



Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie



Uniforme maatlat voor de industrie

Een instrument voor het beoordelen van de effecten van energiebesparing, inzet van hernieuwbare energiebronnen en CO₂ emissiereductiemaatregelen op de energie- en milieuprestaties van de energievoorziening van industriële productieprocessen

Datum: 22 november 2012

Status: β -versie 1.2

Auteurs:

Mirjam Harmelink (SQ Consult)

Dian Phylipsen (SQ Consult)

Contactpersoon Agentschap NL:

Gerdi Breembroek

Project uitgevoerd door SQ Consult B.V. in opdracht van Agentschap NL: het Nationaal Expertise-centrum Warmte (NEW)

Voorwoord

Voor u ligt de uniforme maatlat (UM) voor de industrie die is opgesteld door SQ Consult. Deze maatlat is zoveel mogelijk gebaseerd op binnen de industrie geaccepteerde methodes en kengetallen en tracht, daar waar uniformiteit ontbreekt, tot één keuze voor een kengetal of aanpak te komen. Naast dit rapport is een tool ontwikkeld waarmee gebruikers concrete cases door kunnen rekenen.

In de voor u liggende β -versie 1.2 van de maatlat is het commentaar dat naar voren is gebracht door deskundigen en potentiële gebruikers in een drietal discussiebijeenkomsten meegenomen¹. Wij willen iedereen van harte danken voor zijn constructieve inbreng tijdens deze bijeenkomsten en het toegestuurde schriftelijke commentaar.

Agentschap NL kiest bewust voor publicatie van de maatlat als een β -versie omdat ervaring met de uniforme maatlat voor de gebouwde omgeving heeft geleerd dat bij gebruik pas duidelijk wordt wat mist of beter kan en welke ontwikkelingen mogelijk aanleiding geven om de maatlat aan te passen of te actualiseren. De maatlat wordt daarom niet als definitieve versie uitgebracht maar als openbare β -testversie, zoals gebruikelijk bij open-source software.

Als u vragen hebt over het gebruik van de uniforme maatlat voor de industrie of commentaar hebt op deze versie dan kunt u contact opnemen met Agentschap NL.

Utrecht, 22 november 2012

Gerdi Breembroek

gerdi.breembroek@agentschapnl.nl

¹ 1) Op 20 april 2012 is een intern concept bediscussieerd met monitoringexperts binnen AgNL; 2) Op 25 mei 2012 is een eerste extern concept bediscussieerd met een beperkte groep van experts met specifieke kennis op het gebied van monitoring en evaluatie van energie- en klimaatmaatregelen (in de industrie); 3) Op 13 september 2012 is een tweede extern concept bediscussieerd met een brede groep van experts en potentiële gebruikers van de maatlat.

Samenvatting

Doelstelling: aanzet geven om te komen tot uniformering

Met de ontwikkeling van een 'Uniforme Maatlat voor de industrie' beoogt Agentschap NL een aanzet te geven om te komen tot een nationaal (maar mogelijk later ook internationaal) breed geaccepteerde aanpak en set van rekenregels die bekendheid krijgt binnen de industrie en gebruikt gaat worden in het kader van de beoordeling en monitoring van energie- en milieuprestaties binnen de industrie. De maatlat komt niet in de plaats van bestaande afspraken, maar kan voor het maken van nieuwe afspraken over monitoring van energie- en milieuprestaties wel gebruikt worden.

Aanleiding: gebrek aan uniformiteit in gebruik van rekenregels en kengetallen

Op dit moment zijn binnen de industrie geen algemeen geaccepteerde en herleidbare rekenregels en kengetallen beschikbaar voor het beoordelen verschillende mogelijkheden voor energiebesparing, CO₂ emissiereducties en de inzet van hernieuwbare energie op de omvang het fossiel energie gebruik en de CO₂ emissies. Het gebrek aan uniforme rekenregels en kengetallen komt vooral naar voren bij generieke maatregelen die van invloed zijn op de energievoorziening van industriële productieprocessen zoals: inzet van rest- en aftapwarmte, inzet van WKK, export van warmte, elektriciteit, brandstoffen en CO₂ naar derden en inzet van hernieuwbare energiebronnen.

