

# Uniforme Maatlat voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw

*Een protocol voor het vergelijken van alternatieven voor de warmtevoorziening op bouwlocaties*

## Bètaversie 2.1

Een **bètaversie** is de naam van een product in ontwikkeling (veelal software). Een bètaversie is nog niet stabiel genoeg om in productie genomen te worden, maar wel al functioneel. De bètaversie wordt vaak verspreid onder een selecte groep van gebruikers voor een gebruikerstest. Het Nationaal Expertisecentrum Warmte (NEW) nodigt alle gebruikers van harte uit om de uniforme maatlat de komende periode te testen en commentaar en input te leveren (open bèta). Uw commentaar en input op deze versie kunt u versturen naar: [NEW@senternovem.nl](mailto:NEW@senternovem.nl).

Utrecht, 19 november 2009

*Harmelink*  
consulting

Mirjam Harmelink, Harmelink consulting

Lex Bosselaar, Jorieke Rienstra, SenterNovem

Uitgevoerd door Harmelink consulting in opdracht van het Nationaal Expertisecentrum Warmte (NEW) van SenterNovem

[www.expertisecentrumwarmte.nl](http://www.expertisecentrumwarmte.nl)



## Disclaimer

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorgvuldigheid is samengesteld, aanvaarden noch SenterNovem, nog de samenstellers enige aansprakelijkheid voor schade ten gevolg van eventuele onvolkomenheden of onjuistheden in deze brochure. Aan deze publicatie kunnen geen rechten worden ontleend.

## Nationaal Expertisecentrum Warmte

Het Nationaal Expertisecentrum Warmte ondersteunt partijen die investeringen doen in een warmte- en koudetoepassing voor de gebouwde omgeving of de industrie, en partijen die deze beslissingen beïnvloeden: gemeenten, energiebedrijven en -exploitanten, projectontwikkelaars, woningcorporaties, architecten, bouwkundigen, adviesbureaus en eigenaar-bewoners en huurders. [www.expertisecentrumwarmte.nl](http://www.expertisecentrumwarmte.nl)

## SenterNovem

Een sterk innovatief bedrijfsleven in een leefbare, duurzame samenleving. SenterNovem stimuleert duurzame economische groei door een brug te slaan tussen markt en overheid, nationaal en internationaal. Bedrijven, (kennis)instellingen en overheden kunnen bij SenterNovem terecht voor advies, kennis en financiële ondersteuning. Wij verbinden partijen die met passie en gedrevenheid willen werken aan een duurzame en innovatieve samenleving. SenterNovem is een agentschap van Economische Zaken en realiseert beleid in opdracht van de Rijksoverheid op een professionele, effectieve en inspirerende wijze. Meer informatie: [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)



## Voorwoord

### De rol van de uniforme maatlat in het overheidsbeleid

De uniforme maatlat is één van de methoden die het Nationaal Expertisecentrum Warmte ontwikkelt om de energieprestaties van verschillende technieken (zoals zonneboilers, warmtepompen, warmte-koudeopslag, collectieve systemen, restwarmte, verbranding van houtachtige biomassa, etc.) goed vergelijkbaar te maken. Voor partijen die investeren en beslissingen beïnvloeden, is een goede afweging vaak lastig omdat de prestaties van warmte- en koudemaatregelen vaak niet voldoende inzichtelijk of voldoende vergelijkbaar zijn. Dit geeft verwarring in de markt wat nu duurzamer is. Daarmee bestaat de kans dat keuzes niet optimaal zijn. Ook in het Lente-akkoord 'Energiebesparing in de Nieuwbouw' en het sectorakkoord Energie wordt het belang aangehaald van een vanuit milieu en economisch oogpunt gelijk speelveld. Met de uniforme maatlat is het mogelijk om de verschillende warmtemaatregelen (zowel collectief als individueel) gelijkwaardig te beoordelen. De uniforme maatlat is een instrument dat op vrijwillige basis ingezet kan worden. In specifieke projectsituatie is het daarbij ook mogelijk om af te wijken van de kengetallen uit de uniforme maatlat. Dit betreft bijvoorbeeld situaties waarin al bekend is welk type warmtevoorziening toegepast gaat worden en wat de energie- en CO<sub>2</sub>-prestaties van deze opties zijn. Het gebruik van eigen kengetallen moet daarbij wel goed onderbouwd zijn met referenties of gegarandeerd worden door leveranciers.

De ontwikkeling van de uniforme maatlat is gestart voor de woning- en utiliteitsbouw. In de toekomst zal de uniforme maatlat ook voor andere sectoren beschikbaar komen. Ook in de industrie hebben partijen bij het nemen van investeringsbeslissingen behoefte aan een uniforme maatlat die het mogelijk maakt goede vergelijkingen te maken op basis van energieprestatie. Het expertisecentrum gaat met de uniforme maatlat als groei-instrument in die behoefte voorzien.

In het Lente-akkoord Energiebesparing in de Nieuwbouw is de afspraak opgenomen dat ook in de bepalingsmethode voor de energieprestatie van gebouwen (EPN) een betere waardering van gebiedsmaatregelen zal worden opgenomen. Hiermee wordt een gelijk speelveld voor gebiedsmaatregelen wettelijk verankerd. Een vergelijkbare afspraak is gemaakt in het Convenant met de Energiesector.

## **Bèta-versie**

Deze openbare versie van de maatlat is zoveel mogelijk gebaseerd op geaccepteerde methoden en kengetallen en het commentaar van groot aantal experts die het afgelopen jaar hebben gereageerd. De ervaring heeft geleerd dat bij het gebruik pas duidelijk wordt wat er mist of beter kan, daarom wordt deze versie nog niet als definitieve versie uitgebracht, maar als openbare bèta-versie. Dit geeft aan dat de maatlat samen met marktpartijen ontwikkeld wordt, zoals dat ook bij open-source software gebeurt. Commentaar op deze versie van de Uniforme Maatlat kunt u doorgeven via het e-mailadres van het expertisecentrum warmte ([new@senternovem.nl](mailto:new@senternovem.nl)).

## **Wijzigingen in deze versie**

Deze versie 2.1 is op de volgende punten aangepast:

- De methodiek is aangepast zodat deze ook toepasbaar is voor de utiliteitsbouw;
- Er is een aparte paragraaf opgenomen over de waardering van warmte uit aftapinstallatie en AVI's;
- Er is een bijlage opgenomen met de belangrijkste kengetallen in een handig overzicht.

In deze versie zijn nog geen kengetallen opgenomen voor de utiliteitssector. Verder vindt er momenteel nog een aparte discussie plaats over de waardering van WKK. De uitkomsten van deze discussie zullen te zijner tijd bij een update van de maatlat worden verwerkt.

## **Actualisatie van de maatlat**

De maatlat zal in principe ongeveer ieder half jaar geactualiseerd worden. Op basis van binnengekomen reacties en wensen voor aanpassingen en verbeteringen zal SenterNovem een voorstel doen voor een geactualiseerde maatlat. Deze geactualiseerde maatlat zal worden voorgelegd en besproken in een bijeenkomst met een klankbordgroep. Iedereen kan zich via de website van het expertisecentrum aanmelden voor deze klankbordbijeenkomsten.

### Woord van dank

In dit voorwoord willen we iedereen bedanken die tot nu toe een bijdrage heeft geleverd aan het tot stand komen van de uniforme maatlat.

Lex Bosselaar, Jorieke Rienstra (SenterNovem)

Mirjam Harmelink (Harmelink consulting)





## Samenvatting

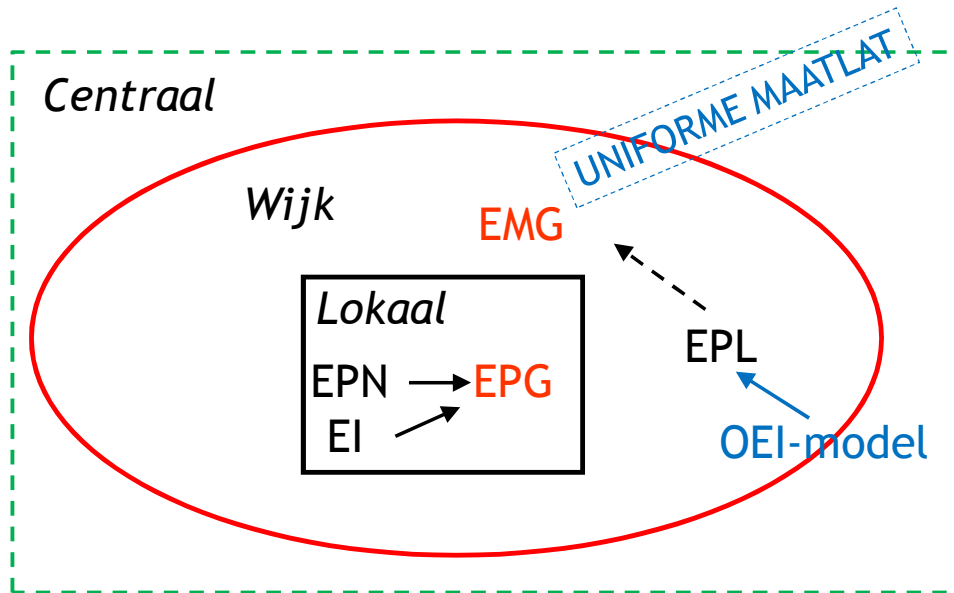
### *Waarom een maatlat?*

Bij een investering in een warmtevoorziening wordt meestal een afweging gemaakt tussen verschillende alternatieven. De energie of milieuverdienste is bij milieubewuste investeerders een belangrijk criterium. Het blijkt in de praktijk dat de energie- en milieuprestatie voor elk alternatief anders berekend wordt. Een **uniforme maatlat** moet alternatieven beter vergelijkbaar en de afweging transparanter maken. Dit rapport beschrijft de aanpak en de uitgangspunten voor de bètaversie van de uniforme maatlat. In deze versie is de maatlat concreet uitgewerkt voor de woning- en utiliteitsbouw.

### *Wat is relatie met andere instrumenten?*

Voor de doorrekening van energiebesparende en duurzame opties op lokaal niveau is er de energieprestatie norm (EPN) voor de nieuwbouw en de Energie Index (EI) voor de bestaande bouw. Maatregelen op gebiedsniveau worden nu veelal beoordeeld door middel van het berekenen van de Energieprestatie op locatie (EPL). In het Lente-akkoord Energiebesparing is afgesproken om te komen tot een Energieprestatie gebouwen (EPG) die de huidige EPN en EI moet gaan vervangen. Verder is afgesproken dat in de EPG een betere waardering van gebiedsmaatregelen zal worden opgenomen. Voor de Energieprestatienorm Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG) wordt o.a. een separate (NEN) bepalingmethode ontwikkeld, waarbij warmtelevering van buiten de gebiedsgrenzen op woningniveau wordt gewaardeerd.

De uniforme maatlat heeft als primair doel om op **korte termijn** het gat te vullen dat er momenteel is bij de afweging tussen lokale en gebiedsgerichte maatregelen. Het streven van het expertisecentrum is dat op **lange termijn** de verschillende modellen en normen binnen de woning- en utiliteitsbouw een uniforme transparante aanpak en set van kengetallen hanteren, en daarmee de uniforme maatlat overbodig maken. Daarvoor zal de uniforme maatlat de komende periode actief onder de aandacht worden gebracht binnen de verschillende trajecten.

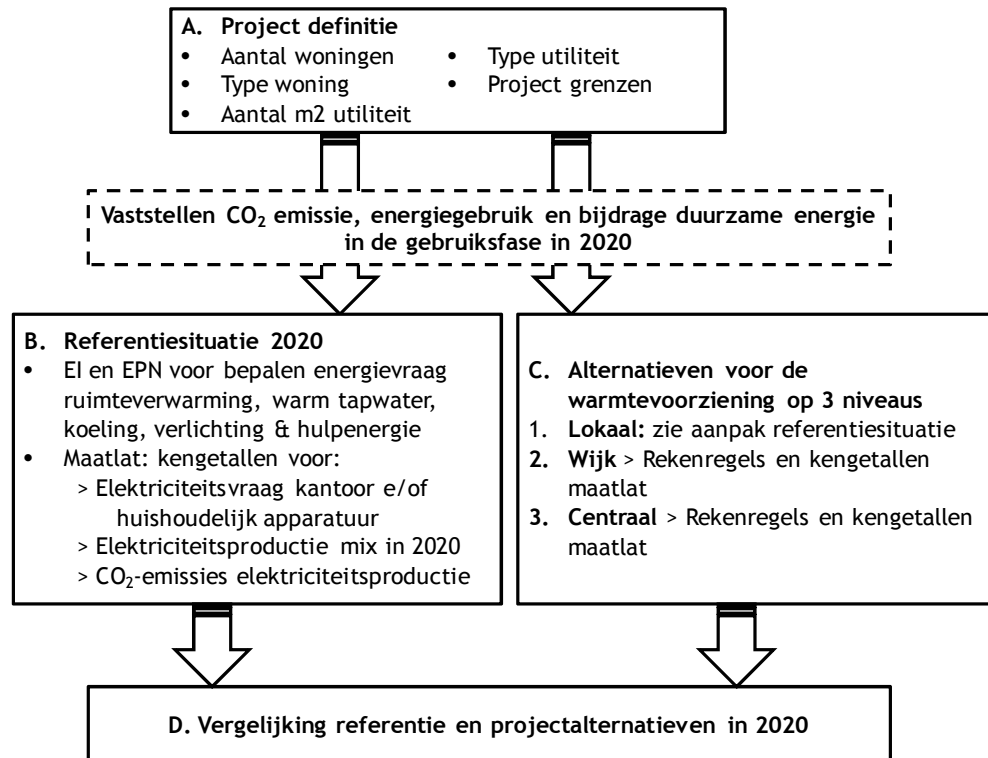


#### Hoe werkt de maatlat?

De uniforme maatlat is een protocol en beschrijft een procedure voor de doorrekening van alternatieve opties voor de warmtevoorziening. Het protocol bestaat uit een set van uniforme rekenregels en kengetallen voor het vaststellen van de **CO<sub>2</sub>-emissies**, het **energiegebruik** en de bijdrage aan **duurzame energie** in de **gebruiksfase** van opties voor de warmte- en koelvoorziening op **bouwlocatie** op lokaal, wijk en centraal niveau.

Voor de opties aan de **vraagzijde** wordt gebruik gemaakt van de rekentools die al voor handen zijn voor de berekening van de energieprestatienorm (**EPN**) voor de nieuwbouw en de Energie Index (**EI**) voor de bestaande bouw. Voor de opties aan de aanbodzijde op wijk- en centraal niveau geeft deze maatlat kengetallen voor rendementen, distributieverliezen etc.

Door het vergelijken van de referentie en de projectalternatieven wordt inzicht gekregen in de relatieve reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies en het fossiel energiegebruik van de alternatieven. Hierbij moet worden benadrukt dat de resultaten omgeven zijn met onzekerheden en dat de uitkomst ook als zondanig geïnterpreteerd moet worden.



### Aanpak

De opzet van het expertisecentrum warmte is om te trachten veel draagvlak te creëren voor de uniforme maatlat. Daarom is er veel tijd ingeruimd voor overleg met de markt en is er zoveel mogelijk aangesloten bij geaccepteerde kengetallen en rekenwijzen. Verder is er gekozen voor een transparant model zodat de berekening gemakkelijk te volgen is. Om dit mogelijk te maken is de maatlat simpel gehouden. Sommige detaillering is hierdoor niet goed te berekenen, maar het grote voordeel is dat elke rekenstap gevolgd kan worden en inzichtelijk blijft.

### Voor wie is de maatlat?

De maatlat is bedoeld voor gebruik in de verkennende fase van de ontwikkeling van een woningbouwlocatie. Primaire doelgroepen zijn:

- Gemeenten en woningbouwcorporaties. Uitkomsten van een verkennende fase met de maatlat kunnen de gemeente helpen bij het vaststellen van hun klimaatambities.

- Projectontwikkelaars, energiebedrijven en energiedienstverleners. De maatlat kan hen helpen om de energieprestatie van de door hen voorgestelde concepten te onderbouwen.
- Adviesbureaus. In energievisies voor bouwlocaties kunnen ze de uniforme maatlat gebruiken om de onafhankelijkheid van hun uitgangspunten te onderbouwen.

#### *Wat is de huidige status?*

De huidige versie van de maatlat is een **bètaversie**. Een **bètaversie** is de naam van een product in ontwikkeling (veelal software). Een bètaversie is nog niet stabiel genoeg om in productie genomen te worden, maar wel al functioneel. De huidige versie van de maatlat is driemaal plenair besproken met een groep van experts (12 december 2008, 5 maart 2009 en 6 oktober). Het Nationaal Expertisecentrum Warmte (NEW) nodigt alle gebruikers van harte uit om de uniforme maatlat de komende periode te testen en commentaar en input te leveren (open bèta). Uw commentaar en input kunt u versturen naar: [NEW@senternovem.nl](mailto:NEW@senternovem.nl).

## Inhoudsopgave

Lijst met gehanteerde definities .....	17
<b>1 Inleiding .....</b>	<b>19</b>
1.1 Context: ambitieuze duurzame energie- en klimaatdoelstellingen in “Schoon en Zuinig” .....	19
1.2 Belangrijk knelpunt: gebrek aan kennis en objectieve informatie over alternatieven voor invulling van de warmtevoorziening .....	19
1.3 Uiteenlopende uitgangspunten leiden tot onvergelykbare resultaten en het bevoordelen of benadelen van bepaalde alternatieven voor invulling van de warmte- en koelvoorziening .....	20
1.4 Primaire doelgroepen: gemeenten, woningbouwcorporaties projectontwikkelaars, energiebedrijven en adviesbureaus voor gebruik in de verkennende fase bij ontwikkeling van bouwlocaties .....	21
1.5 Uniforme maatlat: geen nieuw model of norm, maar moet input bieden aan discussies om te komen tot een EPG en EMG.....	21
1.6 “Uniforme maatlat” toegespitst op bouwlocaties en score van opties op een beperkte set van energie- en klimaatindicatoren .....	23
1.7 Uniforme maatlat kijkt niet naar kosten .....	24
<b>2 Keuzes bij de aanpak .....</b>	<b>25</b>
2.1 Basisgedachte uniforme maatlat: bepalen van het verschil in CO <sub>2</sub> -emissie en energiegebruik tussen een referentiesituatie en de alternatieven voor een bouwlocatie <i>in 2020</i> .....	25
2.2 Verschillende mogelijkheden voor bepaling van het energiegebruik en CO <sub>2</sub> -effect .....	26
2.3 Zichtjaar voor de berekeningen 2020.....	27
2.4 Grenzen van het project moeten duidelijk worden gedefinieerd ....	27

2.5	In kaart brengen van de <i>directe</i> en <i>indirecte</i> CO <sub>2</sub> -emissies en het fossiel energiegebruik in de gebruiksfase .....	28
2.6	Definitie van de referentie voor de situatie <i>binnen</i> en <i>buiten</i> de grenzen van het project .....	29
2.7	Rekenregels en kengetallen: aansluiten bij regels en kengetallen waar al consensus over bestaat .....	31
2.8	Kengetallen en rekenregels EPN (nieuwbouw) en EI (bestaande bouw) leidend voor gebouwgebonden en lokale opties .....	31
2.9	Grote diversiteit van bronnen voor de prestaties van de warmte- en koudevoorziening op wijk- en centraal niveau .....	32
2.10	Gebruikte kengetallen.....	32
2.11	Projectspecifieke situaties.....	32
2.12	Omgaan met onzekerheden: ranges versus puntschattingen .....	33
<b>3</b>	<b>Praktische uitwerking.....</b>	<b>35</b>
3.1	Inleiding .....	35
3.2	Berekening van de referentiesituatie voor woningen .....	35
3.3	Berekening van de referentiesituatie voor utiliteit .....	41
3.4	Berekening projectalternatieven .....	42
3.5	Behandeling van biomassa installaties.....	46
3.6	Berekenen van besparingen bij WKK installaties .....	46
3.7	Berekenen van besparing bij fossiele warmteaftapinstallaties .....	48
3.8	Berekenen van besparing bij warmtelevering door AVI's .....	48
3.9	Equivalent opwekkingsrendement .....	49
3.10	Berekening gerealiseerde prestaties.....	49

<b>4</b>	<b>Kengetallen.....</b>	<b>51</b>
4.1	Referentiesituatie voor de elektriciteitsproductie .....	51
4.2	Fossiel rendement CO <sub>2</sub> -emissiefactor en in 2020 .....	51
4.3	Inkoop van groene stroom .....	52
4.4	CO <sub>2</sub> -emissie factoren.....	53
4.5	Distributieverliezen en benodigde pompenergie voor wijk- en centrale systemen .....	53
4.6	Rendementen warmtepompen .....	54
4.7	Rendementen gasgestookte WKK-systemen.....	54
4.8	Biomassasystemen.....	55
4.9	Centrale warmteproductie: restwarmte en aftapwarmte.....	56
4.10	Geothermie .....	57
	<b>Bijlage 1: Overzicht kengetallen .....</b>	<b>59</b>
	<b>Bijlage 2: Keuze van rendementen voor elektriciteitsproductie .....</b>	<b>63</b>
	<b>Bijlage 3: Rekenschema voor het doorrekenen van een voorbeeld met de uniforme maatlat .....</b>	<b>73</b>





## Lijst met gehanteerde definities

- *Aftapwarmte*: warmte die (bij)geproduceerd wordt in bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale waarbij bewust de keuze wordt gemaakt om minder elektriciteit te produceren en meer warmte te leveren als de netto milieuopbrengsten daarvan positief zijn.
- *Centrale optie*: Energie- en CO<sub>2</sub> besparende maatregel geïmplementeerd op een centraal niveau (dat is buiten de wijk).
- *Directe CO<sub>2</sub>-emissies*: emissies binnen de grenzen van een project
- *EI*: Energie Index
- *EMG*: Energieprestatienorm Maatregelen op Gebiedsniveau
- *EPG*: Energieprestatie Gebouwen
- *EPL*: Energieprestatie op Locatie
- *EPN*: Energie Prestatie Norm
- *Indirecte CO<sub>2</sub>-emissies*: emissies buiten de grenzen van een project die toegerekend kunnen worden aan energiegebruik binnen het project (bijvoorbeeld emissies door elektriciteitsconsumptie)
- *Lokale optie*: Energie- en CO<sub>2</sub> besparende maatregel geïmplementeerd op het niveau van de individuele woning
- *OEI -model*: Optimalisatie Energie Infrastructuur - model
- *Restwarmte*: warmte die vrijkomt/geloozd wordt op het moment dat het voor de betreffende partij (AVI, industrie, elektriciteitsproducent) geen waarde meer heeft.
- *Wijk optie*: Energie- en CO<sub>2</sub> besparende maatregel geïmplementeerd op het niveau van een wijk.



