

NOTITIE

PROJECT Gelijkwaardigheidsberekening warmtenet Delft

ONDERWERP Bepalingsmethode

DATUM 20 april 2006

STATUS

Definitief

1	Inleiding.....	2
2	Uitgangspunten	2
3	Bepalingsmethode.....	2
3.1	Principe	2
3.2	Equivalent opwekkingsrendement Delftse warmtenet	3
3.3	Netto warmtelevering	3
3.4	Primair energiegebruik centrale warmteopwekking	4
3.4.1	Het equivalente opwekkingsrendement van de combinatie elektrische warmtepomp en gasmotor-WKK.....	5
3.4.2	Het equivalente opwekkingsrendement van de piekkel.....	5
	Het equivalente opwekkingsrendement van de WKK in het TU-gebied.....	6
3.5	Warmteverlies transport- en distributieleidingen	6
3.5.1	Warmtedoorgangscoefficiënt van transport- en distributieleidingen	7
3.6	Pompenenergie	8
3.6.1	Primair energiegebruik transport- en distributiepompen.....	8
3.6.2	Warmteproductie transport- en distributiepompen	9
4	Gelijkwaardigheidsberekening Delftse warmtenet	9
4.1	Equivalent opwekkingsrendement van het Delftse warmtenet	9
5	Literatuur	11

1 Inleiding

Deze notitie beschrijft de bepaling van het equivalente opwekkingsrendement voor verwarming en de bereiding van warm tapwater voor het Delftse warmtenet. Voor de Delftse situatie **kan** dit equivalente opwekkingsrendement worden gebruikt in plaats van de equivalente rendementen, genoemd in tabel 44 (NEN 5128:2004) en tabel 38 (NEN 2916:2004). Het betreft specifiek het volgende.

- 1 Het equivalente opwekkingsrendement voor verwarming bij externe warmtelevering ($\eta_{\text{equiv;verw;wd}}$), zoals bedoeld in NEN 5128:2004, tabel 18 en NEN 2916:2004, tabel 20.
- 2 Het equivalente opwekkingsrendement voor warm tapwater bij externe warmtelevering ($\eta_{\text{equiv;tap;wd}}$), zoals bedoeld in NEN 5128:2004, tabel 29 en NEN 2916:2004 tabel 36.

Omdat in Delft is gekozen voor een distributienet waarmee zowel warmte voor verwarming als voor de bereiding van warm tapwater wordt getransporteerd, kan met betrekking tot het equivalente opwekkingsrendement geen onderscheid worden gemaakt tussen verwarming en de bereiding van warm tapwater. Voor het Delftse warmtenet geldt dus één equivalent opwekkingsrendement voor beide toepassingen.

2 Uitgangspunten

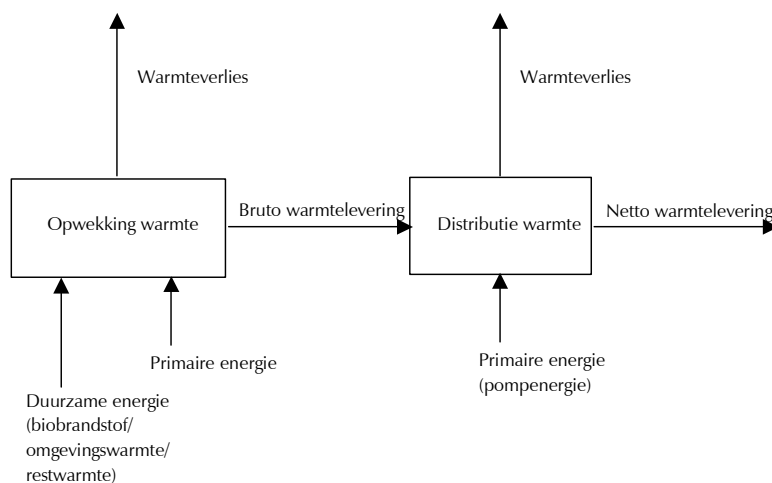
Voor het opstellen van deze bepalingsmethode zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Warmte voor verwarming en de bereiding van warm tapwater wordt geleverd met dezelfde distributieleidingen.