Gebruik(ers): eerste globale verkenning van alternatieven

De maatlat is bedoeld voor gebruik in de fase waarbij een eerste globale verkenning wordt gemaakt van de toekomstige alternatieven om de fossiele energievraag en de milieu-impact van de energievoorziening bij bestaande industriële productielocaties te verminderen. Potentiële gebruikers zijn bijvoorbeeld industriële ondernemingen, energie- en milieuadviseurs, subsidieaanvragers, energiebedrijven, vergunningverleners en handhavers, kopers/verkopers/makelaars actief in de handel van warmte, reststromen en CO₂, en overheden.

Aanpak: analyse van veranderingen tussen referentiesituatie en projectalternatieven

De basisgedachte van de uniforme maatlat is dat het verschil bepaald wordt tussen de energie- en CO₂-prestaties van een industriële productielocatie in de referentiesituatie en voor projectalternatieven. Projectalternatieven betreffen in dit geval veranderingen in de productie en/of levering van elektriciteit, warmte, stoom en/of koude die leiden tot een vermindering van de vraag naar primaire fossiele energiedragers en/of een reductie van de CO₂ emissies. Dit betekent dat bij gebruik van de maatlat alleen de in- en uitgaande (energie-)stromen waarin een verandering op gaat treden bij implementatie van een projectalternatief in kaart worden gebracht.

Aanpak: voorkomen van dubbeltellingen

Startpunt bij een analyse van de uniforme maatlat is dat de projectgrenzen om de industriële productielocatie worden getrokken. Het is echter ook mogelijk om de projectgrenzen ruimer te definiëren zodat een gezamenlijk voordeel kan worden berekend bijvoorbeeld in geval van uitwisseling van restwarmte. In alle gevallen moet voorkomen worden dat besparingen of CO₂ emissiereducties dubbel worden geteld.

Keuze in deze maatlat

In deze maatlat zijn duidelijke keuzes gemaakt op een aantal punten en specifieke projectsituaties waarover veel onduidelijkheid bestaat en/of veel verschillende kengetallen worden gebruikt of in omloop zijn. Deze zijn in onderstaande tabel opgesomd.