# 1 Inleiding

## 1.1 Context: ambitieuze duurzame energie- en klimaatdoelstellingen in “Schoon en Zuinig”

Het Kabinet heeft in “Schoon en Zuinig” ambitieuze doelstellingen neergelegd op het gebied van CO<sub>2</sub>-reductie, energiebesparing en duurzame energie voor 2020: 30% CO<sub>2</sub>-reductie t.o.v. 1990, 20% duurzaam en 2% energiebesparing per jaar. De ambitie voor de gebouwde omgeving is een reductie van 6 tot 10 miljoen ton CO<sub>2</sub> in 2020 (VROM et al, 2007)<sup>1</sup>. Aangezien voor de warmtevoorziening 40% van het primaire energiegebruik nodig is, is het voor het bereiken van deze doelstellingen cruciaal om de warmtevoorziening (maar ook de koelvoorziening) te verduurzamen. Het Ministerie van Economische Zaken heeft in december 2008 het “Werkprogramma warmte op stoom” gepubliceerd (EZ, 2008)<sup>2</sup>, waarin het huidige warmtebeleid is vastgelegd. Deze uniforme maatlat past binnen dit beleid onder de activiteiten van het Nationale Expertisecentrum Warmte (NEW).

## 1.2 Belangrijk knelpunt: gebrek aan kennis en objectieve informatie over alternatieven voor invulling van de warmtevoorziening

Diverse barrières en knelpunten belemmeren een voortvarende implementatie van (duurzame) warmte en koudetechnologieën in de verschillende sectoren. Belangrijke knelpunten vormen onder andere (zie o.a. Harmsen et al (2007)<sup>3</sup> DE Koepel et al (2007)<sup>4</sup>).

- Schaarste aan kennis over de duurzame technologieën.
- Onzekerheid bij diverse betrokkenen over de prestaties van de (vaak nieuwe) duurzame technologieën.
- Gebrek aan objectieve informatie over duurzame warmte/koude technologieën.
- Weinig interesse t.a.v. verduurzaming bij sommige marktpartijen.

---

<sup>1</sup> VROM, EZ, LNV, VenW, Fin en BZ (2007). Nieuwe Energie voor het klimaat. Werkprogramma Schoon en Zuinig. September 2007

<sup>2</sup> EZ (2008) Werkprogramma “Warmte op Stoom”. Ministerie van Economische Zaken, december 2008.

<sup>3</sup> Harmsen, Harmelink (2007). Duurzame warmte en koude 2008-2020: potentiëlen, barrières en beleid. Ecofys, Utrecht, 25 juli 2007

<sup>4</sup> DE Koepel et al (2007) Duurzame warmte en koude. Wij zijn er klaar voor!. Visiedocument 22 mei 2007

Een manier om een aantal van deze knelpunten aan te pakken is ervoor te zorgen dat bij alle projecten waar een keuze gemaakt moet worden voor de invulling van de warmtevoorziening:

- een eenduidig helder afwegingskader ligt.
- bij de doorrekening van alternatieven dezelfde uitgangspunten worden gebruikt.

### **1.3 Uiteenlopende uitgangspunten leiden tot onvergelijkbare resultaten en het bevoordelen of benadelen van bepaalde alternatieven voor invulling van de warmte- en koelvoorziening**

Bij de doorrekening van alternatieven voor de warmte- en koelvoorziening worden momenteel zeer uiteenlopende uitgangspunten gebruikt voor bijvoorbeeld het energiegebruik van nieuwbouw, de efficiency en CO<sub>2</sub>-emissies van de centrale elektriciteitsproductie en de prestaties van voorzieningsystemen.

Door verschillen in uitgangspunten zijn projecten onderling lastig of niet vergelijkbaar. De keuze van uitgangspunten kan het resultaat sterk beïnvloeden ten gunste of ten nadele van bepaalde alternatieven, waardoor bij de start van een project sommige alternatieven meteen uit beeld zijn.

Een protocol met een uniforme set van rekenregels en kengetallen (uniforme maatlat) moet doorrekening van alternatieven voor de warmte- en koelvoorziening op een locatie transparanter en resultaten onderling beter vergelijkbaar maken

Het **doel** van een uniforme maatlat is om de resultaten van de doorrekening van projectalternatieven voor de warmte- en koelvoorziening transparanter en beter vergelijkbaar te maken. Momenteel wordt een grote diversiteit aan rekenregels en kengetallen gebruikt waardoor de berekeningen voor veel betrokken partijen een “black box” zijn. Door te werken met een **uniforme set van rekenregels en kengetallen** kunnen betrokken partijen er in ieder geval op vertrouwen dat “relevante” opties bij de beslissing rond investeringen in een nieuwe warmte- en koelvoorziening in beeld blijven.

Een uniforme berekeningswijze kan er verder voor zorgen dat projectalternatieven onderling vergelijkbaar worden en betrokken partijen een goed inzicht kunnen krijgen in hun eigen ambitieniveau.

#### **1.4 Primaire doelgroepen: gemeenten, woningbouwcorporaties projectontwikkelaars, energiebedrijven en adviesbureaus voor gebruik in de verkennende fase bij ontwikkeling van bouwlocaties**

Doelgroep voor de uniforme maatlat zijn:

- Gemeenten en woningbouwcorporaties: In de verkennende fase bij de ontwikkeling van een bouwlocatie kan de uniforme maatlat het uitgangspunt vormen bij de eerste doorrekening van alternatieven voor de warmte- en koelvoorziening. De uitkomsten van deze verkennende fase kunnen de gemeente helpen bij het vaststellen van hun klimaatambities.
- Projectontwikkelaars, energiebedrijven en energiedienstverleners: Zij kunnen de maatlat gebruiken om de energieprestatie van de door hen voorgestelde concepten te onderbouwen.
- Adviesbureaus. In energievisies voor woningbouwlocaties kunnen ze de uniforme maatlat gebruiken om de onafhankelijkheid van hun uitgangspunten te onderbouwen.

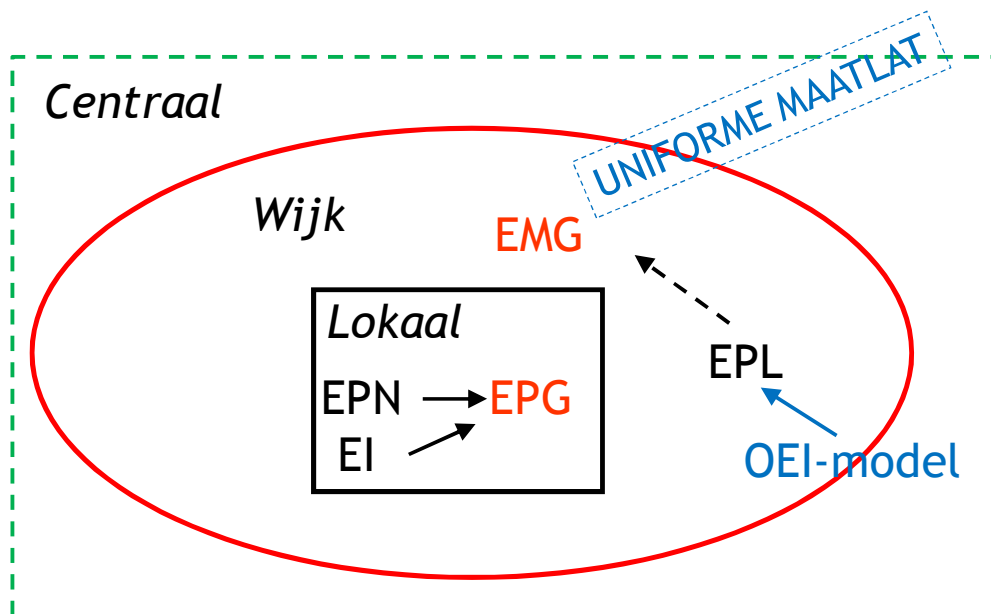
Daarnaast zou de maatlat gebruikt kunnen worden bij subsidieaanvragen. Op dit moment hebben aanvragers veelal de vrijheid om het effect van hun project op het energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies op hun eigen wijze te berekenen. De uniforme maatlat zou meer uniformiteit in deze berekeningen kunnen brengen en daarmee subsidieaanvragen beter vergelijkbaar kunnen maken.

#### **1.5 Uniforme maatlat: geen nieuw model of norm, maar moet input bieden aan discussies om te komen tot een EPG en EMG**

Figuur 1 schetst de relatie tussen de uniforme maatlat en de huidige en momenteel in ontwikkeling zijnde instrumenten. Voor de doorrekening van energiebesparende en duurzame opties op lokaal niveau is er de energieprestatie norm (EPN) voor de nieuwbouw en de Energie Index (EI) voor de bestaande bouw. Voor zowel de EPN als de EI geldt dat het effect van maatregelen op gebiedsniveau niet integraal in de berekeningen zijn opgenomen, maar bijvoorbeeld in de EPN ingebracht kunnen worden door middel van een gelijkwaardigheidsverklaring. Maatregelen op gebiedsniveau worden nu veelal beoordeeld door middel van het berekenen van de Energieprestatie op locatie (EPL).

In het Lente-akkoord Energiebesparing is afgesproken om te komen tot een Energieprestatie gebouwen (EPG) die de huidige EPN en EI moet gaan vervangen.

Verder is in het akkoord afgesproken dat in de EPG een betere waardering van gebiedsmaatregelen zal worden opgenomen. Voor de Energieprestatienorm Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG) wordt o.a. een separate (NEN) bepalingmethode ontwikkeld, waarbij warmte- en koudelevering van buiten de gebiedsgrenzen op gebouwniveau wordt gewaardeerd. De EMG zal daarmee op termijn de EPL gaan vervangen.



*Figuur 1 Relatie tussen de uniforme maatlat en andere overheidsinstrumenten.*

De ontwikkeling van de EPG en EMG zal enige tijd vergen. De uniforme maatlat heeft als primair doel om het gat te vullen dat er momenteel is bij de afweging tussen lokale en gebiedsgerichte maatregelen. De uniforme maatlat heeft daarmee als primair doel om op de **korte termijn** meer transparantie te creëren in de berekening van energie- en milieuprestaties rond warmte- en koudevoorzieningsprojecten en loopt daarmee vooruit op de trajecten die nu lopen om te komen tot een EPG en EMG.

Het streven van het expertisecentrum is dat op **lange termijn** de verschillende modellen en normen binnen de woning- en utiliteitsbouw een uniforme en transparante aanpak en set van kengetallen hanteren, en daarmee de uniforme maatlat overbodig maken. Daarvoor zal de uniforme maatlat de komende periode actief onder de aandacht worden gebracht binnen de verschillende trajecten.

Daarnaast zijn er het OEI model<sup>5</sup> en diverse modellen die door verschillende adviesbureaus intern zijn ontwikkeld. Deze modellen worden ingezet om energie- en CO<sub>2</sub> besparende opties door te rekenen. Het OEI model bevat ook gegevens over kosten en gaat daarbij verder dan de uniforme maatlat.

### 1.6 “Uniforme maatlat” toegespitst op bouwlocaties en score van opties op een beperkte set van energie- en klimaatindicatoren

De huidige versie van de uniforme maatlat is bedoeld voor toepassing bij de beslissing rond de warmte- en koudevoorziening van woning- en utiliteitsbouwlocaties (nieuwbouw en grootschalige renovatie). In de besluitvorming rond de warmte- en koudevoorziening op bouwlocaties moeten een groot aantal aspecten worden afgewogen (zie

Figuur 2). De uniforme maatlat is gericht op het in kaart brengen van een **beperkte set indicatoren** te weten: **de CO<sub>2</sub>-emissies**, het **fossiel energiegebruik** en de bijdrage aan de productie van **duurzame energie** in de gebruiksfase. Er is in eerste instantie voor deze beperkte set aan indicatoren gekozen omdat:

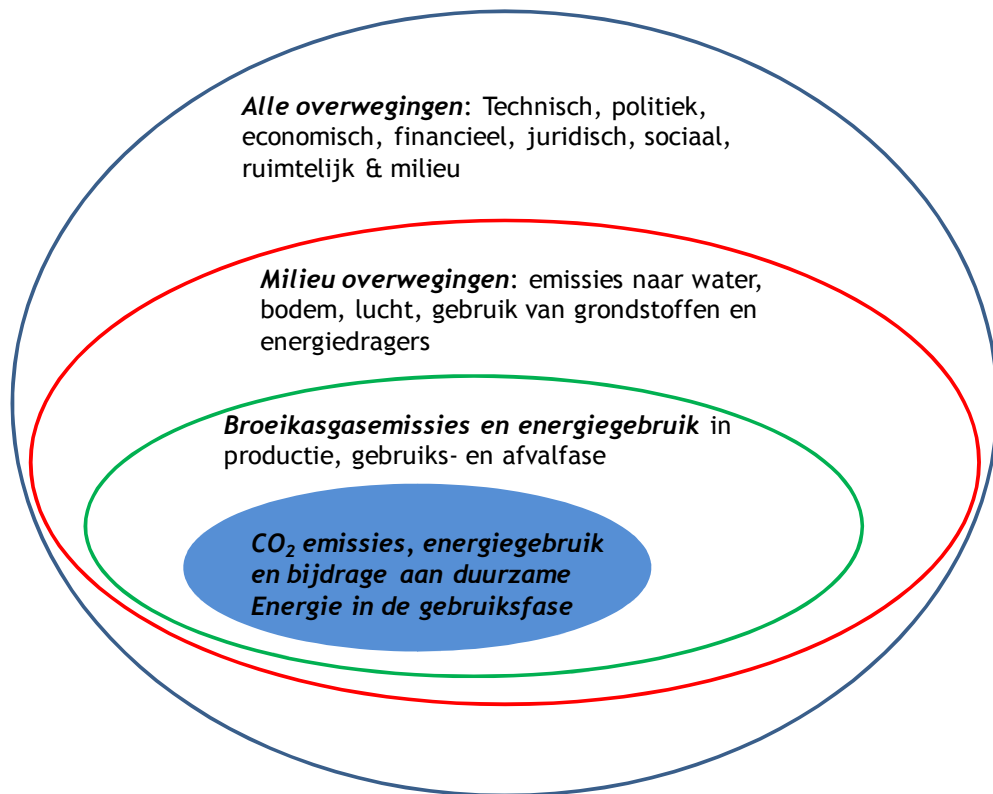
- deze het meest direct gerelateerd zijn aan de Nederlandse beleidsdoelstellingen op het gebied van het energie- en klimaatbeleid.
- voor het merendeel van de warmteopties geldt dat meer dan 90% van het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies in deze fase plaatsvinden (zie o.a. Blom (2005))<sup>6</sup>.

Hiermee kan de uniforme maatlat relatief eenvoudig worden.

---

<sup>5</sup> Optimale Energie Infrastructuur (OEI)

<sup>6</sup> Blom (2005) Aanzet tot een nieuw LCA model voor gebouwen. Afstudeeropdracht TU Delft, december 2005



*Figuur 2 Afwegingskader warmtevoorziening op woning en utiliteitsbouwlocaties.*

### 1.7 Uniforme maatlat kijkt niet naar kosten

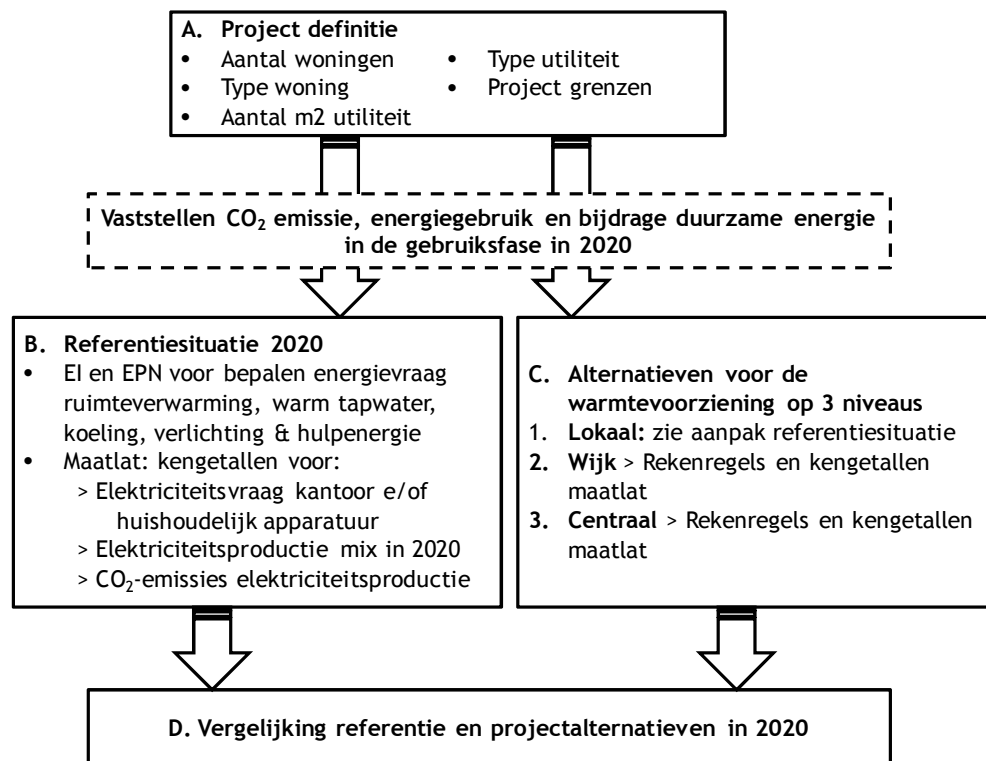
De uniforme maatlat kijkt niet naar de kosten van warmte- en koudevoorzieningsopties. Wij hebben er bewust voor gekozen om dit (voorlopig) niet mee te nemen. Ten eerste omdat kosten sterk kunnen verschillen per project en algemene kengetallen daarmee tot veel discussie kunnen leiden.



