor deze centrales is 'aftapcentrale'. Dit aftappen van warmte leidt tot zgn. elektraderiving, dat wil zeggen dat het elektrische rendement iets vermindert door de warmteutkoppeling. WKC's kunnen worden bedreven met als bron aardgas, olie, kolen of afval. In het geval van forfaitaire waardering is een elektraderiving van 0,18 GJ_e per GJ_{th} conform ontw. NEN 7125 toegepast.

Ten aanzien van de bepaling van de bijbehorende CO₂-emissie is een methode toegepast die is beschreven in een adviesrapport van Harmelink Consulting in opdracht van EZ [3]:

*specifieke CO₂-emissie (kg/GJ_{th}) = derving (GJ_e/GJ_{th}) * landelijke netfactor (GJ_p/GJ_e) * CO₂ emissie factor brandstof (kg/GJ_p)*

Hierbij wordt dus enerzijds de derving toegeschreven aan de integrale elektramix van het landelijke net, anderzijds wordt de emissie toegerekend aan de brandstof van de WKC waaruit de warmte wordt betrokken.

Deze methode heeft op dit moment de status van een ambtelijk voorstel, en is nog niet definitief vastgesteld.

3. Biomassa eenheden. Dit kunnen zowel biomassaketels, WKC's en WKK's op biomassa als andere typen opwekkers zijn. (Een WKK betreft in dit kader een motorgedreven eenheid met een vaste verhouding tussen geproduceerde warmte en elektriciteit, zonder derving.). Voor biomassa is conform de ontw. NEN 7125 een emissie van 0 aangehouden. In overleg met de stakeholders is voor de MRA als uitgangspunt genomen dat deze optie alleen wordt beschouwd wanneer de biomassa afkomstig is uit de regio. Met dit uitgangspunt is beoogd dat emissies als gevolg van transport over grote afstanden vermeden worden. Omdat deze ketenemissies binnen de EMG niet worden meegenomen is het begrip regio niet verder gespecificeerd. De biomassa moet daarnaast voldoen aan de eisen uit ontw. NEN 7125.

Datum
15 mei 2017

Onze referentie
0100305200

Blad
4/8

4. Industriële restwarmte van Tata steel.

Door Tata steel is informatie verstrekt van een aantal mogelijke opties op het terrein van Tata om warmte te leveren [4,5]. Van deze bronnen is telkens nagegaan in welke mate de bron voldoet aan de definitie van 'industriële restwarmte'. De definitie is dat eventuele CO₂-emissie al is toegerekend aan het industriële proces, dat de geleverde warmte anders afgeblazen zou worden, en dat de geleverde warmte geen nieuwe CO₂-emissie tot gevolg heeft. Voor bronnen die hieraan voldoen is conform ontw. NEN 7125 een COP van 10 gehanteerd. Deze COP is bedoeld om de benodigde hulpenergie in rekening te brengen. De onderzochte bronnen zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tata steel kenmerk	Temperatuur warmte	Type warmte	Beschikbaar vermogen (MW)	Voldoet aan criterium restwarmte?
Hoo WVh-6	275	rookgas	6,04	Ja
KF#2	245	rookgas	1,77	Ja
HSM#2 WHR	225	stoom 3,5 Bar uit rookgas	15,26	Ja

Tabel 1: Onderzochte restwarmtebronnen Tata steel

5. Overige bronnen

Deze notitie richt zich op de beschikbare warmtebronnen in de regio, en beoogt niet een uitputtend overzicht te geven van alle denkbare bronnen. Besproken in de stakeholdermeetings zijn verder nog zonnewarmte en elektrische verwarming. Het zonne-eiland Almere levert op dit moment een zeer kleine bijdrage aan de totale warmtelevering van het betreffende warmtenet. Deze warmtelevering is lastig opschaalbaar omdat levering in de zomer plaats heeft. Als zelfstandige bron is deze daarom buiten beschouwing gelaten. Elektrische verwarming tijdens piekaanbod van bijvoorbeeld windstroom levert eveneens een zeer kleine bijdrage, en de waardering hiervan valt buiten de scope van deze notitie.

6. Referentie individuele ketel.

Voor de CO₂-emissie van een individuele ketel is een rendement van 81% genomen (bestaande voorraad, gemiddelde van ruimteverwarming en warmtapwater). Met een emissie van 0,506 kg/MJ (op bovenwaarde) [1] levert dit een CO₂-emissie van 61 kg per GJ als referentiewaarde.