Onderwerp	Toelichting gemaakte keuze
Waardering van de indirecte CO₂ emissies en het primair fossiel energiegebruik gekoppeld aan de productie van elektriciteit	Veranderingen in elektriciteitsgebruik en -productie tussen de referentiesituatie en het projectalternatief (door besparingen, productie van elektriciteit met hernieuwbare energiebronnen, inzet van WKK en gebruik van aftapwarmte) worden omgerekend naar CO ₂ emissiereducties en besparingen op primair fossiele brandstofinzet met kengetallen berekend met de marginale "referentiepark methode".
Waardering aftapwarmte uit elektriciteitscentrales, afvalverbrandingsinstallaties en industriële stookinstallaties	Bij gebruik van aftapwarmte wordt bewust de keuze gemaakt om minder of geen elektriciteit te produceren om daarmee meer warmte/stoom te leveren als de opbrengsten daarvan voor het systeem als geheel positief zijn. De maatlat hanteert de aanpak dat dit verlies aan elektriciteitsproductie elders in het elektriciteitsproductiepark wordt gecompenseerd. De hieraan gekoppelde primaire fossiele brandstofinzet en CO ₂ emissies worden aan de geproduceerde warmte gealloceerd. De primaire fossiele brandstofinzet en CO ₂ emissies worden bepaald met kengetallen berekend met de marginale "referentiepark methode". Bij de allocatie wordt rekening gehouden met het temperatuurniveau en de druk waarop de warmte/stoom wordt afgetapt. Bij aftap van warmte uit AVI's wordt rekening gehouden met het feit dat circa 50% van de input van de AVI van biogene oorsprong is en dus een CO ₂ emissiefactor van 0 heeft.
Waardering van restwarmte	Restwarmte is gedefinieerd als warmte die in de bestaande situatie niet zonder meer nuttig kan worden aangewend. De omvang van de energiebesparing wordt bepaald door de wijze waarop de restwarmte wordt ingezet bij de afnemer(s). De randvoorwaarde die de maatlat stelt is dat projectgrenzen zodanig gedefinieerd moeten worden dat geen dubbeltellingen plaatsvinden, of dat tussen de partners afspraken moeten worden gemaakt om dubbeltellingen te vermijden.
Waardering van warmte en elektriciteit geproduceerd met een WKK	De brandstofinzet bij een WKK wordt aan de geproduceerde warmte en elektriciteit gealloceerd op basis van de exergie-inhoud van de producten.
Hernieuwbare energiebronnen	Bij de berekening van de omvang van de besparingen en de CO ₂ emissiereducties bij productie van elektriciteit en warmte met hernieuwbare energiebronnen volgt de maatlat het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie.
Duurzaamheid biomassa	De uniforme maatlat hanteert als uitgangspunt dat alle warmte en/of elektriciteit geproduceerd met installaties die als brandstof duurzame biomassa gebruiken geen broeikasgassen emitteren ten gevolge van het gebruik van deze brandstof. Biomassa is duurzaam wanneer deze voldoet aan de duurzaamheidscriteria vastgelegd in de Europese Richtlijn voor energie uit hernieuwbare energiebronnen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	.....	2
Samenvatting	.....	3
Inhoudsopgave	.....	5
Lijst met gehanteerde definities	.....	7
1 Inleiding	.....	9
1.1	Knelpunt: algemeen geaccepteerde rekenregels en kengetallen voor beoordeling van energiebesparing, CO ₂ emissiereducties en hernieuwbare energie niet beschikbaar	9
1.2	“Uniforme maatlat (UM)” voor de gebouwde omgeving vormt het voorbeeld	10
1.3	Doelstelling en beoogd resultaat	10
1.4	Doelgroep voor de maatlat.....	10
1.5	Toepassingsgebied van de maatlat	11
2 Afbakening en keuzes bij de uitwerking	.....	13
2.1	Afbakening en aanpak	13
2.2	Uniforme Maatlat is toepasbaar voor generieke maatregelen die van invloed zijn op energie- en milieuprestaties v.d. energievoorziening van industriële productieprocessen.....	13
2.3	Score van alternatieven op beperkte set van energie- en klimaatindicatoren	14
2.4	Zowel directe als indirecte CO ₂ -emissies en direct en indirect primair fossiel energiegebruik in de productiefase worden meegenomen.....	16
2.5	Basisgedachte uniforme maatlat: bepalen van het verschil in score op energie- en klimaatindicatoren tussen referentiesituatie en projectalternatieven	17
2.5.1	<i>Aanpak.....</i>	17
2.5.2	<i>Vastleggen grenzen van de industriële productielocatie</i>	18
2.5.3	<i>Definitie van de referentiesituatie: bestaande productielocaties</i>	18
2.5.4	<i>Definitie van de referentiesituatie: nieuwbouw en uitbreiding van productielocaties</i>	19
2.6	Kengetallen voor huidige situatie	19
3 Keuzes bij de uitwerking van specifieke projectalternatieven	.....	21
3.1	CO ₂ emissies en primair fossiel energiegebruik voor elektriciteitsproductie	21
3.2	Aftapwarmte: definitie en aanpak	21
3.2.1	<i>Aftapwarmte van elektriciteitscentrales</i>	22
3.2.2	<i>Aftapwarmte van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's).....</i>	22
3.2.3	<i>Aftapwarmte van industriële stookinstallaties.....</i>	22
3.3	Warmte-kracht installaties (WKK)	23
3.3.1	<i>WKK: definitie</i>	23
3.3.2	<i>WKK: besparingen</i>	23
3.3.3	<i>WKK: keuze van de referentiesituatie</i>	23
3.3.4	<i>WKK: allocatie van brandstofinzet naar warmte en elektriciteit bij import van warmte</i>	24