## 2 Keuzes bij de aanpak

### 2.1 Basisgedachte uniforme maatlat: bepalen van het verschil in CO<sub>2</sub>-emissie en energiegebruik tussen een referentiesituatie en de alternatieven voor een bouwlocatie in 2020

De basisgedachte van de uniforme maatlat is dat het verschil bepaald moet worden in milieu-impact tussen een duidelijke gedefinieerde referentiesituatie en alternatieven voor de invulling van de warmte- en koudevoorziening (de projectsituaties).



*Figuur 3 Benadering uniforme maatlat*

Een project is daarom gedefinieerd als een investering in het totale systeem om bewoners en gebruikers van een specifieke locatie te voorzien van warmte en koude (dit bevat dus zowel het gebouw of de woning, de infrastructuur als de warmte- en koudeproductie). De referentiesituatie en de alternatieven worden daarbij vergeleken op reductie op primair energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies, en de bijdrage aan de duurzame energieproductie. Deze globale benadering is

schematisch weergegeven in Figuur 3. In het vervolg van dit hoofdstuk wordt de aanpak gedetailleerder beschreven en keuzes beargumenteerd.

## 2.2 Verschillende mogelijkheden voor bepaling van het energiegebruik en CO<sub>2</sub>-effect

Het effect op energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies van de referentie en de projectalternatieven kan op verschillende manieren worden bepaald:

1. *Huidige situatie.* CO<sub>2</sub>-reductie, energiebesparing of extra duurzame energieproductie kan worden uitgerekend voor de huidige situatie (dit betekent het meest recente jaar waarvoor data beschikbaar zijn). In deze benadering wordt geen rekening gehouden met het toekomstige effect van beleid op bijvoorbeeld de CO<sub>2</sub>-emissie van elektriciteitsproductie. Deze benadering geeft daarom veelal geen juist beeld van het effect van opties in de toekomst.
2. *Situatie in een zichtjaar.* CO<sub>2</sub>-reductie, energiebesparing of extra duurzame energieproductie kan worden uitgerekend voor een bepaald zichtjaar (bijvoorbeeld 2020). De keuze van het zichtjaar kan de uitkomst beïnvloeden omdat de referentiesituatie in de loop van de tijd kan veranderen. De CO<sub>2</sub>-emissie en het energiegebruik per kWh voor het centrale elektriciteitspark zullen bijvoorbeeld in 2010 anders zijn dan in 2020.
3. *Situatie over de levensduur van het project.* CO<sub>2</sub>-reducties, energiebesparing of extra duurzame energieproductie kan worden uitgerekend over een bepaalde periode of de levensduur van een optie. In deze aanpak worden veranderingen in de referentiesituatie in de loop van de tijd meegenomen en kan ook rekening worden gehouden met mogelijke verschillen in de start van projecten (een project dat eerder begint in de tijd reduceert meer CO<sub>2</sub> dan een project dat later start). Deze aanpak is arbeidsintensiever dan de eerste benadering omdat voor verschillende zichtjaren gerekend moet worden.

Omdat de maatlat bedoeld is voor het onderling vergelijkbaar maken van de energie en CO<sub>2</sub>-reductie in de toekomst van verschillende projecten is in de uniforme maatlat gekozen voor de benadering om de CO<sub>2</sub>-emissies voor een *toekomstig zichtjaar* te bepalen. Deze heeft als voordeel dat de berekeningen beperkt kunnen blijven tot één jaar.

### 2.3 Zichtjaar voor de berekeningen 2020

Als zichtjaar voor de berekeningen is gekozen voor 2020. Dit is een pragmatische keuze:

1. 2020 is ongeveer op de helft van de periode tot de eerste grote renovatie van een gebouw (dit is meestal ca. 25 jaar)
2. 2020 is het zichtjaar van de overheidsdoelstelling uit “Schoon en Zuinig” op het gebied van energie- en klimaat.
3. voor 2020 zijn scenariogegevens beschikbaar over het effect van het huidige overheidsbeleid op bijvoorbeeld de samenstelling van het elektriciteitspark (PBL, 2008)<sup>7</sup> (ECN, MNP, 2005)<sup>8</sup>.

Voor bouwprojecten die gefaseerd worden gerealiseerd kan 2020 te dichtbij zijn en zou bijvoorbeeld 2030 of 2040 beter zijn. De uniforme maatlat zal regelmatig worden bijgewerkt waarbij ook het zichtjaar in de loop van de tijd zal worden aangepast.

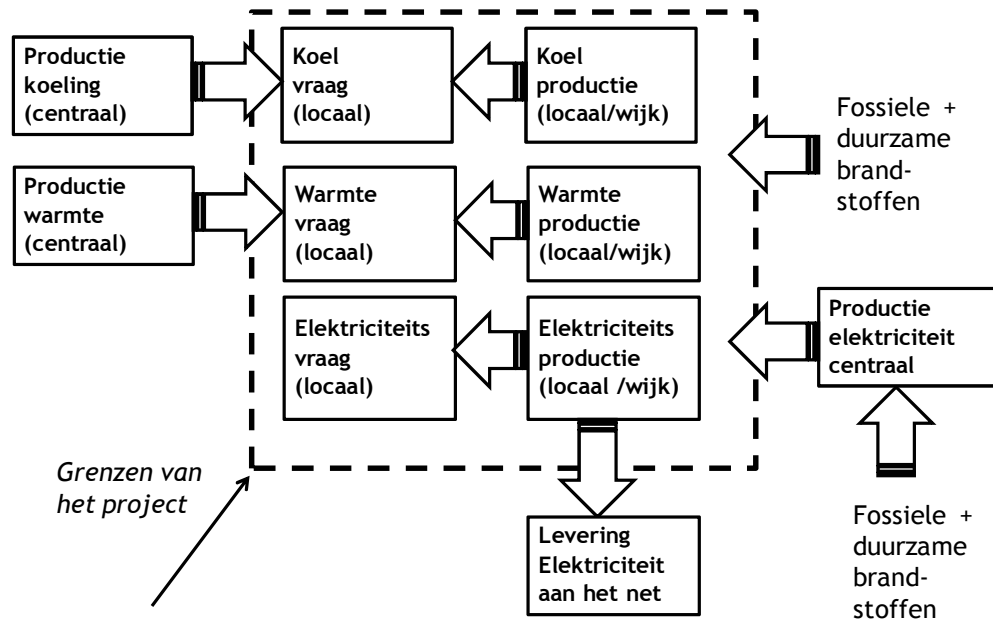
### 2.4 Grenzen van het project moeten duidelijk worden gedefinieerd

Voordat gestart kan worden met het bepalen van de impact moeten de *grenzen* van het project eenduidig worden vastgesteld. M.a.w. wat speelt zich af binnen de projectgrenzen (en is dus te beïnvloeden door de investeerder) en wat speelt zich buiten de projectgrenzen (zoals veranderingen in de elektriciteitsproductie sector). Figuur 4 geeft een schematische weergave van de definitie van de projectgrenzen.

---

<sup>7</sup> PBL (2008) Milieubalans 2008. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Bilthoven, september 2008

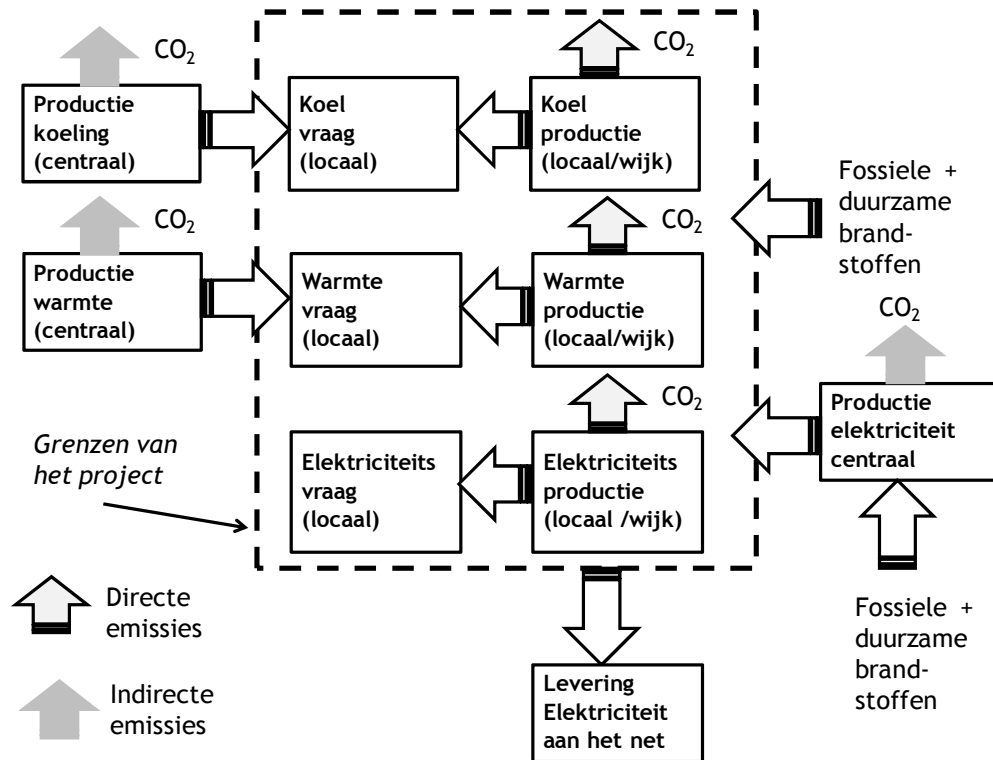
<sup>8</sup> ECN, MNP (2005) Referentieramingen Energie en Emissies 2005-2020. ECN, MNP, Petten, maart 2005



Figuur 4 Definitie van grenzen van het project

## 2.5 In kaart brengen van de *directe* en *indirecte* CO<sub>2</sub>-emissies en het fossiel energiegebruik in de gebruiksfase

In het kader van deze maatlat brengen we zowel de directe CO<sub>2</sub>-emissies (dus de emissies die plaatsvinden binnen de grenzen van het project) als de indirecte emissies (de emissies die plaatsvinden buiten de grenzen van het project ten gevolge warmte- en elektriciteitsproductie buiten de projectgrenzen) voor een project in kaart. Dit betekent dus dat de emissies gekoppeld aan bijvoorbeeld de productie van gebruikte materialen niet worden meegenomen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de methode om CO<sub>2</sub>-emissies van warmte- en elektriciteitsproductie buiten de projectgrenzen toe te rekenen aan afnemers, afwijkt van de methode waarop nationale broeikasgasrapportages en emissiejaarrapportage in het kader van EU ETS worden opgesteld. In deze rapportages worden emissies t.g.v. elektriciteitsproductie toegerekend naar de elektriciteitsproductie sector, en niet aan de afnemers van elektriciteit.



Figuur 5 Direct en indirecte emissies voor een project

## 2.6 Definitie van de referentie voor de situatie *binnen* en *buiten* de grenzen van het project

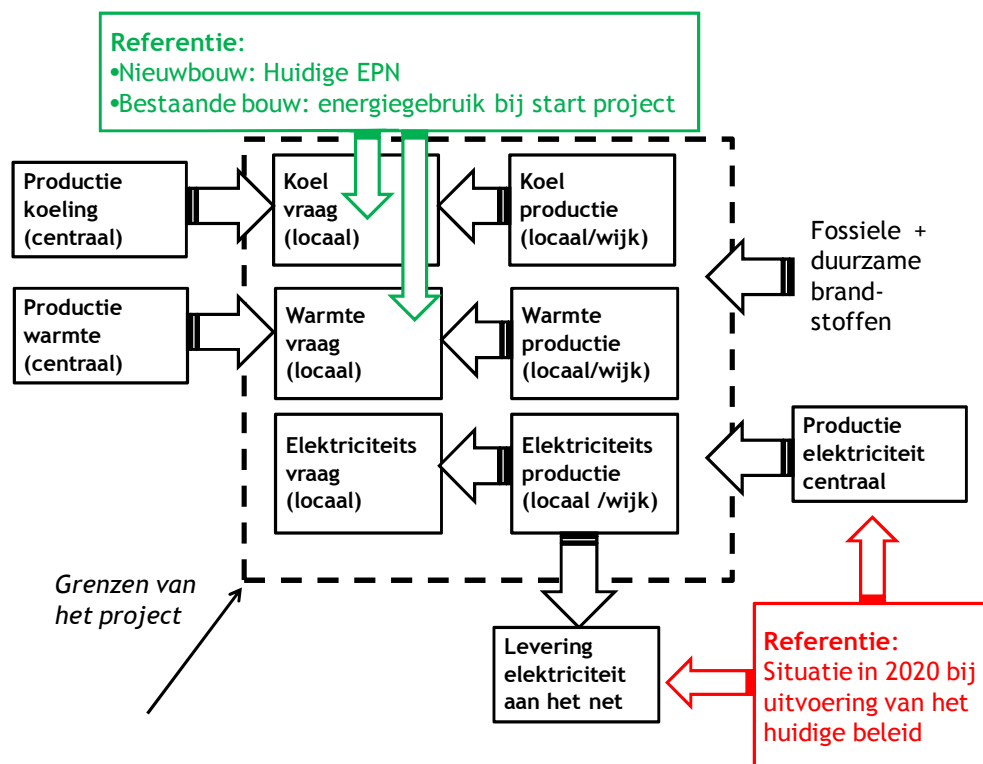
De referentiesituatie voor alles wat zich *binnen* de projectgrenzen afspeelt is de situatie waarin exact voldaan wordt aan het huidig wettelijk kader. Dit betekent dat voor:

- Nieuwbouwwoningen gerealiseerd voor 2011 de referentiesituatie in 2020 gelijk is aan bouwen volgens een energieprestatienorm (EPN) van 0,8. Bij bouwprojecten die gefaseerd worden gerealiseerd dient de EPN te worden aangepast. D.w.z. realisatie tussen 2011 en 2015 een EPN van 0,6 en realisatie na 2015 een van EPN 0,4.
- Bestaande woningen in 2020 het energiegebruik in de referentiesituatie gelijk is aan de situatie bij de start van het project.
- Nieuwbouw in de utiliteitssector de referentiesituatie in 2020 gelijk is aan bouwen volgens een energieprestatienorm (EPN) (zie Tabel 1).
- Bestaande gebouwen in de utiliteitssector in 2020 het energiegebruik in de referentiesituatie gelijk is aan de situatie bij de start van het project.

Tabel 1 EPN voor verschillende typen utiliteitsgebouwen

	EPN
Kantoren	1,1
Winkels	2,6
Gezondheidszorg (niet klinisch)	1
Onderwijs	1,3

Voor deze definitie is gekozen omdat verondersteld mag worden dat alles wat zich binnen de grenzen van het project afspeelt (wat dus beïnvloed wordt door de partij die op dit moment de investering doet) tot aan 2020 niet zal veranderen. M.a.w. als op dit moment een investeringsbeslissing wordt genomen over een warmtevoorziening dan blijft deze situatie onveranderd tot aan 2020.



Figuur 6 Gekozen referentie voor situatie binnen en buiten de grenzen van het project

De referentiesituatie voor alles wat zich buiten de projectgrenzen afspeelt (en dus niet kan worden beïnvloed door de investeerder) is gedefinieerd als de situatie die zou zijn ontstaan in 2020 bij uitvoering/voorzetting van het huidige beleid.

In de maatlat wordt hiervoor gebruik gemaakt van de referentieramingen van CPB, ECN en het PBL (CPB et al, 2006)<sup>9</sup>. In deze referentieramingen wordt met behulp van modellen een inschatting gemaakt van de Nederlandse energievraag en de invulling van het energieaanbod in 2020. Daarbij wordt o.a. meegenomen de invloed van energieprijzen, import en export van energie, technologische ontwikkelingen en de invloed van momenteel vastgesteld overheidsbeleid. Voor de aanbodkant betreft dit vooral het maken van een inschatting van het effect van emissiehandel (ETS) en de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). Dit betekent niet dat in de referentieramingen wordt verondersteld dat de doelstelling van de overheid (bv. 20% duurzame energie in 2020) zonder meer worden gehaald. In de ramingen wordt gekeken naar het effect van momenteel vastgesteld beleid, wat tot nu toe leidt tot een lager aandeel duurzaam dan de overheidsdoelstelling. De uniforme maatlat zal worden bijgewerkt op het moment dat er nieuwe referentieramingen worden gepubliceerd.

Concluderend betekent dit dat voor alles dat zich buiten de projectgrenzen afspeelt alle veranderingen (ten gevolge van beleidsinvloeden maar ook autonome technologische verbeteringen) tot 2020 worden meegenomen en dat centrale beleidsbeslissingen dan dus duidelijk zichtbaar worden in de keuze van de referentiesituatie.

## **2.7 Rekenregels en kengetallen: aansluiten bij regels en kengetallen waar al consensus over bestaat**

Bij de keuze van rekenregels en kengetallen is (daar waar mogelijk) aangesloten bij bronnen en kengetallen die herkenbaar zijn voor de potentiële gebruikers van de maatlat en waarover consensus bestaat bij diverse partijen dat dit momenteel de best beschikbare rekenregels en kengetallen zijn.

## **2.8 Kengetallen en rekenregels EPN (nieuwbouw) en EI (bestaande bouw) leidend voor gebouwgebonden en lokale opties**

Voor de gebouwgebonden maatregelen en lokale warmtevoorzieningsopties (zoals een zonneboiler, micro-WKK of een HR warmtepompcombi) wordt aangesloten bij de kengetallen en rekenregels die gebruikt zijn voor de berekening van de EPN voor nieuwbouw en de Energie Index (EI) voor bestaande bouw. De aanpak en gebruikte kengetallen zijn breed bediscussieerd en er is een heldere procedure

---

<sup>9</sup> CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en Leefomgeving, [www.welvaartenleefomgeving.nl](http://www.welvaartenleefomgeving.nl)

voor verzoeken tot het aanbrengen van wijzigingen in kengetallen en het opnemen van opties.

## **2.9 Grote diversiteit van bronnen voor de prestaties van de warmte- en koudevoorziening op wijk- en centraal niveau**

Voor het bepalen van de energie- en milieuprestaties van de warmte- en koudevoorziening op wijk en centraal niveau is momenteel geen uniforme set kengetallen beschikbaar waarover brede consensus bestaat. Voor de uniforme maatlat is daarom geput uit diverse bronnen. In expert workshops die in het kader van dit project zijn georganiseerd op 12 december 2008, 5 maart en 6 oktober 2009, zijn kengetallen en rekenmethodes aan experts voorgelegd en waar nodig aangepast.

## **2.10 Gebruikte kengetallen**

Het doel van de uniforme maatlat is om een zo goed mogelijke voorspelling te maken van de toekomstige energievraag en CO<sub>2</sub>-emissie van gebouwen. Om een reëel beeld te krijgen van de toekomstige energieprestaties en CO<sub>2</sub>-reducties van verschillende systemen voor de warmte- en koudevoorziening zou bij de doorrekening gebruik gemaakt moeten worden van kengetallen over de werkelijke prestaties van gebouwen en warmte- en koudesystemen in de praktijk. Deze versie van de uniforme maatlat maakt gebruik van een mix van kengetallen. Het betreft zowel de prestaties van systemen in praktijkomstandigheden, de prestaties van systemen onder geconditioneerde omstandigheden, als berekende waarden waarbij een mix van theoretische en praktijkwaarden wordt gebruikt. Dit sluit aan bij de huidige aanpak gehanteerd binnen bijvoorbeeld de EPN en het OEI model waarbij ook wordt getracht met de momenteel best beschikbare gegevens de toekomstige energieprestatie van woningen zo goed mogelijk te benaderen.

In 2009 is binnen het Nationaal Expertisecentrum Warmte gestart met het project “Warmtetechnieken in de Praktijk”. Binnen dit project worden door middel van studies en veldtesten gegevens verzameld over de energieprestaties van verschillende warmtetechnieken zodat in de toekomst de voorspellingen van het energiegebruik van woningen verder verbeterd kunnen worden.

## **2.11 Projectsamenhangende situaties**

In specifieke projectsituaties is het mogelijk om af te wijken van de kengetallen uit de uniforme maatlat. Dit betreft bijvoorbeeld situaties waarin al bekend is



welk type warmte- of koudevoorziening toegepast gaat worden en wat de energie- en CO<sub>2</sub>-prestaties van deze opties zijn. Het gebruik van eigen kengetallen moet daarbij wel goed onderbouwd zijn met referenties of gegarandeerd worden door leveranciers.