3 Bepalingsmethode

3.1 Principe

Het equivalente opwekkingsrendement van het Delftse warmtenet is gedefinieerd als de hoeveelheid geleverde warmte aan de aangesloten woningen en gebouwen gedeeld door het primaire energiegebruik ten behoeve van de opwekking en distributie van deze warmte. In figuur 3.1 staat een overzicht van de energiestromen die het equivalente opwekkingsrendement van het Delftse warmtenet bepalen.



figuur 3.1 *Energiestromen Delftse warmtenet*

3.2 Equivalent opwekkingsrendement Delftse warmtenet

Het equivalente opwekkingsrendement voor zowel verwarming als voor de bereiding van warm tapwater wordt bepaald door:

$$\eta_{\text{equiv;verw;wd}}; \eta_{\text{equiv;tap;wd}} = \frac{Q_{\text{netto;warmte}}}{Q_{\text{primair;opwekking}} + Q_{\text{primair;pomp}}}$$

waarin:

$\eta_{\text{equiv;verw;wd}}$ = het equivalente opwekkingsrendement voor verwarming;

$\eta_{\text{equiv;tap;wd}}$ = het equivalente opwekkingsrendement voor warm tapwater;

$Q_{\text{netto;warmte}}$ = netto warmtelevering aan aangesloten gebouwen en woningen in GJ/jaar (volgens 3.3);

$Q_{\text{primair;opwekking}}$ = primair energiegebruik ten behoeve van centrale warmteopwekking in GJ/jaar (volgens 3.4);

$Q_{\text{primair;pomp}}$ = primair energiegebruik ten behoeve van pompen in het distributienet in GJ/jaar (volgens 3.6.1).

3.3 Netto warmtelevering

De netto warmtelevering is gelijk aan de gezamenlijke warmtevraag van de gebouwen en woningen die zijn aangesloten op het warmtenet. Op basis van de studie van Host [1] is dit:

$$Q_{\text{netto;warmte}} = 286.180 \text{ GJ per jaar.}$$

3.4 Primair energiegebruik centrale warmteopwekking

De centrale warmteopwekking bestaat uit een elektrische warmtepomp, gasmotor-WKK en piekkel. De elektriciteit die de gasmotor-WKK opwekt, wordt gebruikt voor aandrijving van de elektrische warmtepomp. Deze apparaten moeten dus gelijktijdig draaien en leveren gelijktijdig warmte. De piekkel wordt ingezet om pieken in de warmtevraag op te vangen.

De mogelijkheid bestaat dat een bestaande warmtekrachtinstallatie in het TU-gebied als tweede warmteleverancier op het warmtenet wordt aangesloten. In dat geval wordt deze installatie ook tot de centrale warmteopwekking gerekend.

Het primaire energiegebruik voor de centrale warmteopwekking wordt als volgt bepaald.

$$Q_{\text{primair;opwekking}} = \left(\frac{f_{\text{wp / wkk}}}{\eta_{\text{equiv;wp / wkk}}} + \frac{f_{\text{piekkel}}}{\eta_{\text{equiv;piekkel}}} + \frac{f_{\text{wkk;TU-gebied}}}{\eta_{\text{equiv;wkk;TU-gebied}}} \right) * Q_{\text{bruto;warmte}}$$

waarin:

$$Q_{\text{bruto;warmte}} = Q_{\text{netto;warmte}} + Q_{\text{verlies;leidingen}} - Q_{\text{productie;pompen}}$$

en waarin:

$f_{\text{wp/wkk}}$ = het aandeel in de warmtelevering van de combinatie elektrische warmtepomp en gasmotor-WKK. Het aandeel in de warmtelevering dient minimaal 0,8 te zijn. Dit is een randvoorwaarde in verband met subsidie uit het SESAC programma.