3.4	Restwarmte	26
3.5	Restkoude	26
3.6	Duurzaamheid van biomassa	27
3.7	Biogene reststromen	28
3.8	Fossiele reststromen	28
3.9	Export van CO ₂	29
3.10	Productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte	30
3.11	Inkoop van groene stroom	30
4	Kengetallen	31
4.1	Verbrandingswaarde en CO ₂ emissiefactoren voor fossiele brandstoffen	31
4.2	Indirect primair fossiel energiegebruik en CO ₂ emissies voor elektriciteit	32
4.3	Verlies aan elektriciteitsproductie bij aftappen van warmte	32
4.4	Distributie en transport van aftapwarmte en restwarmte	34
4.5	WKK installaties (fossiel en biomassa)	34
4.6	Energieproductie met hernieuwbare energiebronnen	34
4.7	Export van CO ₂ voor permanente opslag	35
5	Praktische toepassing.....	37
5.1	Stappen	37
5.2	Tool	38
	Referenties	39
	Bijlage: Rekenregels	43

Lijst met gehanteerde definities

- Aftapwarmte warmte afkomstig uit een stoomturbine van bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale, afvalverbrandingsinstallatie of industriële stookinstallatie waarbij bewust de keuze wordt gemaakt om minder of geen elektriciteit te produceren en/of meer brandstof in te zetten om daarmee meer warmte te leveren als de opbrengsten daarvan voor het systeem als geheel positief zijn;
- Carbon Capture Storage (CCS): afvang, het transport en de permanente opslag van CO₂ in de bodem;
- Direct primair fossiel energiegebruik: het gebruik van fossiele energiebronnen binnen de grenzen van een industriële productielocatie;
- Directe CO₂-emissies: emissies die plaatsvinden ten gevolge van het gebruik van fossiele energiebronnen binnen de grenzen van een industriële productielocatie;
- Energievoorziening: omvat alle in- en uitgaande energiestromen (elektriciteit, brandstoffen, warmte, koude) om een industrieel productieproces te bedienen;
- Hernieuwbare energie: energie afkomstig van energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk: wind, zon, aero-thermische, geothermische, hydro-thermische energie en energie uit de oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen;
- Indirect primair fossiel energiegebruik: het gebruik van fossiele energiebronnen buiten de grenzen van een industriële productielocatie die worden ingezet ten behoeve van de productie van elektriciteit/warmte/stoom/koude die binnen de grenzen van de industriële productielocatie worden gebruikt;
- Indirecte CO₂-emissies: emissies buiten de grenzen van een industriële productielocatie ten gevolge van de inzet van fossiele brandstoffen voor de productie van elektriciteit/warmte/stoom/koude die binnen de grenzen van de industriële productielocatie worden gebruikt en die daarmee toegerekend worden de industriële productielocatie;
- Industriële productielocatie: is een inrichting zoals gedefinieerd in de Wet Milieubeheer: “elke door de mens bedrijfsmatig, of in een omvang alsof zij bedrijfsmatig was, ondernomen bedrijvigheid die binnen een zekere begrenzing pleegt te worden verricht”. Voor gebruik in deze uniforme maatlat kan ook een ruimere definitie worden gehanteerd, zodat er in feite sprake is van een projectlocatie, bijvoorbeeld in geval van warmte-uitwisseling tussen twee of meer partijen,
- Restwarmte warmte die in de bestaande situatie niet zonder meer nuttig kan worden aangewend. Dit betekent dat de warmte op het moment dat deze vrijkomt/geloozd wordt voor de betreffende partij (AVI, industrie, elektriciteitsproducent) geen of een negatieve economische waarde heeft;
- Warmte/kracht installatie (WKK): installatie waarmee gelijktijdig warmte en elektriciteit worden geproduceerd en waarbij zowel de warmte als de elektriciteit nuttig worden ingezet.