## 2.12 Omgaan met onzekerheden: ranges versus puntschattingen

Berekening van het toekomstige milieueffect van warmtevoorzieningsopties is omgeven met grote onzekerheden. Onzekerheden zijn o.a. het gevolg van het feit dat:

- gedrag van toekomstige bewoners en gebruikers niet bekend is (o.a. gebruik van warm tapwater of gewenste binnentemperatuur).
- prestaties van warmteproductietechnieken in de praktijk sterk kunnen afwijken van theoretisch berekende waarden (o.a. afhankelijk van de kwaliteit van de inregeling van installaties).
- gebruikstijden van utiliteitsgebouwen sterk uiteen kunnen lopen.
- onzeker is hoe de centrale elektriciteitsproductie zich zal ontwikkelen onder invloed van het beleid en door veranderingen in de energieprijzen van brandstoffen.

Een manier om met onzekerheden in berekeningen om te gaan is door met ranges te werken voor kengetallen (verwachte boven- en onderwaarde), wat resulteert in een boven- en onderwaarde voor de berekende energiebesparing, CO<sub>2</sub>-reductie en duurzame energiebijdrage van een alternatieve warmte- en koudevoorziening. Vooral opties waarbij aardgas wordt vervangen door elektriciteit (bv. warmtepomp) kunnen veronderstellingen grote invloed hebben op de resultaten (wel of geen CO<sub>2</sub>-reductie).

Om het eenvoudig te houden is er in deze versie van de uniforme maatlat voor gekozen om niet met ranges te werken maar met “de beste puntschatting” voor de diverse kengetallen. Hierbij moet dus worden benadrukt dat deze puntschattingen omgeven zijn met onzekerheden en dus in de praktijk lager of hoger uit kunnen vallen. Dit betekent bijvoorbeeld dat wanneer uit de berekeningen volgt dat techniek A 1% meer energie bespaart dan techniek B, techniek A niet per definitie beter is, maar door de ranges gelijkwaardig aan B.

Er zijn verschillende methoden en protocollen beschikbaar en in ontwikkeling voor de berekening van het energie- en milieueffect van energiesystemen. Op Europees niveau wordt in het kader van de monitoring van energiebesparing onder

de Energie Diensten richtlijn gewerkt aan de harmonisering van methoden voor de berekening van energiebesparing<sup>10</sup>. Verder wordt er gewerkt aan methoden voor de bepaling van de CO<sub>2</sub>-reductie van de verschillende EU richtlijnen op het gebied van energie- en klimaatbeleid op nationaal niveau<sup>11</sup>.

Omdat voorgenoemde methoden nog in ontwikkeling zijn sluiten wij voor deze eerste versie van de uniforme maatlat aan bij protocollen die in Nederland al breed geaccepteerd zijn. Dit betreft het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006)<sup>12</sup> en het Protocol Monitoring Energiebesparing (ECN et al, 2001)<sup>13</sup>. Daarbij is het Protocol Monitoring Duurzame Energie leidend geweest omdat dit meer uitgaat van concrete technieken, wat aansluit bij de werkwijze gevolgd in dit document. Het Protocol Monitoring Energiebesparing gaat uit van een ‘top down’ benadering en is daarom minder goed bruikbaar<sup>14</sup>. De bijdrage aan de duurzame energievoorziening is uitgedrukt in vermeden primaire energie.

Verder is het belangrijk om te melden dat volgens het Protocol Monitoring Energiebesparing het effect van minder fossiel energiegebruik door substitutie tussen energiedragers niet onder de definitie van besparing valt, maar onderdeel is van het structureffect. Dit betekent concreet dat bijvoorbeeld plaatsing van een zonneboiler niet leidt tot energiebesparing omdat de warmtevraag voor warm tapwater gelijk blijft. De zonneboiler leidt wel tot een bijdrage aan de duurzame energievoorziening en tot CO<sub>2</sub>-reductie.

Voor de broeikasemissies per brandstofsoort (kolen, aardgas, olie) is aangesloten bij de emissiefactoren zoals gebruikt voor de officiële inventarisatie van broeikasgasemissies voor de UNFCCC (MNP, 2008)<sup>15</sup>. Deze factoren worden periodiek aangepast. Op het moment dat een aanpassing wordt gepubliceerd zullen wij deze overnemen in de eerst volgende update van de maatlat.

---

<sup>10</sup> EMEES project <http://www.evaluate-energy-savings.eu/emees/en/home/index.php> (20 oktober 2008)

<sup>11</sup> Project “Quantification of the effects on greenhouse gas emissions of policies and measures” executed by AEAT, Fraunhofer ISI, Ecofys, University of Athens on behalf of DG Environment (in progress)

<sup>12</sup> SenterNovem (2006). Protocol Monitoring Duurzame Energie. Update 2006. Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van duurzame energiebronnen. SenterNovem, Utrecht, December 2006

<sup>13</sup> ECN, MNP, CPB, SenterNovem (2001) Protocol Monitoring Energiebesparing. ECN, Petten

<sup>14</sup> Zie voor details tabel 1.1 in het Protocol Monitoring Duurzame Energie.

<sup>15</sup> MNP (2008) Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2006 National Inventory Report 2008 (Page 229 Table A2.1 Netherlands fuels and standard CO<sub>2</sub> emission factors).

## 3 Praktische uitwerking

### 3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een uitgebreide beschrijving van de verschillende stappen die doorlopen moeten worden bij het toepassen van de uniforme maatlat. Daarnaast worden een aantal bijzondere situaties uitgebreider besproken. In **Bijlage 3** is verder een vereenvoudigd rekenschema opgenomen voor het uitvoeren van een berekening met de uniforme maatlat.

### 3.2 Berekening van de referentiesituatie voor woningen

Figuur 7 geeft een schematisch overzicht van de benodigde stappen voor het berekenen van de CO<sub>2</sub>-emissies en het primaire energiegebruik voor de referentiesituatie bij woningen.

1. De referentiesituatie voor *nieuwbouwwoningen* is bouwen volgens een EPN van 0,8. Het energiegebruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en hulpenergie+verlichting behorende bij een EPN van 0,8 wordt berekend volgens NEN 5128.
2. De referentiesituatie voor *bestaande woningen* is het huidige energiegebruik van de woningen. Het energiegebruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en hulpenergie+verlichting wordt berekend volgens de Energie Index (EI) berekeningsmethodiek.

Koeling wordt nog niet standaard toegepast in de woningbouw<sup>16</sup> en wordt daarom nog niet meegenomen voor woningen in deze versie van de uniforme maatlat, maar zal mogelijk wel in een volgende versie worden meegenomen.

3. Voor zowel de referentiesituatie in de nieuwbouw als de bestaande bouw wordt een vast bedrag meegenomen voor het elektriciteitsgebruik voor huishoudens van 4300 kWh per huishouden in 2020<sup>17</sup>. Het elektriciteits-

---

<sup>16</sup> Ook in de UKR tender energieneutraal wonen is nog geen aandacht besteed aan mogelijke toekomstige koelbehoefte.

<sup>17</sup> Volgens (CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en Leefomgeving, [www.welvaartenleefomgeving.nl](http://www.welvaartenleefomgeving.nl)) groeit het elektriciteitsgebruik bij huishoudens van gemiddeld 3300 kWh in 2000 naar 5300 kWh in 2040 in het Global Economy scenario. Onder de veronderstelling van lineaire groei tussen 2000 en 2040 resulteert dit in een totaal elektriciteitsverbruik van 4300 kWh in 2020. Onder de veronderstelling dat het elektriciteitsgebruik voor verlichting en hulpenergie op het niveau blijft zoals berekend via

verbruik voor apparatuur wordt berekend door het verschil te bepalen tussen het totale elektriciteitsverbruik en het verbruik van elektriciteit voor hulpenergie en verlichting zoals berekend volgens de EPN methodiek.

4. De resultaten uit de EPN en EI berekeningen en het elektriciteitsgebruik voor apparatuur worden vervolgens omgerekend naar nuttige warmtevraag dan wel primair energiegebruik per woning met behulp van de referentierendementen<sup>18</sup> uit de maatlat. Referentierendementen voor ruimteverwarming en warm tap water productie zijn in de EPN gegeven op bovenwaarde. Het is echter (Europees) gebruikelijker om met onderwaarden te rekenen. De kengetallen in hoofdstuk 4 zijn daarom allemaal gegeven op onderwaarde.

Het elektriciteitsgebruik voor hulpenergie+verlichting wordt in EPN en EI berekening omgerekend van finaal naar primair met een rendement voor de centrale elektriciteitsproductie van 39%, omdat in de uniforme maatlat een hoger rendement voor 2020 wordt gebruikt, moeten de resultaten uit deze berekeningen eerst weer worden omgerekend naar een finaal verbruik.

5. Het primaire energiegebruik wordt vervolgens omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies met CO<sub>2</sub>-emissiefactoren uit de maatlat.
6. Het aandeel duurzame energie wordt bepaald (indien van toepassing in de referentiesituatie) volgens de methodiek van het Protocol Monitoring Duurzame Energie (SenterNovem, 2006)<sup>19</sup>.

---

de EPC methode resulteert dit bijvoorbeeld in een elektriciteitsverbruik voor een rijtjeswoning van circa 2770 kWh in 2020 voor apparatuur. Dit elektriciteitsgebruik is vervolgens omgerekend naar een elektriciteitsgebruik voor apparatuur per m<sup>2</sup>. Vervolgens is verondersteld dat alle bij alle type woningen het elektriciteitsgebruik per m<sup>2</sup> gelijk is. Door ECN is aangegeven dat de groei van het elektriciteitsgebruik waarschijnlijk wat te hoog is. In het kader van de update van de referentieraming in 2009 zullen de ramingen voor het elektriciteitsgebruik voor apparaten worden aangepast (Telefonische mededeling Marijke Menkveld ECN, 18 december 2008). Na publicatie van de nieuwe referentieramingen zal worden bekeken of de uniforme maatlat aangepast moet worden.

<sup>18</sup> Referentierendement in de EPN gehanteerd voor ruimteverwarming is 95% op bovenwaarde (106% op onderwaarde) en voor warm tapwater 70% op bovenwaarde (78% op onderwaarde). Deze rendementen liggen hoger dan de rendementen gebruikt voor de berekening van de warmtetarieven. Het gemiddeld rendement verwarmingsdeel HR-ketel is 91% op bovenwaarde en het gemiddeld rendement warm water deel is 67% op bovenwaarde. Bron: EnergieNed (2008) Tariefadvies voor de levering van warmte aan Kleinverbruikers 2008. EnergieNed, Arnhem, 10 december 2007 (bijlage 2).

<sup>19</sup> SenterNovem (2006). Protocol Monitoring Duurzame Energie. Update 2006. Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van duurzame energiebronnen. SenterNovem, Utrecht, December 2006

Verklaring gebruikte codering

- Resultaat overgenomen uit EPN en EI berekeningen
- WLO berekeningen
- Resultaat berekening
- Kengetallen uit maatlat

Referentiesituatie in 2020

Finale energievraag		Primaire fossiele energievraag		CO2 emissie
Nuttige warmtevraag ruimteverwarming [GJ/woning]	/	Referentierendement HR ketel 95%	=	Aardgasgebruik ruimteverwarming [GJprimair/woning] * CO2 emissiefactor aardgas [ton/GJprimair] = CO2 emissie ruimteverwarming [ton]
Nuttige Warmtevraag warm tapwater [GJ/woning]	/	Referentierendement tapwater 70%	=	Aardgasgebruik tapwater [GJprimair/woning] * CO2 emissiefactor aardgas [ton/GJprimair] = CO2 emissie tap water [ton]
Finaal elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting= = (Electriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting [GJprimair/woning]) * 0,39	/	Fossiele rendement elekt-prod 2020	=	Primair fossiel energiegebruik elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting [GJprimair/woning] * CO2 emissiefactor elek. Prod. 2020 [ton/GJprimair] = CO2 emissie elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting [ton]
Elektriciteitsgebruik apparatuur [GJfinaal/woning]	/	Fossiele rendement elekt-prod 2020	=	Primair fossiel energiegebruik elektriciteitsgebruik apparatuur [GJprimair/woning] * CO2 emissiefactor elek. Prod. 2020 [ton/GJprimair] = CO2 emissie elektriciteitsgebruik apparatuur [ton]
			=	Totale fossiele primaire energievraag referentiesituatie [GJprimair/woning]
				Totale CO2 emissie referentiesituatie [ton]

Figuur 7 Praktische rekenstappen voor de berekening van de referentiesituatie voor woningen.

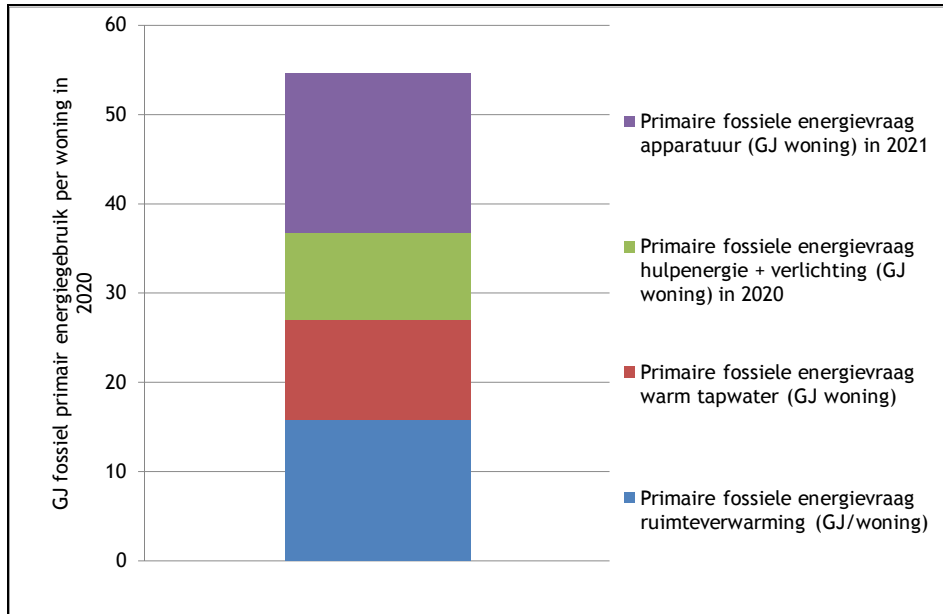
Tabel 2 geeft een overzicht van het energiegebruik voor 6 type referentienieuwbouwwoningen bij toepassing van het stappenplan beschreven in Figuur 7.

*Tabel 2 Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissies voor 6 referentie nieuwbouwwoningen met een EPN van 0,8 in 2020. Bron: Berekening o.b.v. SenterNovem (2008)<sup>20</sup>*

	Referentiewoningen	Primaire fossiele energievraag ruimteverwarming (GJ/woning)	Primaire fossiele energievraag warm tapwater (GJ woning)	Primaire fossiele energievraag hulpenergie + verlichting (GJ woning) in 2020	Primaire fossiele energievraag apparatuur (GJ woning) in 2020	Totale primair fossiele energievraag (GJ/woning) in 2020	CO <sub>2</sub> emissie (kg/woning) in 2020
1	Appartementencomplex	14	9	10	13	47	2680
2	Galerijcomplex	13	7	8	12	40	2270
3	Hoekwoning	21	11	11	18	61	3490
4	Tussenwoning	16	11	10	18	55	3143
5	Twee-onder-een-kapwoning	27	13	12	21	74	4228
6	Vrijstaande woning	35	14	15	24	89	5085
		Primaire fossiele energievraag ruimteverwarming (GJ/woning)	Primaire fossiele energievraag warm tapwater (GJ woning)	Elektriciteitsvraag hulpenergie + verlichting (kWh/woning)	Elektriciteitsvraag apparatuur (kWh/woning)		
1	Appartementencomplex	14	9	1589	2057		
2	Galerijcomplex	13	7	1189	1833		
3	Hoekwoning	21	11	1666	2773		
4	Tussenwoning	16	11	1528	2773		
5	Twee-onder-een-kapwoning	27	13	1927	3309		
6	Vrijstaande woning	35	14	2341	3801		

Figuur 8 geeft een overzicht van het primaire fossiele energiegebruik voor een tussenwoning in 2020 (in GJ) verdeeld over ruimteverwarming, warm tapwater, apparatuur en hulpenergie en verlichting.

<sup>20</sup> SenterNovem (2008) Referentiewoning  
<http://www.senternovem.nl/epn/referentiewoningen>



*Figuur 8 Primair fossiele energiegebruik voor een tussenwoning in 2020 (in GJ) verdeeld over de verschillende functies*

**Verklaring gebruikte codering**

	Resultaat overgenomen uit EPN en EI berekeningen
	WLO berekeningen
	Resultaat berekening
	Kengetallen uit maatlat

**Referentiesituatie in 2020**

Finale energievraag		Primaire fossiele energievraag		CO2 emissie		
Nuttige warmtevraag ruimteverwarming [GJ/m <sup>2</sup> ]	Referentierendement HR ketel 95%	Aardgasgebruik ruimteverwarming [GJprimair/m <sup>2</sup> ]	CO2 emissiefactor aardgas [ton/GJprimair]	CO2 emissie ruimteverwarming [ton]		
Nuttige warmtevraag warm tapwater [GJ/m <sup>2</sup> ]	Referentierendement tapwater 70%	Aardgasgebruik tapwater [GJprimair/m <sup>2</sup> ]	CO2 emissiefactor aardgas [ton/GJprimair]	CO2 emissie tap water [ton]		
Nuttige koelvraag [GJ/m <sup>2</sup> ]= = (Elektriciteitsgebruik koeling [GJprimair/m <sup>2</sup> ]) * 0,39 * Referentierendement koeling	Fossiele rendement elekt-prod 2020	Primair fossiel energiegebruik elektriciteitsgebruik koeling [GJprimair/m <sup>2</sup> ]	CO2 emissiefactor elek. Prod. 2020 [ton/GJprimair]	CO2 emissie koeling [ton]		
Finaal elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting= = (Elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting [GJprimair/m <sup>2</sup> ]) * 0,39	Fossiele rendement elekt-prod 2020	Primair fossiel energiegebruik elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting [GJprimair/m <sup>2</sup> ]	CO2 emissiefactor elek. Prod. 2020 [ton/GJprimair]	CO2 emissie elektriciteitsgebruik hulpenergie+verlichting [ton]		
Niet-gebouwend elektriciteitsgebruik [GJfinaal/m <sup>2</sup> ]	Fossiele rendement elekt-prod 2020	Primair fossiel energiegebruik elektriciteitsgebruik niet gebouwend elektriciteitsgebruik [GJprimair/m <sup>2</sup> ]	CO2 emissiefactor elek. Prod. 2020 [ton/GJprimair]	CO2 emissie elektriciteitsgebruik apparatuur [ton]		
=			=		=	
Totale fossiele primaire energievraag referentiesituatie [GJprimair/m <sup>2</sup> ]			Totale CO2 emissie referentiesituatie [ton]			

Figuur 9 Praktische rekenstappen voor de berekening van de referentiesituatie voor de utiliteit



### 3.3 Berekening van de referentiesituatie voor utiliteit

Figuur 9 geeft een schematisch overzicht van de benodigde stappen voor het berekenen van de CO<sub>2</sub>-emissies en het primaire energiegebruik voor de referentiesituatie voor utiliteitsgebouwen.

1. De referentiesituatie voor *nieuwe utiliteitsgebouwen* is bouwen volgens de huidige EPN (zie Tabel 1). Het energiegebruik voor ruimteverwarming, warm tapwater, koeling, hulpenergie en verlichting en ventilatie behorende bij de huidige EPN berekend volgens de NEN.
2. De referentiesituatie voor *bestaande utiliteitsgebouwen* is het huidige energiegebruik van de gebouwen. Het energiegebruik voor ruimteverwarming, warm tapwater, koeling, hulpenergie en verlichting behorende bij de huidige EPN worden berekend volgens de Energie Index (EI) berekeningsmethodiek.
3. Voor zowel de referentiesituatie in de nieuwbouw als de bestaande bouw wordt het *niet-gebouwgebonden* elektriciteitsgebruik voor de verschillende type utiliteitsgebouwen meegenomen. Dit betreft al het elektriciteitsgebruik dat niet is opgenomen in de EPC berekeningen zoals het gebruik voor kantoorapparatuur, liften, noodstroomvoorzieningen en keukenapparatuur. Het elektriciteitsgebruik varieert zeer sterk binnen de utiliteitssector en er zijn geen aparte data beschikbaar voor het gebruiksgebonden elektriciteitsgebruik. We hanteren daarom een pragmatische benadering door het verschil te bepalen tussen het totale elektriciteitsverbruik (dus gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden) en het verbruik van elektriciteit voor hulpenergie, verlichting en koeling zoals berekend volgens de EPN methodiek.
4. De resultaten uit de EPN en EI berekenen en het elektriciteitsgebruik voor apparatuur worden vervolgens omgerekend naar nuttige warmte- en koudevraag dan wel primair energiegebruik per m<sup>2</sup> met behulp van de referentierendementen <sup>21</sup> uit de maatlat. Referentierendementen voor ruimteverwarming, warm tap water productie en koeling zijn in de EPN gegeven op bovenwaarde. Het is echter (Europees) gebruikelijker om met onderwaarden te rekenen. De kengetallen in hoofdstuk 4 zijn daarom allemaal gegeven op onderwaarde.
5. Het primaire energiegebruik wordt vervolgens omgerekend naar CO<sub>2</sub>-emissies met CO<sub>2</sub>-emissiefactoren uit de maatlat.