$\eta_{\text{equiv;wp/wkk}}$ = het equivalente opwekkingsrendement van de combinatie elektrische warmtepomp en gasmotor-WKK (volgens 3.4.1).

f_{piekkel} = het aandeel in de warmtelevering van de piekkel. Het aandeel in de warmtelevering mag maximaal 0,2 te zijn. Dit is een randvoorwaarde in verband met subsidie uit het SESAC programma.

$\eta_{\text{equiv;piekkel}}$ = het equivalente opwekkingsrendement van de piekkel (volgens 3.4.2).

$f_{\text{wkk;TU-gebied}}$ = het aandeel in de warmtelevering van de WKK in het TU-gebied. Voorlopig is de bijdrage van deze WKK 0%.

$\eta_{\text{equiv;wkk;TU-gebied}}$ = het equivalente opwekkingsrendement van de WKK in het TU-gebied (volgens 3.4.3).

$Q_{\text{bruto;warmte}}$ = warmtelevering door centrale warmteopwekkingsinstallatie in GJ/jaar.

$Q_{\text{verlies;leidingen}}$ = warmteverlies in transport- en distributieleidingen in GJ/jaar (volgens 3.5).

$Q_{\text{productie;pompen}}$ = warmteproductie door transport- en distributiepompen in GJ/jaar (volgens 3.6.2).

3.4.1 Het equivalente opwekkingsrendement van de combinatie elektrische warmtepomp en gasmotor-WKK

Het equivalente opwekkingsrendement van de combinatie elektrische warmtepomp en gasmotor-WKK wordt als volgt bepaald.

$$\eta_{equiv;wp / wkk} = COP_{wp} * \eta_{opw;wkk;el} + \eta_{opw;wkk;th}$$

waarin:

COP_{wp} = 'Coefficient of performance' van de warmtepomp (volgens tabel 3.1).

$\eta_{opw;wkk;el}$ = elektrisch opwekkingsrendement gasmotor-WKK. Een normale waarde voor een gasmotor-WKK van dit vermogen is 0,35.

$\eta_{opw;wkk;th}$ = thermisch opwekkingsrendement gasmotor-WKK. Een normale waarde voor een gasmotor-WKK van dit vermogen is 0,50.

tabel 3.1 COP warmtepomp MT-sv in combinatie met gasmotor

Temperatuur LT-warmtebron	12°C (AWZI)	30°C (DSM)
COP	3,5	5,2

bron: benutten industriële restwarmte voor verwarming van woningen en een ziekenhuis, Gemeente Delft; Host engineers in energy; Hengelo; 23 september 2005 [1]

3.4.2 Het equivalente opwekkingsrendement van de piekketel

Het equivalente opwekkingsrendement van de piekketel wordt als volgt bepaald.

$$\eta_{equiv;piekketel} = \frac{1}{\frac{f_{ketel;gas}}{\eta_{opw;ketel;gas}} + \frac{f_{ketel;bio}}{\eta_{opw;bio / fossiel}}}$$

waarin:

$f_{ketel;gas}$ = aandeel in warmtelevering door piekketel met een gasgestookt toestel.

$\eta_{opw;ketel;gas}$ = opwekkingsrendement gasgestookt toestel volgens tabel 18 (NEN 5128:2004) of tabel 20 (NEN 2916:2004). Er is gekozen voor 0,925 (HR 107).

$f_{ketel;bio}$ = aandeel in warmtelevering door piekketel met een toestel dat wordt gestookt op een biobrandstof.

$\eta_{opw;bio/fossiel}$ = opwekkingsrendement toestel dat wordt gestookt op een biobrandstof omgerekend naar fossiele brandstof. Bij 100% biobrandstof zou het rendement in theorie oneindig hoog zijn. Omdat bij de productie en het transport nog wel gebruik wordt gemaakt van fossiele brandstof is de ketel op biobrandstof niet helemaal CO₂-neutraal. Aangenomen wordt dat de door de bioketel geproduceerde warmte voor 80% CO₂ neutraal is. Dit betekent dat met een equivalent opwekkingsrendement moet worden gerekend van 5.