1 Inleiding

1.1 Knelpunt: algemeen geaccepteerde rekenregels en kengetallen voor beoordeling van energiebesparing, CO₂ emissiereducties en hernieuwbare energie niet beschikbaar

Uit gesprekken met marktpartijen en deskundigen binnen Agentschap NL is gebleken dat binnen de industrie verschillende rekenregels worden gehanteerd en verschillende kentallen in omloop zijn voor het beoordelen van de energetische kwaliteit van verschillende mogelijkheden voor energiebesparing, CO₂ emissiereducties en de inzet van hernieuwbare energie. Het gebrek aan uniforme rekenregels en kengetallen komt vooral naar voren bij het bepalen van energiebesparing en CO₂ emissiereducties bij de:

- Inzet van restwarmte die afkomstig is van installaties die buiten de grenzen van een industriële productie-installatie staan;
- Inzet van warmte en elektriciteit geproduceerd met WKK-installaties;
- Export van warmte, elektriciteit, brandstoffen en CO₂ die geproduceerd zijn binnen de grenzen van de industriële productie-installatie;
- Inzet van hernieuwbare energiebronnen voor de productie van warmte en elektriciteit (vooral de waardering van de inzet van biomassa is een punt van discussie).

Dit betreft dus vooral *generieke mogelijkheden* die breed toegepast kunnen worden binnen verschillende industriële sectoren en die van invloed zijn op de *energievoorziening* van industriële productieprocessen. Deze mogelijkheden worden onvoldoende en/of zeer uiteenlopend beschreven in de protocollen die momenteel gebruikt worden voor het berekenen van gerealiseerde energiebesparing en CO₂ emissiereducties binnen de Nederlandse industrie. Het blijkt dat uitgangspunten en gehanteerde kengetallen uiteen lopen en dat het niet altijd duidelijk is welke kengetallen zijn gebruikt en hoe deze tot stand zijn gekomen. Tabel 1 geeft een overzicht van de protocollen en richtlijnen die momenteel binnen de (Nederlandse) industrie veel gebruikt worden.

Tabel 1 Belangrijkste protocollen en monitoringrichtlijnen in omloop binnen de Nederlandse industrie met een korte omschrijving van hun toepassingsgebied

Protocol en/of richtlijn	Toepassingsgebied
Handreiking monitoring Meerjarenafspraken Energie-efficiency (MJA3 en MEE convenant)	Berekenen van gerealiseerde energiebesparingen en verandering in de Energy Efficiency Index (EEI) door de implementatie van maatregelen door deelnemers aan het MJA en MEE convenant.
Monitoringrichtlijnen in het kader van Europese Emissiehandelssysteem (EU-ETS)	Berekenen van de jaarlijkse broeikasgasemissies voor installatie die onder het EU-ETS vallen.
Richtlijnen in het kader van het Global Reporting Initiative (GRI)	Berekenen van de omvang van de jaarlijkse omvang van de broeikasgasemissies voor bedrijfsactiviteiten in het kader van Corporate Sustainable Reporting (CSR).

1.2 “Uniforme maatlat (UM)” voor de gebouwde omgeving vormt het voorbeeld

De afgelopen jaren heeft het nationaal expertisecentrum warmte (NEW) in nauwe samenwerking met diverse stakeholders een Uniforme Maatlat (UM) voor de gebouwde omgeving ontwikkeld (AgNL, 2011a). Deze maatlat bevat een set van uniforme rekenregels en kengetallen om de energieprestatie van alternatieven voor de warmte- en koude-voorziening in de gebouwde omgeving te berekenen. Deze maatlat heeft inmiddels brede bekendheid verworven en wordt breed toegepast door de sector en keuzes uit de maatlat zijn grotendeels overgenomen in de norm “Energieprestatienorm Maatregelen op Gebiedsniveau (EMG)”. Het doel van dit project is een vergelijkbaar instrument voor de industrie te ontwikkelen.

1.3 Doelstelling en beoogd resultaat

De doelstelling voor dit project is te komen tot een transparante methode voor het op uniforme en objectieve wijze berekenen van de energie- en milieuprestaties van energiebesparingsmaatregelen, inzet van hernieuwbare energiebronnen en CO₂ emissiereductiemaatregelen die de energievoorziening van industriële productielocaties beïnvloeden.