---

<sup>21</sup> Referentierendement in de EPN gehanteerd voor ruimteverwarming is 95% op bovenwaarde (106% op onderwaarde) en voor warm tapwater 70% op bovenwaarde (78% op onderwaarde).

6. Het aandeel duurzame energie wordt bepaald (indien van toepassing in de referentiesituatie) volgens de methodiek van het Protocol Monitoring Duurzame energie (SenterNovem, 2006).

### 3.4 Berekening projectalternatieven

Voor de projectalternatieven wordt een onderscheid gemaakt naar opties op centraal, wijk en lokaal niveau. Tabel 3 geeft een overzicht van mogelijke projectsituatie op de drie niveaus.

Bij centrale opties wordt een onderscheid gemaakt tussen restwarmte en aftapwarmte. Daarbij worden de volgende definities gehanteerd:

- **Restwarmte** is warmte die vrijkomt/gelooft wordt op het moment dat het voor de betreffende partij (AVI, industrie, elektriciteitsproducent) geen waarde meer heeft.
- **Aftapwarmte** is warmte die (bij)geproduceerd wordt in bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale waarbij bewust de keuze wordt gemaakt om minder elektriciteit te produceren en meer warmte te leveren als de netto milieuopbrengsten daarvan positief zijn.

*Tabel 3 Voorbeelden van mogelijke projectsituaties op lokaal, wijk en centraal niveau*

Centraal	Wijkniveau	Lokaal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rest- of aftapwarmte AVI</li> <li>• Rest- of aftapwarmte energiecentrale</li> <li>• Restbenutting industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bio-WKK</li> <li>• Gas-WKK</li> <li>• Collectieve warmtepompen (&gt; 100 kWth elektrisch of gas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na-isolatie bestaande woningen</li> <li>• Passieve woning</li> <li>• Zonneboiler</li> <li>• Warmtepompen</li> <li>• Micro-WKK</li> <li>• HR-ketel / warmtepompcombi</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diepe geothermie</li> </ul>	

- **Lokale opties:** Voor de berekening van projectsituaties waarin lokale opties worden toegepast, wordt dezelfde aanpak gevolgd als voor de berekening van de referentiesituatie. Dit betekent dat gewerkt wordt met de kengetallen zoals opgenomen in normen voor de EPC berekeningen voor de woningbouw en de utiliteitssector en de richtlijnen voor de EI berekeningen voor de bestaande bouw.
- **Wijk en centrale opties:** Voor de berekening van de projectsituaties voor wijk en centrale opties zijn de rekenstappen schematisch weergegeven in

Figuur 10 voor de woningbouw en Figuur 11 voor de utiliteitssector. Veronderstelling die gemaakt worden bij de doorrekening zijn:

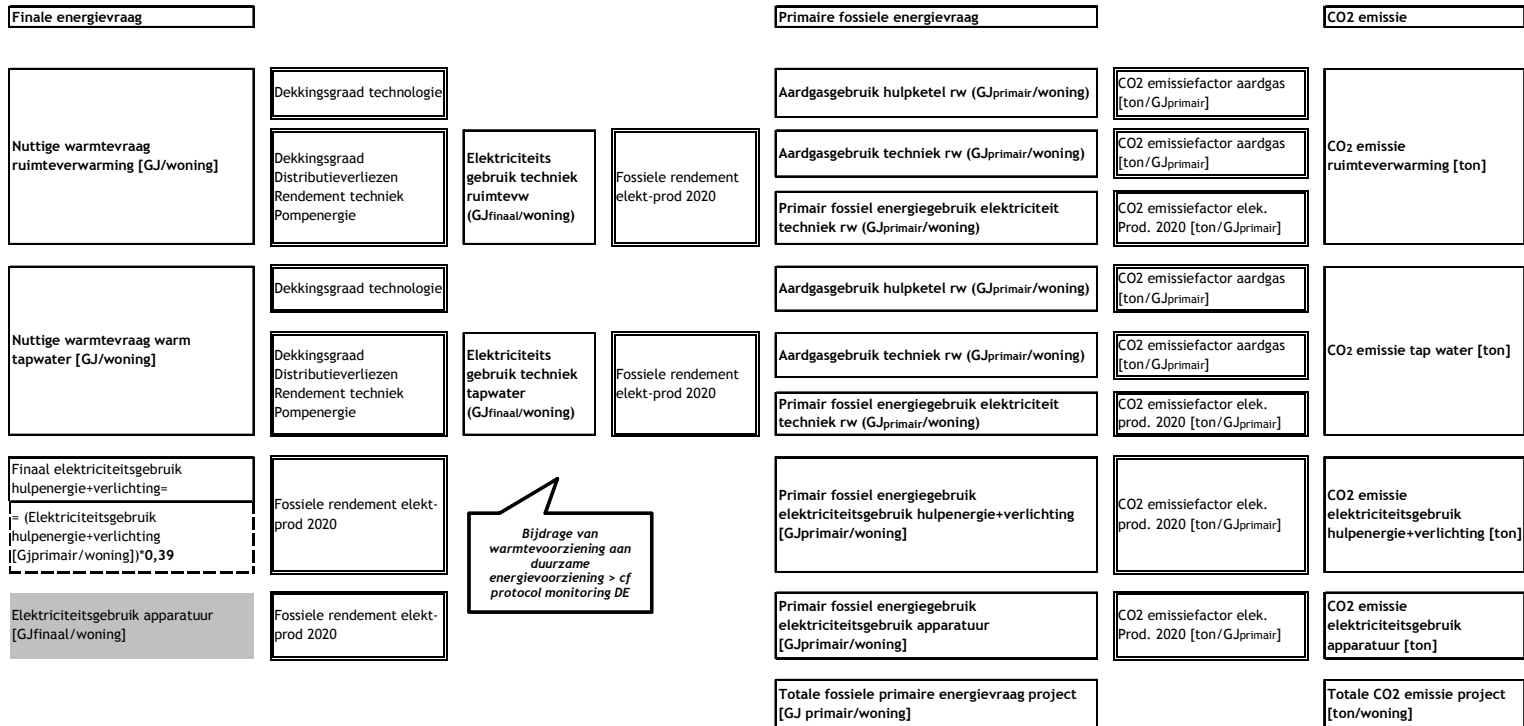
- Energiegebruik voor verlichting en hulpenergie blijft in de projectsituatie gelijk aan de referentiesituatie en kan dus worden overgenomen uit de EPC en EI berekeningen.
- Finale warmte- en koelvraag (dus de hoeveelheid warmte en koeling die in de referentiesituatie wordt afgegeven door de referentietechniek) is onafhankelijk van het type verwarmingssysteem dat wordt gebruikt.
- Voor wijk en centrale opties moeten veronderstellingen worden gemaakt over de dekkinggraad van de opties, distributieverliezen, rendement van de techniek en de hoeveelheid benodigde pompenergie. De uniforme maatlat geeft kengetallen voor deze parameters.
- Voor omrekening naar primair energiegebruik, CO<sub>2</sub>-emissies en bijdrage aan duurzame energie wordt dezelfde aanpak gevolgd als voor de berekening van de referentiesituatie.

Figuur 10 en Figuur 11 geven een overzicht van de rekenstappen voor de doorrekening van de projectalternatieven voor respectievelijk de woningbouw en de utiliteitsbouw.

Verklaring gebruikte codering

- Resultaat overgenomen uit EPN en EI berekening
- WLO berekeningen
- Resultaat berekening
- Kengetallen uit maatlat

Projectsituatie in 2020: wijk- en centraal

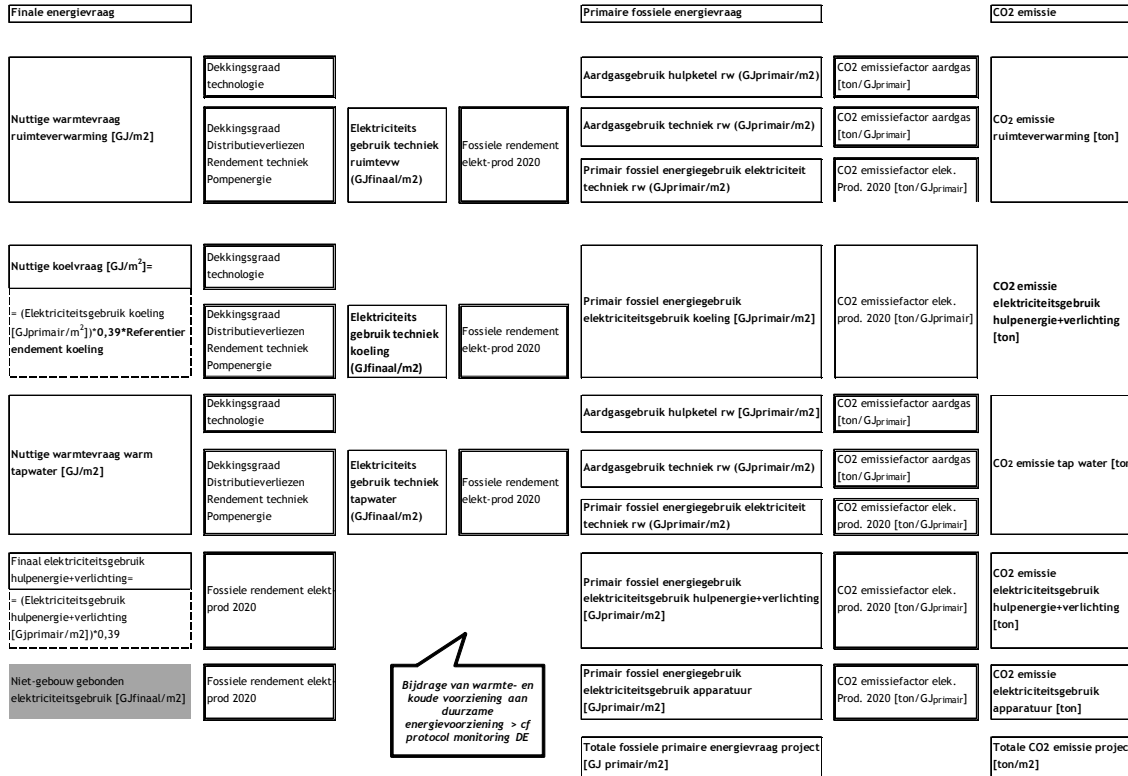


Figuur 10 Praktische rekenstappen voor de berekening van projectsituaties bij woningen

Verklaring gebruikte codering

- Resultaat overgenomen uit EPN en EI berekening
- WLO berekeningen
- Resultaat berekening
- Kenngetallen uit maatlat

Projectsituatie in 2020: wijk- en centraal



Figuur 11 Praktische rekenstappen voor de berekening van projectsituaties bij utiliteitsgebouw

### 3.5 Behandeling van biomassa installaties

De uniforme maatlat hanteert als uitgangspunt dat alle warmte en/of elektriciteit geproduceerd met installaties die als brandstof biomassa gebruiken geen broeikasgassen emitteren in de gebruiksfase. Dit betekent dat installaties die deels fossiele brandstoffen en deels biomassa als input gebruiken, voor de berekeningen in het kader van de uniforme maatlat virtueel gesplitst moeten worden in een fossiele en een biomassa installatie.

### 3.6 Berekenen van besparingen bij WKK installaties

Het schema in Figuur 10 is toepasbaar voor alle opties waarbij geen elektriciteitsproductie plaatsvindt. In het geval van warmte kracht koppeling (WKK) vindt zowel productie van warmte als elektriciteit plaats. Daarbij kunnen 2 situaties worden onderscheiden:

1. **De WKK is wel onderdeel van het project.** Dit betekent dat een investering in een WKK onderdeel vormt van het project. In dat geval mogen zowel besparingen op het primaire energiegebruik voor de warmteproductie als de elektriciteitsproductie aan het project worden toegerekend. Indien de WKK onderdeel is van het project moet ook rekening worden gehouden met de vermeden netverliezen en wordt voor de gescheiden productie van elektriciteit gerekend met het gemiddelde rendement geleverd bij de gebruiker.

**Uitwisseling van elektriciteit met het net.** Als de WKK onderdeel is van het project wordt verondersteld dat de geproduceerde elektriciteit lokaal wordt geconsumeerd. Wanneer op **jaarbasis** de elektriciteitsproductie van de WKK hoger is dan de lokale elektriciteitsvraag dan wordt verondersteld dat de elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net. De vermeden CO<sub>2</sub>-emissie is dan gelijk aan de emissies van het gemiddelde park in Nederland in 2020. Wanneer op jaarbasis de elektriciteitsproductie van de WKK lager is dan de lokale elektriciteitsvraag dan wordt verondersteld dat elektriciteit wordt afgenomen van het net en een CO<sub>2</sub>-uitstoot heeft gelijk aan de emissies van het gemiddelde park in Nederland in 2020.

2. **De WKK vormt geen onderdeel van het project** en bevindt zich buiten de projectgrenzen. In dat geval kunnen de besparingen op elektriciteitsproductie niet aan het project worden toegerekend.

In dit geval wordt zowel in de referentiesituatie als in de projectsituatie de elektriciteitsconsumptie omgerekend naar primair energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissie door uit te gaan van het gemiddelde elektriciteitspark in Nederland. In een dergelijk geval moet wel een keuze gemaakt worden over de **allocatie** van het brandstofverbruik aan de geproduceerde warmte en elektriciteit. In de uniforme maatlat kiezen wij er voor om het brandstofverbruik aan de geproduceerde warmte en elektriciteit toe te rekenen op basis van de **exergie-inhoud** van de producten.

$$\text{Brandstofverbruik warmteproductie} = \frac{[(\text{Kwaliteitsfactor} * \text{warmteproductie}) / (\text{elektriciteitsproductie} + \text{Kwaliteitsfactor} * \text{warmteproductie})] * \text{Brandstofinzet}}$$

*Kwaliteitsfactor* =

$$\text{Exergie-inhoud} / \text{Energie-inhoud} = 1 - T_0 / T_1,$$

$T_0$  = referentietemperatuur (veelal de gemiddelde jaarlijkse buitentemperatuur)

$T_1$  =  $T_0$  plus temperatuurniveau van de thermische energiestroom.

Tabel 4 geeft een overzicht van kwaliteitsfactoren voor warmtegebruik in verschillende sectoren zoals gehanteerd in het Protocol Monitoring Duurzame Energie.

*Tabel 4 Kwaliteitsfactoren voor warmtegebruik in verschillende sectoren (SenterNovem, 2006).*

	Kwaliteitsfactor
Winningsbedrijven	
• Omzettingsbedrijven	0,40
• Distributiebedrijven	0,20
Afnemers	
• Industrie	0,40
• Huishoudens	0,20
• Overige	0,20

### 3.7 Berekenen van besparing bij fossiele warmteaftapinstallaties<sup>22</sup>

Aftapwarmte is warmte die (bij)geproduceerd wordt in bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale of afvalverbrandingsinstallatie waarbij bewust de keuze wordt gemaakt om minder elektriciteit te produceren en meer warmte te leveren als de netto milieupbrengsten daarvan positief zijn. Bij warmteaftapinstallaties met als input een *fossiele brandstof* rekenen we in de uniforme maatlat met *het verlies aan elektriciteitsproductie per eenheid geleverde warmte*. De brandstof nodig om dit verlies aan elektriciteitsproductie te compenseren wordt dan toegerekend aan de geproduceerde warmte. Daarbij wordt verondersteld dat het verlies aan elektriciteitsproductie wordt gecompenseerd door elektriciteit die elders in Nederland wordt geproduceerd. Met de benadering wordt in principe alle besparingen toegerekend aan de geproduceerde warmte. Het primaire fossiele brandstofgebruik voor de productie van de warmte is in dat geval gelijk aan:

$$\text{Primaire fossiele brandstofinzet warmteproductie (GJprimair/GJ warmte)} = \frac{\text{Verlies aan elektriciteitsproductie t.g.v. warmteproductie (GJe/GJ warmte)}}{\text{Elektrisch rendement centrale elektriciteitsproductie in NL in 2020 (\%)}}$$

Voor de keuze van de referentierendement zie paragraaf 4.1.

### 3.8 Berekenen van besparing bij warmtelevering door AVI's

Ongeveer de helft (op basis van verbrandingswaarde) van de input van AVI's is van biogene oorsprong en kan dus worden aangemerkt als CO<sub>2</sub>-vrij. In de benadering van de maatlat moet de AVI dan worden gesplitst in een fossiel deel en een biogeen deel op basis van het aandeel van het afval dat als duurzaam kan worden bestempeld (op basis van verbrandingswaarde). Voor de berekening van de emissies van de warmte geproduceerd met het fossiele deel wordt dan gerekend met het verlies aan elektriciteitsproductie (zie paragraaf 3.8) en het biogene deel wordt gehandeld als een biomassacentrale.

$$\text{Primaire fossiele brandstofinzet totale warmteproductie AVI (GJprimair/GJ warmte)} = \frac{\text{Verlies elektriciteitsproductie W prod (GJe/GJ warmte)} * (1 - \text{aandeel duurzaam AVI})}{\text{Elektrisch rendement centrale elektriciteitsproductie in NL (\%)}}$$

<sup>22</sup> Zie voor een uitgebreide discussie over dit onderwerp [www.expertisecentrumwarmte.nl](http://www.expertisecentrumwarmte.nl) (Notitie waardering van warmte uit aftapinstallaties en afvalverbrandingsinstallaties).