Het equivalente opwekkingsrendement van de WKK in het TU-gebied

Het equivalente opwekkingsrendement van de WKK in het TU-gebied wordt als volgt bepaald.

$$\eta_{equiv;wkk;TU-gebied} = \frac{\eta_{opw;wkk-TU;th}}{1 - \frac{\eta_{opw;wkk-TU;el}}{\eta_{el;marg}}}$$

waarin:

- $\eta_{opw;wkk-TU;th}$ = thermisch opwekkingsrendement van de WKK in het TU-gebied (is vooralsnog niet relevant omdat de bijdrage voorlopig 0% is).
- $\eta_{opw;wkk-TU;el}$ = Elektrisch opwekkingsrendement van de WKK in het TU-gebied (is vooralsnog niet relevant omdat de bijdrage voorlopig 0% is).
- $\eta_{el;marg}$ = marginale rendement elektriciteitsvoorziening volgens NEN 5128:2004 en NEN 2916:2004 (rekenwaarde is 0,50 op bovenwaarde).

3.5 Warmteverlies transport- en distributieleidingen

Het warmteverlies in de transport- en distributieleidingen wordt voor het Delftse net als volgt bepaald.

$$Q_{verlies;leidingen} = 31,536 * U_{leidingen} * \left(\frac{T_{aanv;leidingen} + T_{ret;leidingen}}{2} - T_{omgeving} \right)$$

waarin:

- $U_{leidingen}$ = warmtedoorgangscoefficiënt tussen warmtemedium en omgeving van alle transport- en distributieleidingen, inclusief appendages tussen warmteopwekking en de afleverpunten in kW/K (volgens 3.5.1).
- $T_{aanv;leidingen}$ = de gemiddelde temperatuur in de aanvoerleidingen van het transport- en distributienet in °C. Op basis van studie van Host [1] is dit 70°C.
- $T_{ret;leidingen}$ = de gemiddelde temperatuur in de retourleidingen van het transport- en distributienet in °C. Op basis van studie van Host [1] is dit 40°C.
- $T_{omgeving}$ = de gemiddelde temperatuur van de omgeving rond de in de transport- en distributieleidingen in °C. Hiervoor wordt een waarde van 12°C aangehouden.

3.5.1 Warmtedoorgangscoefficiënt van transport- en distributieleidingen

Het warmtedoorgangscoefficiënt van de transport- en distributieleidingen wordt als volgt bepaald.

$$U_{leidingen} = U_{transport;i} * l_{tracé;transport} + U_{distributie;won;i} * l_{tracé;distributie;won} + U_{distributie;utl;i} * l_{tracé;distributie;utl}$$

waarin:

$$l_{tracé;distributie;won} = N_{won;ind} * l_{tracé;won;gem}$$

en waarin:

$$l_{tracé;distributie;utl} = N_{utl;coll} * l_{tracé;utl;gem}$$

en waarin:

$U_{transport;i}$ = specifieke warmtedoorgangscoefficiënt tussen warmtemedium en omgeving van transportleidingen, inclusief appendages per meter tracé in [kW/K/m]. Uit onderzoek naar bestaande warmtedistributienetten ([2] en [3]) blijkt de waarde voor transportleidingen te liggen tussen $0,65 * 10^{-3}$ en $1,05 * 10^{-3}$ kW/K/m. De bestaande netten verschillen sterk in leeftijd en voor wat betreft de toegepaste isolatie. Voor een nieuw transportnet mag worden aangenomen dat wordt gekozen voor hoogwaardige isolatie, zodat voor de Delftse situatie wordt gekozen voor de minimale warmtedoorgangscoefficiënt: $0,65 * 10^{-3}$ kW/K/m.