CO₂-emissie van brandstoffen

Voor de CO₂-emissie van brandstoffen (van belang voor WKC-centrales) zijn de waarden uit [6] gebruikt:

Primaire brandstof	CO ₂ -emissie (kg/GJ)
Aardgas	56,5
Kolen	94
Afval	38

Tabel 2: CO₂-emissie per brandstof (o.w.)

De waarde voor afval is bepaald op basis van Tabel 7.3 uit genoemd RIVM-rapport, en is inclusief 54 energieprocent biogene fractie in het afval die als CO₂-emissie-vrij wordt beschouwd.

Datum
15 mei 2017

Onze referentie
0100305200

Blad
5/8

Overige berekeningsuitgangspunten

Behalve de bovengenoemde specifieke uitgangspunten per warmtebron zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Landelijke netfactor in GJ_{prim}/GJ_{el} : 1,67. Dit is een prognose voor 2020 op basis van de integrale methode. [7].
- Emissie van elektriciteit betrokken uit het landelijke net in 2020: 0,43 kg/kWh. [7]
- voor het rendement van een hulpketel is 82% (op b.w.) aangehouden.

Berekeningsresultaten

Op basis van bovenstaande uitgangspunten zijn de CO₂-emissies berekend voor een aantal voor MRA relevante restwarmtebronnen. De resultaten zijn opgenomen in Tabel 2, waarbij zowel de emissie op bronniveau (kolom 2) als op systeemniveau (kolom 3) is opgenomen. De emissie op systeemniveau kan worden vergeleken met de referentie van een individuele gasketel in een woning (emissie ca. 61 kg/GJ). De onnauwkeurigheid van deze met een vereenvoudigde methode bepaalde getallen bedraagt ca. 10%.

Type warmtebron	CO ₂ -emissie warmtebron [kg/GJ]	CO ₂ -emissie warmtelevering [kg/GJ]
Hoogwaardige warmte		
Biomassatoepassing	0,0	13
Geothermiebron > 4 km	6,0	20
Afvalcentrale	11,4	25,7
Restwarmte Tata steel	11,9	26,4
WKC op aardgas	17	32
WKC op kolen	28	45
Hulpketel op aardgas	61	81

Tabel 2: Berekeningsresultaten voor de warmteladder voor MRA

Voorstel voor presentatie

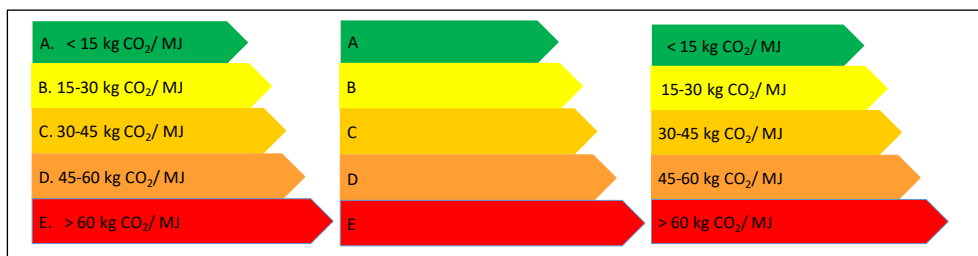
Doelstelling van de warmteladder is om de duurzaamheid van warmte te presenteren op een wijze die voor de consument begrijpelijk is. Hiervoor kan het beste worden aangesloten bij een voor de consument herkenbaar 'energielabel', waarbij de kleurverloop van groen (meest duurzaam) naar rood (minst duurzaam). De grens voor de overgang van oranje naar rood wordt dan gelegd bij de referentie van een individuele ketel (ca. 61 kg/GJ), waarbij de bovenliggende vier kleuren een bandbreedte van 15 kg/GJ krijgen.

Hierbij kan worden overwogen om de getalswaarden van de CO₂-emissie wel of niet, en een Label klasse A t/m E wel of niet op het label op te nemen. Mogelijke grafische weergaven zijn gegeven in Figuur 1, een voorbeeldresultaat voor de warmteladder op systeemniveau in Figuur 2 en op bronniveau in Figuur 3 en 4.

Datum
15 mei 2017

Onze referentie
0100305200

Blad
6/8



Figuur 1: Mogelijke grafische uitvoeringsvormen van de warmteladder.