### 3.9 Equivalent opwekkingsrendement

Voor de waardering van projecten op het gebied van aftapwarmte in de EPC wordt veelal een gelijkwaardigheidsverklaring opgesteld. In deze gelijkwaardigheidsverklaring wordt een *equivalent opwekkingsrendement* berekend waarmee de EPC berekeningen uitgevoerd kunnen worden. In formule vorm ziet de berekening er als volgt uit:

*Equivalent omzettingrendement* =

$$\frac{\text{Nuttige warmte geleverd bij de woning}}{\text{Primaire energie-inzet om deze nuttige warmte bij de woning te krijgen}}$$

Bij de berekening van de “nuttige warmte” die bij de woning aankomt, moet rekening worden gehouden met energieverliezen die onderweg optreden bij de distributie van de warmte. De verliezen zijn daarbij o.a. afhankelijk van de lengte van het leidingennetwerk en de temperatuur waarop de warmte wordt gedistribueerd. De “energie-inzet om deze nuttige warmte bij de afnemer te krijgen” bestaat uit de brandstofinzet voor de warmteproductie en de pompenenergie nodig om de warmte van de centrale naar de woning te pompen. Verder moet gecorrigeerd worden voor aardgas die nog verstoekt moet worden in hulpketels wanneer de aftapinstallatie niet 100% van de warmtevraag dekt. In formule vorm ziet de berekening er dan als volgt uit:

*Equivalent omzettingrendement* =

$$\frac{\text{Nuttige warmte geleverd bij de woning}}{(\text{Brandstofinzet warmteproductie} * \text{warmteproductie installatie} + \text{prim. pompenenergie} + \text{aardgasgebruik hulpketels})}$$

### 3.10 Berekening gerealiseerde prestaties

*Besparing op primair energiegebruik in 2020 (GJprimair)=*

Primair energiegebruik referentiesituatie 2020 - Primair energiegebruik projectsituatie 2020

*Besparing op primair energiegebruik in 2020 (%)=*

(Primair energiegebruik referentiesituatie 2020 - Primair energiegebruik projectsituatie 2020) / Primair energiegebruik referentiesituatie 2020

*CO<sub>2</sub>-reductie in 2020 (ton)=*  
CO<sub>2</sub>-emissie referentiesituatie 2020 - CO<sub>2</sub>-emissie projectsituatie 2020

*CO<sub>2</sub>-reductie in 2020 (%)=*  
(CO<sub>2</sub>-emissie referentiesituatie 2020 - CO<sub>2</sub>-emissie projectsituatie 2020) / CO<sub>2</sub>-emissie referentiesituatie 2020

*Bijdrage duurzame energie in 2020 (GJprimair)=*  
Bijdrage duurzame energie projectsituatie 2020

## 4 Kengetallen<sup>23</sup>

### 4.1 Referentiesituatie voor de elektriciteitsproductie<sup>24</sup>

Verschillende alternatieven voor de warmtevoorziening leiden naast een verandering in het aardgasgebruik ook tot veranderingen in het elektriciteitsgebruik (bijvoorbeeld elektriciteitsgebruik van warmtepompen of elektriciteitsproductie d.m.v. WKK). Om het effect van veranderingen in het elektriciteitsgebruik op het fossiele energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies te kunnen bepalen moeten veronderstellingen worden gemaakt over de wijze waarop de elektriciteit wordt (of zou zijn) geproduceerd in afwezigheid van het project. In uniforme maatlat hanteren wij de *toekomstige mix van technieken ingezet in het Nederlandse elektriciteitspark* als referentie. Voor een uitgebreid overzicht van de mogelijke keuzes voor de referentiesituatie voor elektriciteitsproductie en de argumenten voor of tegen bepaalde keuzes zie Bijlage 2 en de notitie over waardering van warmte uit aftapinstallaties.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de keuze van de referentiesituatie de milieuprestaties van technologieën waarbij 1) aardgas wordt vervangen door elektriciteit voor de productie van warmte (warmtepomp) of 2) naast warmte ook elektriciteit wordt geproduceerd (WKK) sterk kan beïnvloeden. De benadering in de uniforme maatlat wijkt af van de benadering binnen de EPL en het OEI model waarbij destijds de keuze is gemaakt voor de STEG als referentietechnologie. De EPN hanteert 39% als rendement, omdat dit de situatie was bij invoering van de EPN.

### 4.2 Fossiel rendement CO<sub>2</sub>-emissiefactor en in 2020

Tabel 5 geeft 1) een overzicht van de CO<sub>2</sub>-emissies voor de gemiddelde mix van technologieën ingezet voor de productie van elektriciteit in Nederland in 2020, en 2) het fossiele rendement van de mix van ingezette technieken. Omdat het beleid op het gebied van de verduurzaming van warmte tot doel heeft om het gebruik van fossiele energiebronnen te verminderen hanteren wij het **fossiel rendement**

---

<sup>23</sup> Alle rendementen in dit hoofdstuk zijn aangegeven op onderwaarde. Omdat de EPN methodiek rendementen hanteert op bovenwaarde, worden de resultaten van de EPN berekeningen voor ruimteverwarming en warm tapwater omgerekend met rendementen op bovenwaarde (zie opmerkingen in hoofdstuk 3).

<sup>24</sup> Voor een uitgebreid overzicht van de mogelijke keuzes voor (de berekening) van het referentierendement van de elektriciteitsproductie zie **Bijlage 2**

om te berekenen wat het beslag is op primaire fossiele energiebronnen in de referentiesituatie en voor de projectalternatieven. Voor een uitgebreide verantwoording van de gemaakte keuze en berekeningen van het fossiel rendement zie **Bijlage 2**.

*Tabel 5 Fossiele rendement en CO<sub>2</sub>-emissies voor de gemiddelde mix van technologieën ingezet voor de productie van elektriciteit in Nederland. Bronnen; (CPB et al, 2006)<sup>25</sup>, CBS (2008)<sup>26</sup>, CBS (2009)<sup>27</sup>,*

Kengetal	2007	2020	Eenheid
Fossiel rendement (onderwaarde) af productie	48%	56%	%
Fossiel rendement (onderwaarde) geleverd bij gebruiker	46%	55%	%
CO <sub>2</sub> -emissies (totale mix 2020)	63,7	59,4	kg/GJ <sub>primaire</sub>
CO <sub>2</sub> -emissie/kWh geleverd af productie	0,522	0,470	kg/kWh
CO <sub>2</sub> -emissie/kWh geleverd bij gebruiker	0,545	0,489	kg/kWh

Er wordt gerekend met het gemiddelde fossiel rendement geleverd bij de gebruiker voor de gevallen waarin geproduceerde elektriciteit (bijvoorbeeld in het geval van WKK) binnen de grenzen van het project wordt geconsumeerd en dus ook sprake is van vermeden distributieverliezen. In alle andere gevallen wordt gerekend met gemiddeld fossiel rendement af productie.

### 4.3 Inkoop van groene stroom

De CO<sub>2</sub>-emissie gekoppeld aan de consumptie van elektriciteit in de woningbouw kan verder worden gereduceerd door het inkopen van groene stroom. De investeerder in een warmtevoorziening heeft echter geen invloed op de inkoop van stroom door de bewoners. Bewoners zijn vrij om hun eigen elektriciteitsaanbieder te kiezen. In de uniforme maatlat wordt een verdere CO<sub>2</sub>-reductie door de inkoop van groene stroom daarom niet in de berekeningen meegenomen.

---

25 CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en Leefomgeving, [www.welvaartenleefomgeving.nl](http://www.welvaartenleefomgeving.nl)

26 CBS (2008) Duurzame energie in Nederland 2007. CBS 2008

27 CBS (2009) Download van Statline. 21 januari 2009

#### 4.4 CO<sub>2</sub>-emissie factoren

*Tabel 6 Kengetallen voor de omrekening van fossiel energiegebruik naar CO<sub>2</sub>-emissies voor 2020 (MNP, 2008)<sup>28</sup>*

Kengetal	2020	Eenheid
CO <sub>2</sub> -emissie aardgas <sup>1</sup>	57	kg/GJ <sub>primaïr</sub>
CO <sub>2</sub> -emissie kolen	95	kg/GJ <sub>primaïr</sub>

<sup>1</sup> De overheid stimuleert de productie van groen gas vanuit de SDE regeling. Groen gas kan ingevoerd worden in het gasnet. Naar verwachting is het effect van groen gas op de emissiefactor voor aardgas in 2020 nog te verwaarlozen.

#### 4.5 Distributieverliezen en benodigde pompenergie voor wijk- en centrale systemen

Het verlies aan warmte in een distributienetwerk op wijk en centraal niveau wordt onder andere bepaald door het temperatuurtraject waarop het systeem bedreven wordt en de uitgestrektheid van het netwerk. Tabel 7 geeft kengetallen voor distributieverliezen en benodigde pompenergie voor wijk en centrale warmtedistributiesystemen op verschillende temperatuurniveaus.

*Tabel 7 Kengetallen voor distributieverliezen en benodigde pompenergie voor wijk- en centrale systemen per woning. Bron: [1] SenterNovem (2007)<sup>29</sup>, Essent (2009)<sup>30</sup>, DWA (2002)<sup>31</sup>*

Kengetal		Eenheid	Bron
Distributieverliezen - centraal systeem - laagbouw - aftap op 90-120 °C	10	GJ/woning	[1]
Distributieverliezen - wijksysteem - laagbouw - aftap op 90-120 °C	8	GJ/woning	[1]
Distributieverliezen - wijksysteem-gestapelde bouw - aftap op 90-120 °C	4	GJ/woning	[2], [3]
Distributieverliezen -Lage Temperatuurssysteem	3	GJ/woning	[1]
Pompenergie	0,018	GJe/GJ warmte	[1]

<sup>28</sup> MNP (2008) Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2006 National Inventory Report 2008 (Page 229 Table A2.1 Netherlands fuels and standard CO<sub>2</sub> emission factors)

<sup>29</sup> SenterNovem (2007) Warmteleveringsystemen voor Nederland. Hoofdrapport. Juli 2007 (concept).

<sup>30</sup> Email Ton Goossens Essent Warmte 15 januari 2009

<sup>31</sup> DWA (2002) Rendementen installatie opties. DWA, april 2002. Notitie in het kader van het project OEI-2

#### 4.6 Rendementen warmtepompen

Tabel 8 geeft een overzicht van de COP (Coëfficiënt Of Performance) waarden voor centraal opgestelde warmtepompsystemen (voor de COP's van individuele warmtepompen worden de waarden gehanteerd uit de EPN). Het betreft de lage forfaitaire waarden zonder kwaliteitscriterium voorgesteld voor opname in de EPN voor warmtepompen die gebruik maken van een open systeem. De COP heeft alleen betrekking op de prestaties van de warmtepomp. Daarnaast is de COP gegeven voor de benodigde pompenergie voor het oppompen van het grondwater uit de aquifer. Het extra energiegebruik voor het "laden" van de aquifer in de zomer is niet meegenomen, daarnaast is geen rekening gehouden met mogelijk extra energiegebruik bij diepe aquifers.

*Tabel 8 Kengetallen van COP voor centraal opgestelde warmtepompen. Bron: EPN (2008)<sup>32</sup>, IF Technology (2007)<sup>33</sup>*

Warmtepomp type	Max aanvoer temperatuur	COP <sub>rw</sub> WP ruimteverwarming	COP <sub>tw</sub> WP tapwater	COP <sub>pe</sub> Pompenergie aquifer
Grondwater/water (aquifer)	< 35 °C	4,4	2,1	49
	35-45 °C	3,8		

Daarbij is:

$$\text{Elektriciteitsgebruik WP} = \frac{WV_{rw}}{COP_{rw}} + \frac{WV_{tw}}{COP_{tw}} + \frac{(WV_{rw} + WV_{tw})}{COP_{pe}}$$

Waarbij:

$WV_{rw}$  = warmtevraag voor ruimteverwarming

$WV_{tw}$  = warmtevraag voor warm tapwater

#### 4.7 Rendementen gasgestookte WKK-systemen

Tabel 9 geven kengetallen voor de huidige rendementen van gasgestookte WKK-systemen op wijkniveau. Hierbij moet worden opgemerkt dat het rendement van

<sup>32</sup> EPN (2008) Energieprestatie van gebouwen. NEN commissie: 351 074 21, Energieprestatie gebouwen. 2008/043.

<sup>33</sup> IF Technology (2007) Koude/warmteopslag in de praktijk. Meetgegevens van 67 projecten. IF Technology, Arnhem, 2/56280/MaK, mei 2007

WKK sterk wordt beïnvloed door inzet in de praktijk, bijvoorbeeld wanneer de WKK-systemen draaien zonder volledige warmtebenutting voor de levering van elektriciteit aan het net bij hoge elektriciteitsprijzen.

*Tabel 9 Kengetallen voor huidige rendementen van gasgestookte WKK gasmotor (ECN, 2008a)<sup>34</sup>*

Elektrisch rendement	41%
Warmte rendement	49%

Daarnaast moet worden opgemerkt dat bij gasmotoren methaanslib kan optreden. Dit kan een aanzienlijk negatief effect (tot 25%) hebben op de broeikasgasreductie.

#### 4.8 Biomassasystemen

Tabel 10 geeft kengetallen voor biomassa WKK-installaties die in principe op wijk- en centraal niveau toegepast kunnen worden en op dit moment opgenomen zijn in de SDE-regeling. Verder is het rendement gegeven van een biomassaketel die op wijkniveau wordt gestookt en alleen warmte levert.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de rendementen voor vergisting relatief laag zijn. Dit komt omdat het rendement betrokken is op de energie-inhoud van de ingaande biomassastroom. Het betreft dus de overall efficiency van het vergistingsproces en de gasmotor. Wanneer kan worden aangetoond dat het vergistingsproces niet tot het project behoort, kan gerekend worden met de rendementen van gasgestookte WKK-gasmotoren (zie Tabel 9).

De thermische rendementen gelden als alle warmte nuttig wordt gebruikt en de WKK op warmte is gestuurd.

---

<sup>34</sup> ECN (2008a) Onrendabele top berekeningen voor bestaande WKK 2008. ECN-E--08-022, mei 2008

*Tabel 10 Kengetallen voor huidige rendementen van kleinschalige biomassa installaties. Bronnen: ECN (2008b)<sup>35</sup> FNR (2007)<sup>36</sup>*

	Elektrisch	Thermisch
Verbranding van bio-olie of PPO in een dieselmotor (> 1 MWe)	42%	40%
Vergisting van biomassa en inzet van biogas in gasmotor	26%	26%
Verbranding van vaste biomassa met stoomcyclus (< 10 MWe)	23%	36%
Verbranding van vaste biomassa met stoomcyclus (10-50 MWe)	28,5%	48%
Verbranding biomassa in heet water ketel <sup>1</sup>		90%

<sup>1</sup> Rendement voor verbranding van houtsnippers/chips/chunks

#### 4.9 Centrale warmteproductie: restwarmte en aftapwarmte

Bij centrale warmteproductie is een onderscheid gemaakt naar benutting van restwarmte en aftapwarmte (zie paragraaf 3.4). Bij restwarmtebenutting wordt warmte, die anders in het milieu zou verdwijnen via de schoorsteen of het koelwater, nuttig gebruikt om woningen te voorzien van warmte. Dit gaat niet ten koste van het rendement van een installatie. Bij aftapwarmte gaat de productie van warmte ten koste van het rendement van het primaire proces (in de meeste gevallen elektriciteitsproductie of de verbranding van afval). Bij de gehanteerde kengetallen is de veronderstelling dat:

- de projectsituatie ongewijzigd blijft, dus dat tot 2020 levering plaats vindt door dezelfde elektriciteitscentrale en dat het rendement gelijk blijft.
- rendementsverlies optreedt t.g.v. aftappen van de warmte op 120°C bij zowel de AVI's, elektriciteitscentrales en de industrie. Er is verondersteld dat onder invloed van het Europese systeem van emissiehandel in 2020 de industrie verder op zoek zal gaan naar mogelijkheden voor energiebesparing en dat benutting van industriële warmte dus niet meer "gratis" zal zijn. In eerste instantie is een kengetal aangehouden van 0,10 GJ primair verlies per GJ geleverde warmte.

<sup>35</sup> ECN (2008b) Technische economische parameters van duurzame energieopties in 2009-2010. Eindadvies basisbedragen voor de SDE regeling. ECN-E-08-090. December 2008.

<sup>36</sup> Persoonlijke informatie Thijs Adriaanse 23 maart 2009 en FNR (2007) Marktübersicht. Hackschnitzel-Heizungen Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe 1997 ([http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_293mu\\_hackschnitzelheizungen\\_150dpi.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_293mu_hackschnitzelheizungen_150dpi.pdf))



- Verder is verondersteld dat bij aftap van de warmte op een temperatuurniveau van **70-80 °C** het verlies aan elektriciteitsopbrengst mag worden gehalveerd.

*Tabel 11 Kengetallen voor (1) vermindering van elektriciteitsproductie bij aftap van warmte op 120 °C en 70-80 °C bij elektriciteitscentrales en AVI's, (2) extra energieinzet bij aftap van warmte op 120 °C bij industriële installaties, (3) fractie duurzaam bij AVI's en (4) CO<sub>2</sub> emissies AVI's. Bronnen [1] SenterNovem (2007)<sup>37</sup>, [2] SenterNovem (2006)<sup>38</sup>, [3] SenterNovem 2009<sup>39</sup>.*

Kengetal	2020	Eenheid	Bron
Vermindering elektriciteitsopbrengst bij aftap 120 °C			
restwarmte AVI	0,18	GJ <sub>elektriteit</sub> /GJ warmte	[1]
restwarmte elektriciteitscentrale	0,18	GJ <sub>elektriteit</sub> /GJ warmte	[1]
Vermindering elektriciteitsopbrengst bij aftap 70-80 °C			
restwarmte AVI	0,09	GJ <sub>elektriteit</sub> /GJ warmte	
restwarmte elektriciteitscentrale	0,09	GJ <sub>elektriteit</sub> /GJ warmte	
Extra energiegebruik bij industriële warmtebenutting bij aftap 120 °C	0,10	GJ <sub>primair</sub> /GJ warmte	
Aandeel duurzame fractie AVI	47	%	[2]
CO <sub>2</sub> -emissie AVI	31	kg fossiele CO <sub>2</sub> /GJ <sub>afval</sub>	[3]

#### 4.10 Geothermie

Ervaring met geothermie projecten is in Nederland nog beperkt. De benodigde energie betreft met name pompenergie voor het oppompen van het warm water uit de bron. De COP (Coëfficiënt Of Performance) voor geothermie projecten ligt typisch tussen de 20 en 50. De COP is daarbij afhankelijk van het ontwerp en de kwaliteit van de aquifer<sup>40</sup>.

<sup>37</sup> SenterNovem (2007) Warmteleveringssystemen voor Nederland. Hoofdrapport. Juli 2007 (concept). Blz 49.

<sup>38</sup> SenterNovem (2006). Protocol Monitoring Duurzame Energie. Update 2006. Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van duurzame energiebronnen. SenterNovem, Utrecht, December 2006

<sup>39</sup> Persoonlijke communicatie Timo Gerlagh SenterNovem September 2009

<sup>40</sup> Mondelinge informatie Paul Ramsak 14 januari 2009.



## Bijlage 1: Overzicht kengetallen

<b>Referentierendementen voor HR ketel en hulpketels (%)</b>		
• Ruimteverwarming		95 (bw)/106 (ow)
• Warm tapwater productie		70 (bw)/78 (ow)
<b>Referentierendement elektriciteitsproductie in 2020</b>		
• fossiel rendement (%)		55
• CO <sub>2</sub> -emissie (kg/GJprimair)		59
• CO <sub>2</sub> -emissie (af productie)(kg/kWh)		0,470
<b>Distributieverliezen (GJ/woning)</b>		
• Centraal-laagbouw-aftap 90-120 °C		10
• Wijk-laagbouw-aftap 90-120 °C		8
• Centraal-gestapeld-aftap 90-120 °C		4
• Laag temperatuursysteem		3
<b>Pompenergie (GJ elektriciteit/GJ geleverde warmte)</b>		0,018
<b>Warmtepomp</b>		
• COP ruimteverwarming		
○ Aanvoertemperatuur < 35 °C		4,4
○ Aanvoertemperatuur 35-45 °C		3,8
• COP tapwater		2,1
• COP pompenergie aquifer		49
<b>COP geothermie</b>		20-50
<b>WKK</b>	<b>Elektrisch rendement (%)</b>	<b>Thermisch rendement (%)</b>
• Aardgasgestookte gasmotor	41	49
• Bio-olie dieselmotor	42	40
• Biomassavergisting + gasmotor	26	26
• Biomassa stoomcyclus (< 10MWe)	23	36
• Biomassa stoomcyclus ((10-50 MWe)	28,5	48
<b>Biomassa in ketel</b>		90%
<b>CO<sub>2</sub>-emissiefactoren</b>		
• Aardgas (kg/GJ)		57
• Kolen (kg/GJ)		95
<b>Rendementsverlies aftapinstallaties (GJ elektriciteit/GJ warmte)</b>		
• AVI bij 120 °C		0,18
• AVI bij 70-80 °C		0,09
• Elektriciteitscentrale bij 120 °C		0,18
• Elektriciteitscentrale bij 70-80 °C		0,09

<b>Afvalverbrandingsinstallaties</b>	
• Aandeel duurzaam (%)	47%
• Fossiele CO2 emissie (kg CO2/GJafval)	31

Energiegebruik en CO2-emissies voor 6 referentie nieuwbouwwoningen met een EPN van 0,8 in 2020. Bron: Berekening o.b.v. SenterNovem (2008)