$U_{distributie;utl;i}$ = specifieke warmtedoorgangscoefficiënt tussen warmtemedium en omgeving van distributieleidingen, inclusief appendages per meter tracé in [kW/K/m]. Het betreft hier distributieleidingen ten behoeve van utiliteitsgebouwen en collectieve aansluitingen van woongebouwen. Deze leidingen hebben relatief grote diameters, zodat hier wordt gekozen voor dezelfde warmtedoorgangscoefficiënt als die van de transportleidingen: $0,65 * 10^{-3}$ kW/K/m.

$U_{distributie;won;i}$ = specifieke warmtedoorgangscoefficiënt tussen warmtemedium en omgeving van distributieleidingen, inclusief appendages per meter tracé in [kW/K/m]. Het betreft hier distributieleidingen ten behoeve van individuele woningaansluitingen. Uit onderzoek naar bestaande warmtedistributienetten ([2] en [3]) blijkt de waarde voor distributieleidingen te liggen tussen $0,30 * 10^{-3}$ en $0,65 * 10^{-3}$ kW/K/m. De bestaande netten verschillen sterk in leeftijd en voor wat betreft toegepaste isolatie. Voor een nieuw transportnet mag worden aangenomen dat wordt gekozen voor hoogwaardige isolatie zodat voor de Delftse situatie wordt gekozen voor de minimale warmtedoorgangscoefficiënt: $0,30 * 10^{-3}$ kW/K/m.

$l_{tracé;transport}$ = tracélengte transportleidingen in [m]. Op basis van studie van Host [1] is dit 5.800 m.

$l_{tracé;distributie;won}$ = tracélengte distributieleidingen in [m].

- $l_{\text{tracé;won;gem}}$ = gemiddelde tracélengte van distributieleidingen per woningaansluiting in warmtedistributienetten in Nederland [m/aansluiting]. Uit onderzoek naar bestaande warmtedistributienetten [2] en [3] kan worden afgeleid dat de gemiddelde distributieafstand per woningaansluiting tien meter bedraagt voor een distributienet.
- $l_{\text{tracé;utl;gem}}$ = gemiddelde tracélengte van distributieleidingen per utiliteit of collectieve aansluiting in warmtedistributienetten in Nederland [m/aansluiting]. Deze afstand kan sterk verschillen. Op basis van onderzoek naar bestaande warmtedistributienetten [2] en [3] kan worden afgeleid dat de gemiddelde distributieafstand per utiliteit of collectieve aansluiting vijftig meter bedraagt voor een distributienet.
- $N_{\text{won;ind}}$ = het aantal individuele woning met een aansluiting op het warmtedistributienet. Op basis van studie van Host [1] zijn dit $1.200 + 8.053 = 9.253$ woningen.
- $N_{\text{utl;coll}}$ = het aantal utiliteitsgebouwen en woongebouwen met een collectieve aansluiting op het warmtedistributienet. Op basis van studie van Host [1] is sprake van 153.500 m^2 utiliteitsbouw. Met de aanname dat gemiddeld één aansluiting wordt gevraagd per 5.000 m^2 wordt het aantal aansluitingen 31.

3.6 Pompenergie

3.6.1 Primair energiegebruik transport- en distributiepompen

Pompenergie ten behoeve van de transport- en distributiepompen wordt als volgt bepaald.

$$Q_{\text{primair;pomp}} = \frac{4,18 * \left(\frac{Q_{\text{netto;warmte}}}{T_{\text{aanv;leidingen}} - T_{\text{ret;leidingen}}} \right) * (\Delta P_{\text{transport}} + \Delta P_{\text{distributie}}) * 10^{-3}}{\eta_{\text{el}}}$$

waarin:

$$\Delta P_{\text{transport}} = l_{\text{tracé;transport}} * \Delta P_{\text{transport;i}}$$

en waarin:

$\Delta P_{\text{distributie}}$ = pompdruk in distributienet in [kPa]. Hiervoor kan een richtwaarde worden aangehouden van 150 kPa.