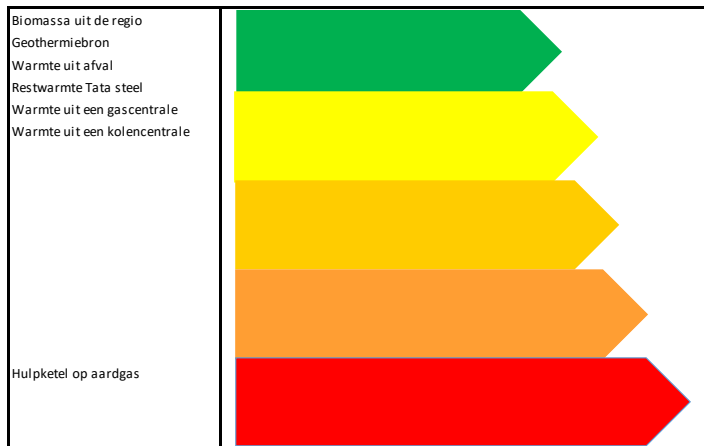
Figuur 2: Warmteladder voor MRA op systeemniveau

In het voorbeeld van Figuur 2 zijn alle bronnen op één label weergegeven, om zo een 'warmteladder' te krijgen. Andere weergaveopties zijn mogelijk, waarbij energielabels voor witgoed, woningen en warmtepompen enz. als voorbeeld kunnen dienen.

Datum
15 mei 2017

Onze referentie
0100305200

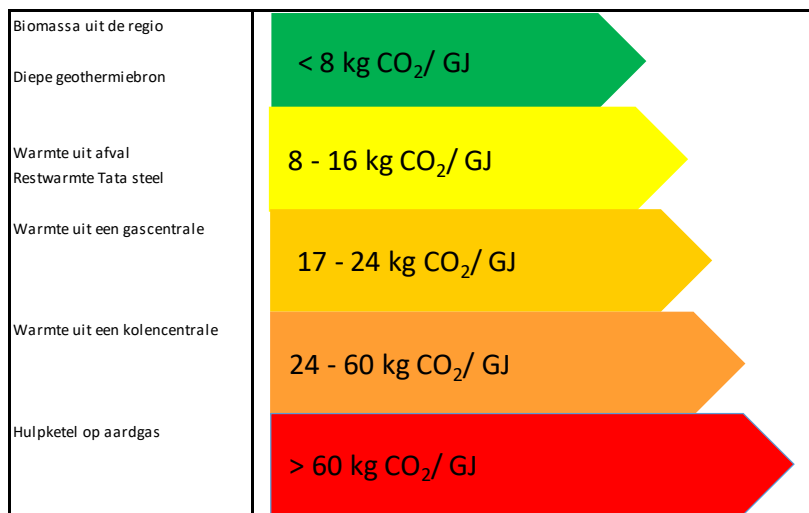
Blad
7/8



Figuur 3: Warmteladder voor MRA op bronniveau, lineaire weergave

In Figuur 3 is de bronladder weergegeven. Omdat bij een lineaire weergave van de bronnen op de warmteladder de verdeling van de bronnen over de ladder onevenredig is, kan worden overwogen om deze om reden van presentatie op een andere wijze weer te geven. Een mogelijk alternatief (bij kleuren patroon: 0-8 groen, 8-16 geel, 17- 24 licht oranje, 24- 60 donker oranje) is gegeven in Figuur 4.

Bij een niet-lineaire weergave is het altijd nodig om de labelgrenzen in het label te noemen om voldoende transparantie te geven.



Figuur 4: Warmteladder voor MRA op bronniveau, alternatieve weergave

Datum
15 mei 2017

Onze referentie
0100305200

Blad
8/8

Bronvermelding

- [1] Ontwerp NEN 7125, NEN, Delft, 2016.
- [2] Binnen het kader van deze opgave zijn bekende gegevens van drie grote warmtenetten gebruikt en gemiddeld.
- [3] Harmelink Consulting, Duurzaamheid van warmtelevering, Voorstel voor inhoud van de rapportageverplichting onder de Warmtewet, 16 maart 2017.
- [4] Info Tata steel per e-mail van dhr. G. Jägers d.d. 26-1-2017.
- [5] Info Tata steel per e-mail van dhr. F. Bol d.d. 14-3-2017.
- [6] Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2014, National Inventory Report 2016, RIVM.
- [7] CO₂-emissies en primair fossiel energiegebruik van elektriciteit in Nederland – aanvulling 2020, 2025 en 2030, J. Gerdes, ECN-N--13-017, 19 april 2013.