	Referentiewoningen	Primaire fossiele energievraag ruimteverwarming (GJ/woning)	Primaire fossiele energievraag warm tapwater (GJ woning)	Primaire fossiele energievraag hulpenergie + verlichting (GJ woning) in 2020	Primaire fossiele energievraag apparatuur (GJ woning) in 2020	Totale primair fossiele energievraag (GJ/woning) in 2020	CO2 emissie (kg/woning) in 2020
1	Appartementencomplex	14	9	10	13	47	2680
2	Galerijcomplex	13	7	8	12	40	2270
3	Hoekwoning	21	11	11	18	61	3490
4	Tussenwoning	16	11	10	18	55	3143
5	Twee-onder-een-kapwoning	27	13	12	21	74	4228
6	Vrijstaande woning	35	14	15	24	89	5085
		Primaire fossiele energievraag ruimteverwarming (GJ/woning)	Primaire fossiele energievraag warm tapwater (GJ woning)	Elektriciteitsvraag hulpenergie + verlichting (kWh/woning)	Elektriciteitsvraag apparatuur (kWh/woning)		
1	Appartementencomplex	14	9	1589	2057		
2	Galerijcomplex	13	7	1189	1833		
3	Hoekwoning	21	11	1666	2773		
4	Tussenwoning	16	11	1528	2773		
5	Twee-onder-een-kapwoning	27	13	1927	3309		
6	Vrijstaande woning	35	14	2341	3801		

**Kwaliteitsfactoren WKK**

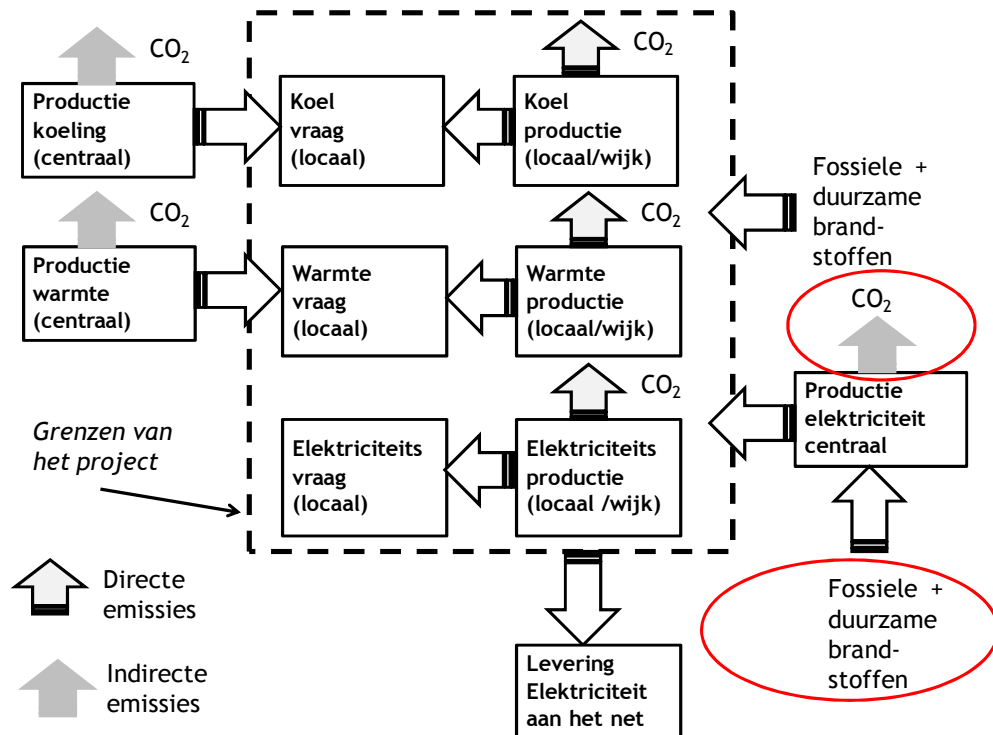
	<b>Kwaliteitsfactor</b>
Winningsbedrijven	
• Omzettingsbedrijven	0,40
• Distributiebedrijven	0,20
Afnemers	
• Industrie	0,40
• Huishoudens	0,20
• Overige	0,20



## Bijlage 2: Keuze van rendementen voor elektriciteitsproductie

### Inleiding

In de uniforme maatlat willen we zowel de **directe** CO<sub>2</sub>-emissies en het **directe** primaire energiegebruik (de emissies en het energiegebruik dat plaatsvindt binnen de grenzen van het project) als de **indirecte** CO<sub>2</sub>-emissies en het primaire energiegebruik (de emissies het energiegebruik dat plaatsvindt buiten de grenzen van het project ten gevolge van elektriciteits- en warmteproductie buiten de grenzen van het project) in kaart brengen. Om indirecte emissies toe te kunnen rekenen aan individuele projecten moet daarom bekend zijn waar en hoe deze elektriciteit geproduceerd gaat worden in 2020 (de referentie voor elektriciteitsproductie).



Figuur 12 Directe en indirecte emissies

Er zijn verschillende keuzemogelijkheden voor de te hanteren referentie voor elektriciteitsproductie. De keuze van de referentie bepaalt hoeveel indirect

brandstofgebruik en CO<sub>2</sub>-emissies moeten worden toegerekend aan de elektriciteit die op projectniveau wordt geconsumeerd dan wel wordt teruggeleverd aan het net (zie Figuur 12). Deze bijlage zet de verschillende mogelijkheden en argumenten voor verschillende keuzes op een rij.

### **Mogelijke keuzes voor de referentie**

#### *A: Mix van alle technieken ingezet in het Nederlandse elektriciteitspark*

Met de mix van technieken ingezet in het Nederlandse elektriciteitspark wordt de som bedoeld van alle installaties die elektriciteit produceren in Nederland (dus zowel WKK installaties, duurzaam, nucleaire bronnen en installaties op fossiele energiebronnen). De mix wordt veelal als referentie gehanteerd wanneer:

- de elektriciteitsconsumptie binnen een project niet kan worden gekoppeld aan de productie van een specifieke centrale of technologie;
- veranderingen in de vraag naar elektriciteit binnen een project (bijvoorbeeld door vergaande besparingen) geen significante invloed heeft op de omvang en het tijdstip waarop (dag/nacht) elektriciteitsproductie-eenheden worden ingezet;
- teruglevering van elektriciteit aan het net door een project geen significante invloed heeft op de omvang en het tijdstip waarop (dag/nacht) elektriciteitsproductie-eenheden worden ingezet.

Deze aanpak wordt gehanteerd bij de ex-post beoordeling van elektriciteitsbesparing in het Protocol Monitoring Energiebesparing (PME) (ECN, 2001)<sup>41</sup>. In het PME wordt elektriciteitsbesparing met het gemiddelde rendement van de elektriciteitsproductie in Nederland (inclusief duurzaam en WKK) omgerekend naar besparingen op primaire brandstofinzet. Waarbij PV en wind een conversiefactor hebben van 100% en voor afval en biomassa wordt gekeken naar het conversierendement.

#### *B: Mix van conventionele technieken ingezet in het Nederlandse elektriciteitspark*

Met de mix van conventionele technieken ingezet in het Nederlandse elektriciteitspark wordt de som bedoeld van alle installaties die elektriciteit produceren in Nederland met *fossiele brandstoffen* (dus inclusief WKK

---

<sup>41</sup> ECN (2001) Protocol Monitoring energiebesparing. ECN, CPB, RIVM, Novem, December 2001.



installaties) en nucleair. Deze aanpak wordt gehanteerd bij de ex-post beoordeling van elektriciteit geproduceerd met duurzame energiebronnen volgens het protocol monitoring duurzame energie (SenterNovem, 2006)<sup>42</sup>. Argument voor het gebruik van de conventionele mix is:

- teruglevering van elektriciteit aan net door een duurzaam energieproject heeft veelal geen significante invloed op de omvang en het tijdstip waarop (dag/nacht) elektriciteitsproductie-eenheden worden ingezet;
- duurzame energiebronnen worden geïntroduceerd met het doel conventionele bronnen te vervangen. Daarom worden duurzame bronnen niet meegenomen bij het bepalen van de CO<sub>2</sub>-emissiefactor en het rendement van de mix.

*C: Specifieke technologie (bv. een STEG met een rendement van 55%)*

Een andere benadering is de keuze van een specifieke technologie als referentie. De keuze voor de technologie wordt dan veelal bepaald door de marginale conventionele optie, waarbij een onderscheid gemaakt kan worden tussen de operational en build margin. Argument voor het gebruik van een specifieke conventionele technologie is:

- duurzame energieproductie komt vrijwel volledig tot stand door overheidsbeleid waardoor de omvang van de duurzame elektriciteitsproductie vast staat. De resterende vraag wordt dan ingevuld met fossiele elektriciteitsproductie;
- veranderingen in de vraag naar elektriciteit leiden tot significante veranderingen aan de productiekant (zowel in omvang als tijdstip), waarbij de marginale optie of wordt vermeden of wordt ingezet;
- teruglevering van elektriciteit aan het net doordat een project een significante invloed heeft op de omvang en het tijdstip waarop (dag/nacht) elektriciteitsproductie-eenheden worden ingezet, waarbij de marginale optie of wordt vermeden of wordt ingezet.

Deze benadering wordt toegepast in het OEI model (waarbij een STEG als referentie werd gehanteerd) en wordt in ex-ante evaluaties door ECN (zoals de referentieramingen).

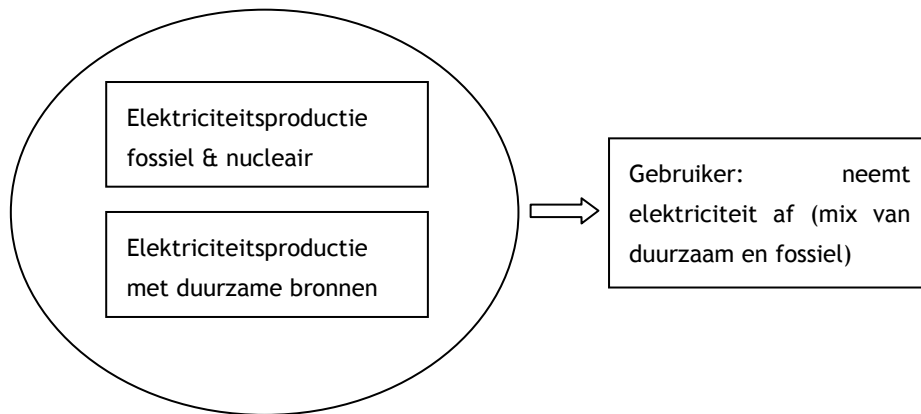
---

<sup>42</sup> SenterNovem (2006) Protocol Monitoring duurzame energiebesparing.

### Argumenten voor de keuze van de referentiesituatie in de uniforme maatlat

De uniforme maatlat hanteert *de mix van fossiele, nucleaire en duurzame elektriciteitsproductiebronnen in Nederland* als referentie omdat:

- de uniforme maatlat met name bedoeld is voor de beoordeling van individuele projecten waarbij de gebruikers elektriciteit afnemen van het net. De individuele projecten hebben geen invloed op de omvang en het tijdstip waarop (dag/nacht) elektriciteitsproductie-eenheden worden ingezet;
- niet kan worden aangegeven waar de elektriciteit die door gebruikers wordt afgenomen in 2020 precies vandaan komt. Dit zal een mix zijn van elektriciteit uit fossiele en duurzame bronnen.
- de opties waarbij sprake is van teruglevering van elektriciteit aan het net geen significante invloed hebben op de samenstelling van de elektriciteitsproductiemix.
- daarbij niet kan worden aangegeven wat de operational margin is in 2020 in het geval van teruglevering dan wel verlies aan elektriciteitsproductie bij aftap van warmte. Op dit moment vormen de gascentrales veelal de operational margin omdat deze vlug zijn aan- of af te schakelen. Bij de bouw van nieuwe kolencentrales vormen deze in de toekomst mogelijk de marginale optie als de warmte 's nachts wordt geproduceerd en in buffers wordt opgeslagen. Verder is het ook denkbaar dat de WKK-installaties bij glastuinders de marginale optie vormen om fluctuaties in de elektriciteitsvraag opvangen.



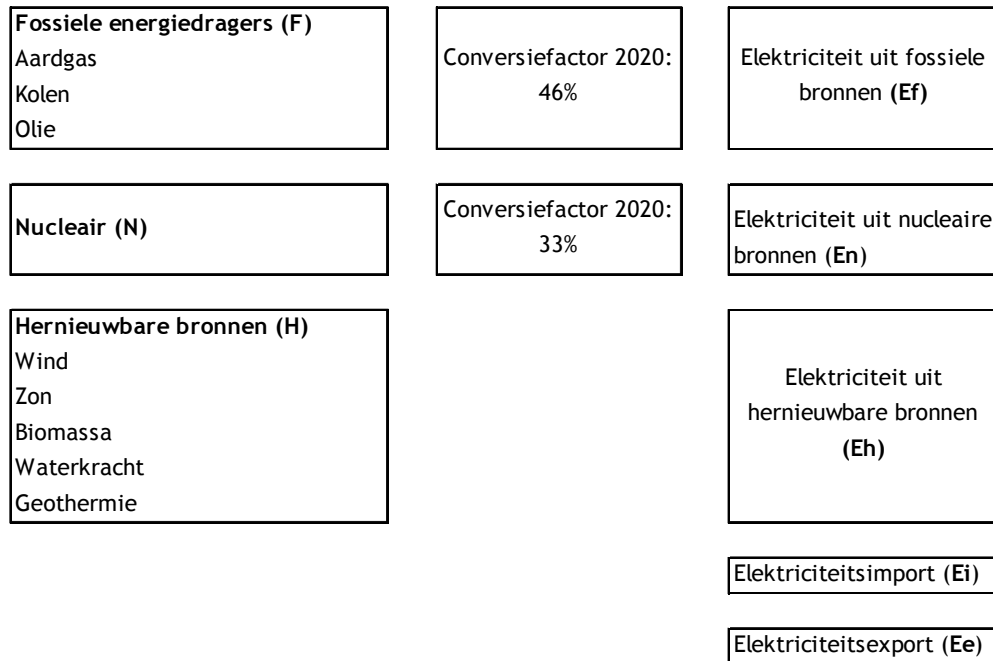
*Figuur 13 Gebruiker neemt mix van fossiele, nucleaire en duurzame elektriciteit af en aanbod opties hebben geen significante invloed op ingezette bronnen.*

#### **Berekening van rendement en CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor 2020**

In de uniforme maatlat is de referentiesituatie voor alles wat zich buiten de grenzen van het project afspeelt (en niet beïnvloed kan worden door de investeerder) de situatie in 2020. Omdat de elektriciteitsproductiemix niet door de investeerder beïnvloed wordt, worden in de uniforme maatlat hiervoor kengetallen gehanteerd voor 2020. Deze worden op de volgende wijze berekend:

##### *Berekening van het rendement van de elektriciteitsproductie in 2020*

Het rendement van de elektriciteitsproductie kan op verschillende manieren worden berekend uitgaande van verwachte mix van technieken die naar verwachting worden ingezet bij voorzetting van het huidige overheidsbeleid (zie Figuur 14).



$$\text{Totaal rendement} = (E_f + E_n + E_h) / (F + N + H) (\%)$$

$$\text{Fossiel rendement} = (E_f + E_n + E_h) / (F + N) (\%)$$

*Figuur 14 Berekening van totaal en fossiel rendement*

Het rendement kan op verschillende manieren worden berekend:

- *Totaal rendement* is gelijk aan de totale elektriciteitsproductie (duurzaam + conventioneel) gedeeld door de totale inzet van conventionele en duurzame energiedragers. Bij de duurzame energiebronnen wordt dan een conversie van 100% verondersteld voor wind en PV. Dit is de wijze waarop het rendement wordt berekend in het Protocol Monitoring Energiebesparing.
- *Fossiel rendement* is gelijk aan de totale elektriciteitsproductie (duurzaam + conventioneel) en de inzet van conventionele energiedragers. Nucleair wordt meegenomen met een conversierendement van 33% (conform de IEA/Eurostat methode)<sup>43</sup>. Dit rendement gaat bij een toenemend aandeel duurzaam naar oneindig. Wij stellen voor het rendement te begrenzen op 100% conform the EPBD methodiek.

<sup>43</sup> The primary energy equivalent is the quantity of heat generated in the reactors. However, as the amount of heat produced is not always known, the IEA and Eurostat estimates the primary energy equivalent from the electricity generation by assuming an efficiency of 33%, which is the average of nuclear power plants in Europe. Bron: [IEA](#)

Het beleid op het gebied van duurzame warmte heeft tot doel om het gebruik van fossiele energiebronnen te verminderen. In de uniforme maatlat hanteren we daarom het **fossiel rendement** om te berekenen wat het beslag op primaire fossiele energiebronnen is in de referentiesituatie en voor de projectalternatieven. Het fossiel wordt daarbij als volgt berekend:

Input (GJ)	Output (kWh)	CO2 emissies (kg)
F_Aardgas	E_aardgas	CO2_aardgas
F_Kolen	E_kolen	CO2_kolen
F_Olie	E_olie	CO2_olie
N_Nucleair	E_nuclear	
H_Totaal	E_hernieuwbaar	

Fossiel rendement (%)	$= \frac{(E_{\text{aardgas}} + E_{\text{kolen}} + E_{\text{olie}} + E_{\text{nuclear}} + E_{\text{hernieuwbaar}}) * 3,6 * 1000}{(F_{\text{Aardgas}} + F_{\text{Kolen}} + F_{\text{Olie}} + N_{\text{Nuclear}})}$
-----------------------	--

#### Berekening van de CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor 2020

De CO<sub>2</sub>-emissie per kWh geproduceerde elektriciteit is gelijk aan:

CO2 emissiefactor (kg/kWh)	$= \frac{(CO2_{\text{aardgas}} + CO2_{\text{kolen}} + CO2_{\text{olie}})}{(E_{\text{aardgas}} + E_{\text{kolen}} + E_{\text{olie}} + E_{\text{nuclear}} + E_{\text{hernieuwbaar}})}$
----------------------------	--

De CO<sub>2</sub>-emissie per GJ primair fossiele brandstof is gelijk aan:

CO2 emissiefactor (kg/GJpr)	$= \frac{(CO2_{\text{aardgas}} + CO2_{\text{kolen}} + CO2_{\text{olie}})}{(F_{\text{Aardgas}} + F_{\text{Kolen}} + F_{\text{Olie}} + N_{\text{Nuclear}} + H_{\text{Totaal}})}$
-----------------------------	--

*LET OP:* Bij deze benadering is het niet mogelijk om CO<sub>2</sub>-emissies per kWh met behulp van het fossiel rendement rechtstreeks om te rekenen naar CO<sub>2</sub>-emissies per GJ primaire fossiele brandstofinzet<sup>44</sup>. Wij hebben toch voor deze benadering

44

CO2 emissiefactor (kg/GJpr)	$= CO2_{\text{emissiefactor}} / (3,6 * 1000 * \text{Fossiel rendement})$
	$= \frac{[(CO2_{\text{aardgas}} + CO2_{\text{kolen}} + CO2_{\text{olie}}) / (E_{\text{aardgas}} + E_{\text{kolen}} + E_{\text{olie}} + E_{\text{nuclear}} + E_{\text{hernieuwbaar}})] / [3,6 * 1000 * (E_{\text{aardgas}} + E_{\text{kolen}} + E_{\text{olie}} + E_{\text{nuclear}} + E_{\text{hernieuwbaar}}) * 3,6 * 1000]}{(F_{\text{Aardgas}} + F_{\text{Kolen}} + F_{\text{Olie}} + O_{\text{Nuclear}})}$
	$= \frac{(CO2_{\text{aardgas}} + CO2_{\text{kolen}} + CO2_{\text{olie}})}{(F_{\text{Aardgas}} + F_{\text{Kolen}} + F_{\text{Olie}} + O_{\text{Nuclear}})}$

gekozen omdat deze benadering rekening houdt met de toename van het aandeel duurzaam in de productiemix.

### Huidige en toekomstige fossiele rendement en CO<sub>2</sub>-emissiefactoren

Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van de berekening van een fossiele factor voor de jaren 2005 t/m 2007 en voor 2020 voor het GE scenario uit de WLO (Welvaart en Leefomgeving). De tabel laat zien dat het gemiddelde fossiele rendement in 2020 uit komt op 56% en de CO<sub>2</sub>-emissie gelijk is aan 470 gr per kWh.