$\Delta P_{\text{transport;i}}$ = specifiek drukverlies in transportleidingen per meter tracé in [kPa]. Hiervoor kan een richtwaarde worden aangehouden van 0,2 kPa per meter tracé.

η_{el} = rendement van de elektriciteitsvoorziening voor het landelijke openbare opwekkingspark op bovenwaarde, rekening houdend met netverliezen. Dit is 0,39 volgens NEN 5128 en NEN 2916.

3.6.2 Warmteproductie transport- en distributiepompen

De warmteproductie van de pompen die ten goede komt aan de warmtelevering wordt als volgt bepaald.

$$Q_{productie; pompen} = Q_{primair; pomp} * \eta_{el}$$

4 Gelijkwaardigheidsberekening Delftse warmtenet

In dit hoofdstuk wordt het equivalente opwekkingsrendement van het Delftse warmtenet in vier situaties bepaald. Het is op dit moment nog niet duidelijk welke industriële restwarmtebron wordt gekozen: DSM of de AWZI-Harnaschpolder. Daarnaast kan de piekketel worden gestookt met aardgas of met een biobrandstof. Dit levert in totaal vier varianten op.

Variant 1: industriële restwarmtebron AWZI (COP wp = 3,5) en gasgestookte piekketel.

Variant 2: industriële restwarmtebron AWZI (COP wp = 3,5) en biobrandstofgestookte piekketel.

Variant 3: industriële restwarmtebron DSM (COP wp = 5,2) en gasgestookte piekketel.

Variant 4: industriële restwarmtebron DSM (COP wp = 5,2) en biobrandstofgestookte piekketel.

4.1 Equivalente opwekkingsrendement van het Delftse warmtenet

Bij de bepaling van de equivalente opwekkingsrendementen zijn de volgende uitgangspunten in tabel 4.1 gehanteerd.

tabel 4.1 Uitgangspunten berekening equivalente opwekkingsrendementen Delftse warmtenet

Grootheid	Symbool	Eenheid	Waarde
Marginaal rendement elektriciteitsvoorziening	$\eta_{el;marg}$		0,50
Landelijk rendement elektriciteitsvoorziening	η_{el}		0,39
Specifieke warmtedoorgangscoefficient transportnet	$U_{transport;i}$	kW/K/m	6,5E-04
Specifieke warmtedoorgangscoefficient distributienet utiliteit	$U_{distributie;utl;i}$	kW/K/m	6,5E-04
Specifieke warmtedoorgangscoefficient distributienet woningen	$U_{distributie;won;i}$	kW/K/m	3,0E-04
Gemiddelde tracélengte warmtedistributie woningen	$l_{tracé;won;gem}$	m	10
Gemiddelde tracélengte warmtedistributie utiliteit	$l_{tracé;utl;gem}$	m	50
Gemiddelde temperatuur omgeving warmteleidingen	$T_{omgeving}$	°C	12
Specifiek drukverlies per meter transport (tracé)	$\Delta P_{transport;i}$	kPa/m	0,2
Pompdruk distributienet	$\Delta P_{distributie}$	kPa	150
Warmtevraag	$Q_{netto;warmte}$	GJ/jaar	286.180
Aandeel warmtelevering WP/WKK	$f_{wp/wkk}$		0,8
Aandeel warmtelevering piekketel	$f_{piekketel}$		0,2
Aandeel warmtelevering WKK TU-Delft	$f_{wkk;TU-gebied}$		0
Opwekkingsrendement gasgestookte ketel	$\eta_{opw;ketel;gas}$		0,925
Equivalent opwekkingsrendement bio ketel omgerekend naar fossiele br.	$\eta_{opw;bio/fossie}$		5
Elektrisch opwekkingsrendement gasmotor WKK	$\eta_{opw;wkk;el}$		0,35
Thermisch opwekkingsrendement gasmotor WKK	$\eta_{opw;wkk;th}$		0,5
Elektrisch opwekkingsrendement WKK TU-Delft	$\eta_{opw;wkk-TU;el}$		0,35
Thermisch opwekkingsrendement WKK TU-Delft	$\eta_{opw;wkk-TU;th}$		0,5
Gemiddelde temperatuur aanvoer	$T_{aanv;leidingen}$	°C	70
Gemiddelde temperatuur retour	$T_{ret;leidingen}$	°C	40
Lengte transportnet	$l_{tracé;transport}$	m	5.800
Aantal aansluitingen individuele woningen op warmtenet	$N_{won;ind}$		9.253
Aantal aansluitingen collectieve woongebouwen en utiliteit op warmtenet	$N_{utl;coll}$		31