*Tabel 12* Overzicht van de berekening van het fossiele rendement en CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor de jaren 2005 t/m 2007 en 2020. Bronnen: CBS (2008)<sup>45</sup>, CBS (2009)<sup>46</sup>, CPB et al (2006)<sup>47</sup>

	2020	2005	2006	2007	
	WLO-GE				
Elektriciteitsprod: totaal	616	361	356	378	PJ <sub>e</sub>
Elektriciteitsprod: duurzaam	107	25	27	26	PJ <sub>e</sub>
Elektriciteitsprod: conventioneel	450	250	231	269	PJ <sub>e</sub>
Elektriciteitsprod: import	59	86	97	83	PJ <sub>e</sub>
Elektriciteitsprod: export	54	19	21	18	PJ <sub>e</sub>
Fossiel rendement (af productie)	56%	48%	49%	48%	
Fossiel rendement (geleverd bij gebruikers)	55%	46%	47%	46%	
Emissiefactor CO <sub>2</sub> : af productie	0,47	0,54	0,51	0,52	kg/kWh
Emissiefactor CO <sub>2</sub> : geleverd bij gebruikers	0,49	0,56	0,53	0,54	kg/kWh
Emissiefactor CO <sub>2</sub>	59,4	64,2	62,2	63,7	kg/GJ <sub>prim</sub>

Ter vergelijking zijn in Tabel 13 de omzettingsrendementen opgenomen berekend conform het protocol monitoring duurzame energie. De CO<sub>2</sub>-emissiefactor is hoger dan de factor gehanteerd in deze uniforme maatlat. Dit verschil is volledig toe te schrijven aan het feit dat volgens het protocol DE duurzame elektriciteitsproductie niet wordt meegenomen:

Protocol monitoring duurzame energie:

CO<sub>2</sub>-emissiefactor (kg / kWh) =

$$\frac{\text{CO}_2\text{-emissie t.g.v fossiele brandstofinzet voor elektriciteitsproductie}}{\text{(Elektriciteitproductie fossiele + nucleair)}}$$

<sup>45</sup> CBS (2008) Duurzame energie in Nederland 2007. CBS 2008

<sup>46</sup> CBS (2009) Download van Statline. 21 januari 2009

<sup>47</sup> CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en Leefomgeving, [www.welvaartenleefomgeving.nl](http://www.welvaartenleefomgeving.nl)

*Tabel 13 Overzicht van het omzettingsrendement berekend conform het protocol monitoring duurzame energie en CO<sub>2</sub>-emissiefactor voor de jaren 2005 t/m 2007 en 2020 en omzettingrendement van een STEG. Bronnen: CBS (2008)<sup>48</sup>, CBS (2009)<sup>49</sup>, CPB et al (2006)<sup>50</sup>*

	2020	2005	2006	2007	
	WLO-GE				
Omzettingsrendement (protocol DE): productie	45%	43%	44%	44%	
Omzettingsrendement (protocol DE): geleverd bij verbruiker	44%	42%	42%	42%	
Emissiefactor CO <sub>2</sub> af productie	0,58	0,59	0,57	0,57	kg/kWh
Emissiefactor CO <sub>2</sub> geleverd bij gebruikers	0,61	0,61	0,59	0,60	kg/kWh
Emissiefactor CO <sub>2</sub>	73,5	70,7	69,5	69,8	kg/GJ <sub>prim</sub>
STEG					
STEG: rendement	55%				
Emissiefactor CO <sub>2</sub>	0,37				kg/kWh
Emissiefactor aardgas	56				kg/GJ

### Aandachtspunten

Bij de verdere uitwerking van het concept van de fossiele factor moeten de volgende onderwerpen worden geagendeerd:

#### *Import/export*

Import en export van elektriciteit houden elkaar in de huidige scenario's in evenwicht tot 2020 en is dus nu nog geen punt om rekening mee te houden. Dit zal veranderen op het moment dat Nederland bijvoorbeeld een netto exporteur wordt van elektriciteit.

#### *Renewables directive uit 2008.*

In de renewables directive uit 2008 is afgesproken dat "Member States may agree on and may make arrangements for the statistical transfer of a specified amount of energy from renewable sources to be transferred from one Member State to another Member State. "The transferred quantity is to be:

- a) deducted from the amount of energy from renewable sources that is taken into account in measuring compliance by the Member State making the transfer with the requirements of Article 3(1) and (2); and

<sup>48</sup> CBS (2008) Duurzame energie in Nederland 2007. CBS 2008

<sup>49</sup> CBS (2009) Download van Statline. 21 januari 2009

<sup>50</sup> CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en Leefomgeving, [www.welvaartenleefomgeving.nl](http://www.welvaartenleefomgeving.nl)

- b) added to the amount of energy from renewable sources that is taken into account in measuring compliance by another Member State accepting the transfer with the requirements of Article 3(1) and (2)”<sup>51</sup>.

De import dan wel export van duurzame energieproductie tussen lidstaten zal verdisconteerd moeten worden in de fossiele factor.

#### *Effect van CO<sub>2</sub>-emissiehandel*

De grote elektriciteitsproductiecentrales vallen onder het Europese systeem van emissiehandel. Onder het systeem kunnen zij beslissen of zij zelf CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen treffen of dat zij CO<sub>2</sub>-rechten kopen op de markt voor CO<sub>2</sub>. De in- en verkoop van CO<sub>2</sub>-emissierechten door Nederlandse elektriciteitsproducenten zal verdisconteerd moeten worden in de fossiele factor voor Nederland of er zal besloten moeten worden over te stappen op een Europese fossiele factor.

---

<sup>51</sup> <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0609+0+DOC+XML+V0//EN&language=EN>



## Bijlage 3: Rekenschema voor het doorrekenen van een voorbeeld met de uniforme maatlat

### Belangrijke uitgangspunten:

- Emissies en energiegebruik voor een project worden bepaald voor de gebruiksfase voor het toekomstige jaar 2020.
- Referentiesituatie voor alles wat zich *binnen* de grenzen van het project bevindt (en dus beïnvloed kan worden door de investeerder) is de huidige situatie.
- Referentiesituatie voor alles wat zich *buiten* de grenzen van het project bevindt (en dus niet beïnvloed kan worden door de investeerder) is de verwachte situatie in 2020.
- Bij woning wordt onderscheid gemaakt naar 4 energiestromen:
  1. Energiegebruik voor ruimteverwarming
  2. Energiegebruik voor warm tapwater
  3. Energiegebruik voor hulpenergie en verlichting
  4. Energiegebruik voor apparatuur
- Bij de utiliteit wordt onderscheid gemaakt naar 5 energiestromen:
  1. Energiegebruik voor ruimteverwarming
  2. Energiegebruik voor warm tapwater
  3. Energiegebruik voor koeling
  4. Energiegebruik voor hulpenergie en verlichting
  5. Energiegebruik voor niet-gebouw gebonden toepassingen

Om deze bijlage eenvoudig te houden worden de rekenstappen alleen uitgewerkt voor een bouwlocatie met nieuwbouwwoningen.

### Stap 1: Definieer uw referentiesituatie

- Aantal nieuwbouwwoningen
- Type woningen
- Bouwjaar

## Stap 2: Verzamel de kengetallen voor het energiegebruik in de referentiesituatie

- Verzamel de kengetallen voor de 4 energiestromen voor nieuwbouwwoningen in de referentiesituatie (bij realisatie voor 2011 is de referentie een EPC van 0,8). Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de standaard referentiewoningen opgenomen in bijlage 1 van de uniforme maatlat. Dit kengetallen zijn:
  1. energiegebruik voor ruimteverwarming ( $W_{rv}$ )
  2. energiegebruik voor warm tapwater ( $W_{tw}$ )
  3. energiegebruik voor hulpenergie en verlichting ( $E_{hv}$ )
  4. energiegebruik voor apparatuur ( $E_a$ )

Schema\_stap 2:

$W_{rv}$ [GJprim/woning]
$W_{tw}$ [GJprim/woning]
$E_{hv}$ [kWh/woning]
$E_a$ [kWh/woning]

## Stap 3a Bereken het primair fossiel energiegebruik voor de referentiesituatie in 2020

- Neem het kengetal voor het fossiel rendement ( $Fr_{2020}$ ) in 2020 voor de elektriciteitsproductie in Nederland.
- Bereken vervolgens het primair fossiel energiegebruik met onderstaande formule:

$$\text{Prim (ref)} = W_{rv} + W_{tw} + (E_{hv} + E_a) / Fr_{2020} \text{ [GJprim/woning]}$$

## Stap 3b Bereken de CO<sub>2</sub>-emissie voor de referentiesituatie in 2020

- Neem de kengetallen voor CO<sub>2</sub>-emissies voor aardgas (kg/GJprim) en voor de CO<sub>2</sub>-emissie voor de elektriciteitsproductie in 2020 (kg/GJprim).
- Bereken vervolgens de CO<sub>2</sub>-emissie met onderstaande formule:

$$CO_2 \text{ (ref)} = (W_{rv} + W_{tw}) * 56 + (E_{hv} + E_a) / Fr_{2020} * CO2_{fact} \text{ 2020} \text{ [kg]}$$

#### Stap 4 Bereken het nuttige energiegebruik voor de referentiesituatie in 2020

- Gebruik de getallen uit *schema\_stap 2* om de nuttige energiegebruik te berekenen met behulp van de standaard omzettingsrendementen voor ruimteverwarming en warm tapwater uit de uniforme maatlat.
- EPC resultaten zijn berekend op onderwaarde en worden omgerekend naar een nuttige energievraag op bovenwaarde.
  - Nuttige warmtevraag bovenwaarde ruimteverwarming= primaire warmtevraag onderwaarde \* (31,65/35,17) \* rendement HR ketel op bovenwaarde rv (106%) = 95%
  - Nuttige warmtevraag bovenwaarde warm tap water = primaire warmtevraag onderwaarde \* (31,65/35,17) \* rendement HR ketel op bovenwaarde tw (78%) = 70%

#### Schema\_stap 4:

Stap 2 Referentiesituatie ↓	Stap 4 Referentiesituatie Nuttige energievraag (ref) ↓
W <sub>rv</sub> [GJprim/woning]	NW <sub>rv</sub> (ref)=W <sub>rv</sub> *0,95 [GJ/woning]
W <sub>tw</sub> [GJprim/woning]	NW <sub>tw</sub> (ref)=W <sub>tw</sub> *0,70 [GJ/woning]
E <sub>hv</sub> [kWh/woning]	NE <sub>hv</sub> (ref)=E <sub>hv</sub> [kWh/woning]
E <sub>a</sub> [kWh/woning]	NE <sub>a</sub> (ref)=E <sub>a</sub> [kWh/woning]

#### Stap 5 Bereken de nuttige energievraag voor je project na implementatie van lokale maatregelen om de nuttige energievraag te verminderen

- Bepaal welke lokale energiebesparingsmaatregelen (zoals isolatie) worden ingezet om de nuttige energievraag van de woningen te beperken. Voer de procentuele besparing in. Deze kengetallen kunnen bijvoorbeeld afgeleid worden uit EPN berekeningen.
- Bereken vervolgens de nieuwe nuttige energievraag voor je project.

### Schema\_stap 5:

Stap 4 Referentiesituatie Nuttige energievraag (ref) ↓		Stap 5 Projectsituatie Nuttige energievraag ↓
NW <sub>rv</sub> (ref)=W <sub>rv</sub> *0,95 [GJ/woning]	Lokale opties > vraagreductie	N <sub>rv</sub> (proj)=N <sub>rv</sub> (ref)*(1-VR <sub>lok_rv</sub> ) [GJ/woning]
NW <sub>tw</sub> (ref)=W <sub>tw</sub> *0,70 [GJ/woning]		N <sub>tw</sub> (proj)=N <sub>tw</sub> (ref)*(1-VR <sub>lok_tw</sub> ) [GJ/woning]
NE <sub>hv</sub> (ref)=E <sub>hv</sub> [kWh/woning]		NE <sub>hv</sub> (proj)=NE <sub>hv</sub> (ref)*(1-VR <sub>lok_hv</sub> ) [kWh/woning]
NE <sub>a</sub> (ref)=E <sub>a</sub> [kWh/woning]		NE <sub>a</sub> (proj)=NE <sub>a</sub> (ref)*(1-VR <sub>lok_a</sub> ) [kWh/woning]

### Stap 6a Bereken het energiegebruik van lokale aanbodopties

- Bepaal de dekkingsgraad van lokale aanbodopties bij de productie van de nuttige vraag naar ruimteverwarming en warm tapwater (dekkingsgraad van lokale, wijk en centrale opties moet samen 100% zijn).
- Bereken het aardgasgebruik en/of het elektriciteitsgebruik van de lokale opties met de kengetallen uit de EPN.

#### Voorbeeld lokaal

- Optie:> lokale warmtepomp voor ruimteverwarming.
- Dg: Dekkingsgraag ruimteverwarming: 100%
- COP warmtepomp: 4,4
- Aardgasgebruik (proj) ruimteverwarming: 0 [GJ/woning]
- Elektriciteitsgebruik warmtepomp = N<sub>rv</sub> (proj)\*Dg/COP [GJ/woning]

### Stap 6b Bereken het energiegebruik van aanbodopties op wijkniveau

- Bepaal de dekkingsgraad van aanbodopties op wijkniveau bij de productie van de nuttige vraag naar ruimteverwarming en warm tapwater (dekkingsgraad van lokale, wijk en centrale opties moet samen 100% zijn).
- Berekenen het aardgasgebruik en/of het elektriciteitsgebruik van de wijkopties volgens de methoden en met de kengetallen uit de uniforme maatlat. Houd daarbij rekening met distributieverliezen en elektriciteitsgebruik voor pompenenergie.

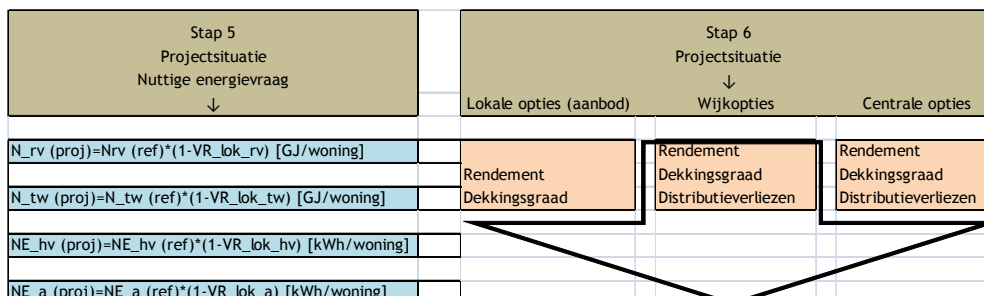
*Voorbeeld wijkoctie*

- Optie:> warmtepomp voor ruimteverwarming op wijkniveau
- Dg\_wp:Dekkingsgraad ruimteverwarming warmtepomp: 80%
- Dg\_hk:Dekkingsgraad ruimteverwarming hulpketel: 20%
- Rendement hulpketel 95%
- COP warmtepomp 4,4
- Distributieverliezen: 8 GJ/woning
- Pompenergie: COP 49
  
- Aardgasgebruik (proj) ruimteverwarming:  $Dg\_hk * N\_rv (proj) / 0,95$  [GJ/woning]
- Elektriciteitsgebruik warmtepomp =  $(N\_rv (proj) * Dg + 8) / 4,4$  [GJ elektriciteit/woning]
- Elektriciteitsgebruik pompenergie =  $(N\_rv (proj) * Dg + 8) / 49$  [GJ elektriciteit/woning]

**Stap 6c Bereken energiegebruik van centrale aanbodopties**

- Bepaal de dekkingsgraad van aanbodopties op centraal niveau bij de productie van de nuttige vraag naar ruimteverwarming en warm tapwater (dekkingsgraad van lokale, wijk en centrale opties moet samen 100% zijn).
- Bereken het aardgasgebruik en/of het elektriciteitsgebruik van de centrale opties volgens de methoden en met de kengetallen uit de uniforme maatlat. Houd daarbij rekening met transport, en distributieverliezen en het elektriciteitsgebruik voor pompenergie.

*Schema\_stap 6:*

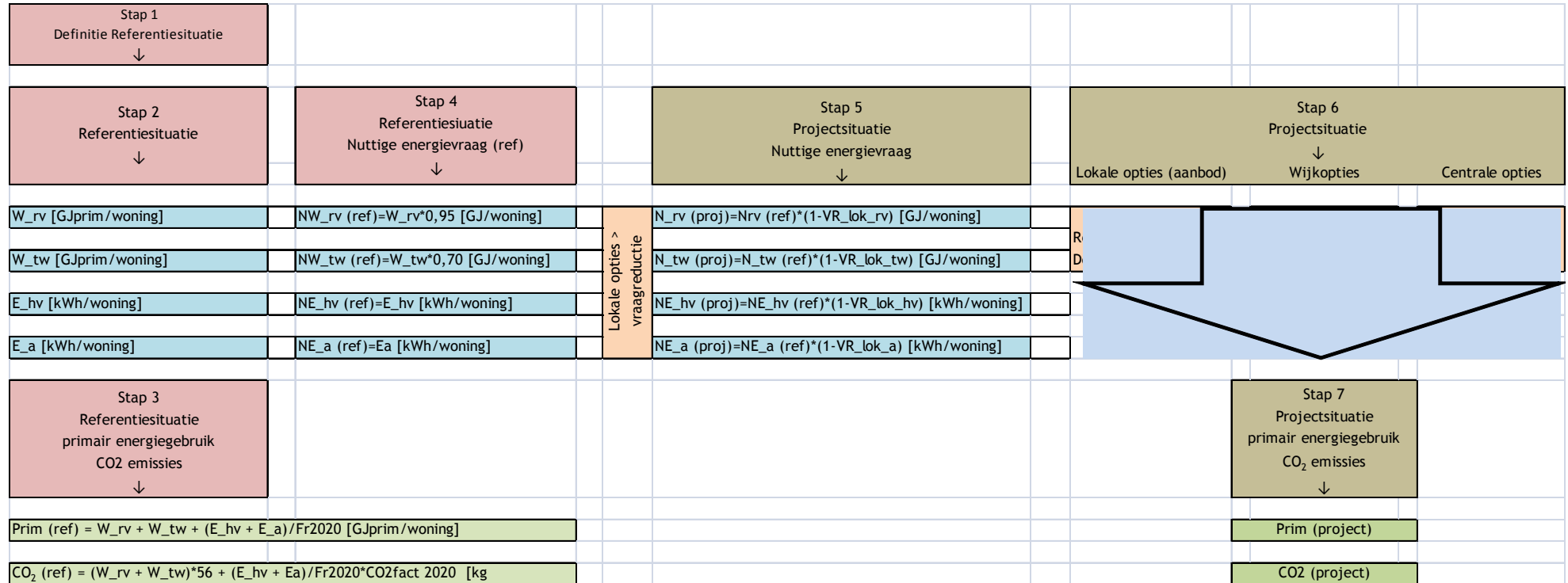


**Stap 7a Bereken het primair fossiel energiegebruik voor het project in 2020**

- Neem het kengetal voor het fossiel rendement (Fr2020) in 2020 voor de elektriciteitsproductie in Nederland.
- Bereken vervolgens het primair fossiel energiegebruik met de formule uit stap 3a.

**Stap 7b Bereken de CO<sub>2</sub>-emissie voor het project in 2020**

- Neem de kengetallen voor CO<sub>2</sub>-emissies voor aardgas (kg/GJprim) en voor de CO<sub>2</sub>-emissie voor de elektriciteitsproductie (kg/GJprim).
- Bereken vervolgens het primair fossiel energiegebruik met de formule uit stap 3b.



<b>Verklaring gebruikte tekens</b>		
CO2	=	totale CO2 emissies [kg/woning]
CO2fact 2020	=	CO2 emissie elektriciteitsproductie 2020
E_a	=	elektriciteitsverbruik apparatuur [kWh/woning]
E_hv	=	elektriciteitsgebruik hulpenergie + verlichting [kWh/woning]
Fr2020	=	fossiel rendement elektriciteitsproductie 2020
NE_a	=	nuttige elektriciteitsvraag apparatuur [kWh/woning]
NE_hv	=	nuttige elektriciteitsvraag hulpenergie + verlichting [kWh/woning]
NW_rv	=	nuttige energievraag ruimteverwarming [GJ/woning]
NW_tw	=	nuttige energievraag warm tapwater [GJ/woning]
Prim	=	totaal primair fossiel energiegebruik [GJprimair/woning]
proj	=	projectsituatie
ref	=	referentiesituatie
VR_lok_rw	=	reductie lokale energiebesparingsopties ruimteverwarming (%)
VR_lok_tw	=	reductie lokale energiebesparingsopties tapwater (%)
VR_lok_hv	=	reductie lokale energiebesparingsopties hulpenergie + verlichting (%)
VR_lok_a	=	reductie lokale energiebesparingsopties apparatuur (%)
W_rv	=	warmtevraag ruimteverwarming [GJprimair/woning]
W_tw	=	warmtevraag tap water [GJprimair/woning]