In tabel 4.2 staan de berekeningsresultaten voor de vier varianten.

tabel 4.4.2 Berekeningsresultaten vier varianten warmtenet Delft

Grootheid	Symbool	Eenheid	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Pieketel, aandeel gas	$f_{\text{ketel};\text{gas}}$		1	0	1	0
Pieketel, aandeel biobrandstof	$f_{\text{ketel};\text{bio}}$		0	1	0	1
COP warmtepomp	COP_{wp}		3,5	3,5	5,2	5,2
Equivalent opwekkingsrendement voor verwarming	$\eta_{\text{equiv};\text{verw};\text{wd}}$		1,243	1,658	1,496	2,142
Equivalent opwekkingsrendement voor warmtapwater	$\eta_{\text{equiv};\text{tap};\text{wd}}$		1,243	1,658	1,496	2,142
Equivalent opwekkingsrendement combinatie wp/wkk	$\eta_{\text{equiv};\text{wp}/\text{wkk}}$		1,725	1,725	2,320	2,320
Equivalent opwekkingsrendement pieketel	$\eta_{\text{equiv};\text{pieketel}}$		0,93	5,00	0,93	5,00
Equivalent opwekkingsrendement WKK TU-gebied	$\eta_{\text{equiv};\text{wkk};\text{TU-gebied}}$		1,667	1,667	1,667	1,667
Primair energiegebruik warmteopwekking	$Q_{\text{primair};\text{opwekking}}$	GJ/jr	222.567	164.889	183.636	125.958
Primair energiegebruik transport- en distributiepompen	$Q_{\text{primair};\text{pompen}}$	GJ/jr	7.666	7.666	7.666	7.666
Warmtelevering centrale installatie	$Q_{\text{bruto};\text{warmte}}$	GJ/jr	327.311	327.311	327.311	327.311
Warmteverlies transport en distributie	$Q_{\text{verlies};\text{leidingen}}$	GJ/jr	44.121	44.121	44.121	44.121
Warmteproductie transportpompen	$Q_{\text{productie};\text{pompen}}$	GJ/jr	2.990	2.990	2.990	2.990
Warmtedoorgangscoefficiënt transport- en distributienet	$U_{\text{leidingen}}$	kW/K	32,54	32,54	32,54	32,54
Pompdruk transportnet	$\Delta P_{\text{transport}}$	kPa	1.160	1.160	1.160	1.160

Het equivalente opwekkingsrendement voor het Delftse warmtenet blijkt, afhankelijk van de variant, te variëren van 1,243 tot 2,142. Met name de brandstofkeuze voor de pieketel heeft veel invloed op het uiteindelijke equivalente opwekkingsrendement.

5 Literatuur

- [1] Benutten industriële restwarmte voor verwarming van woningen en een ziekenhuis, Gemeente Delft zoals opgesteld door Host engineers in energy te Hengelo van 23 september 2005.
- [2] Warmteverlies in laagtemperatuurdistributienetten zoals opgesteld door Novem/DWA van 3 mei 1999.
- [3] Warmteverlies in warmtedistributienetten in Nederland zoals opgesteld door EnergieNed/DWA van 20 november 2000.
- [4] Warmtedistributie, basisgegevens zoals opgesteld door Novem van november 1997.

Bodegraven,
ing. J. Tent