Een uniforme berekeningswijze moet ervoor zorgen dat projectalternatieven voor de invulling van de energievoorziening binnen industriële installaties onderling vergelijkbaar worden en betrokken partijen een goed inzicht krijgen in hun eigen ambitieniveau.

De maatlat geeft geen kengetallen voor (en is dus *niet* bedoeld voor het doorrekenen van) de energie- en milieuprestaties van proces-specifieke energiebesparende maatregelen binnen de verschillende industriële productieprocessen. Dit betekent dat binnen de maatlat de industriële productieprocessen zelf als een *black box* worden benaderd.

Het beoogde resultaat van dit project is een maatlat die (eerst nationaal maar mogelijk later ook internationaal) breed geaccepteerd en bekend wordt binnen de industrie en gebruikt gaat worden in het kader van de beoordeling en monitoring van energie- en milieuprestaties. De maatlat komt *niet in de plaats van bestaande afspraken*, maar kan voor het maken van nieuwe afspraken over monitoring van energie- en milieuprestaties wel gebruikt worden.

1.4 Doelgroep voor de maatlat

De doelgroep voor deze maatlat bestaat uit:

- Industriële ondernemingen voor het gebruik bij de verkenning van alternatieven en de onderbouwing van hun keuze voor wel/niet implementeren van energiebesparings- en CO₂ emissiereductiemaatregelen.
- Industriële ondernemingen voor het gebruik bij rapportages in het kader van hun CSR (Corporate Sustainability Reporting) / MVO (Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen) beleid, waarin zij achteraf verantwoording afleggen over behaalde energiebesparing en CO₂ emissiereducties.
- Energie- en milieuadviseurs die in opdracht van industriële ondernemingen toekomstige alternatieven doorrekenen of rapportages moeten opstellen om het effect van al uitgevoerde projecten te berekenen.

- Subsidieaanvragers die in hun aanvraag aan moeten geven wat de verwachte energiebesparing en CO₂ emissiereductie zijn van beschreven projecten.
- Energiebedrijven die de energie- en milieuprestaties van geleverde warmte en elektriciteit willen berekenen.
- Vergunningverleners en handhavers die in het kader van de milieuvergunning het effect van energiebesparende maatregelen moeten beoordelen.
- Kopers/verkopers/makelaars actief in de handel van warmte, reststromen en CO₂.
- Overheden voor uniforme beoordeling van maatregelen in het kader van de afweging van beleidsalternatieven of bij het beoordelen van energie-effecten bij subsidieprojecten.

1.5 Toepassingsgebied van de maatlat

De maatlat is bedoeld voor gebruik:

- In de fase waarbij een eerste *globale verkenning* wordt gemaakt van de *toekomstige alternatieven* om de fossiele energievraag en de milieu-impact van de energievoorziening bij bestaande industriële productielocaties te verminderen.
- In de fase waarbij een eerste globale verkenning wordt gemaakt van de toekomstige alternatieven voor invulling van de energievoorziening bij uitbreiding van bestaande industriële productielocaties of de bouw van een nieuwe locatie en deze onderling vergeleken moeten worden op hun fossiele energievraag en CO₂-emissies.
- Als basiskenngetallen voor het afwegen van business-cases voor de invulling van de energievoorziening bij industriële productielocaties (nieuw en bestaand).
- In de fase waarbij voor een uitgevoerde investering achteraf (*ex-post*) verantwoording afgelegd wordt over de behaalde energiebesparing en CO₂ emissiereducties.

2 Afbakening en keuzes bij de uitwerking

2.1 Afbakening en aanpak

Dit hoofdstuk geeft een afbakening van de uniforme maatlat voor de industrie en een toelichting op de achtergrond bij de keuzes gemaakt bij de praktische uitwerking van de maatlat. Bij de verschillende keuzes is ook aangegeven waar deze aansluiten dan wel afwijken van nationaal en internationaal veel gebruikte protocollen en wat de redenen zijn om hiervan vanaf te wijken.

2.2 Uniforme Maatlat is toepasbaar voor generieke maatregelen die van invloed zijn op energie- en milieuprestaties v.d. energievoorziening van industriële productieprocessen

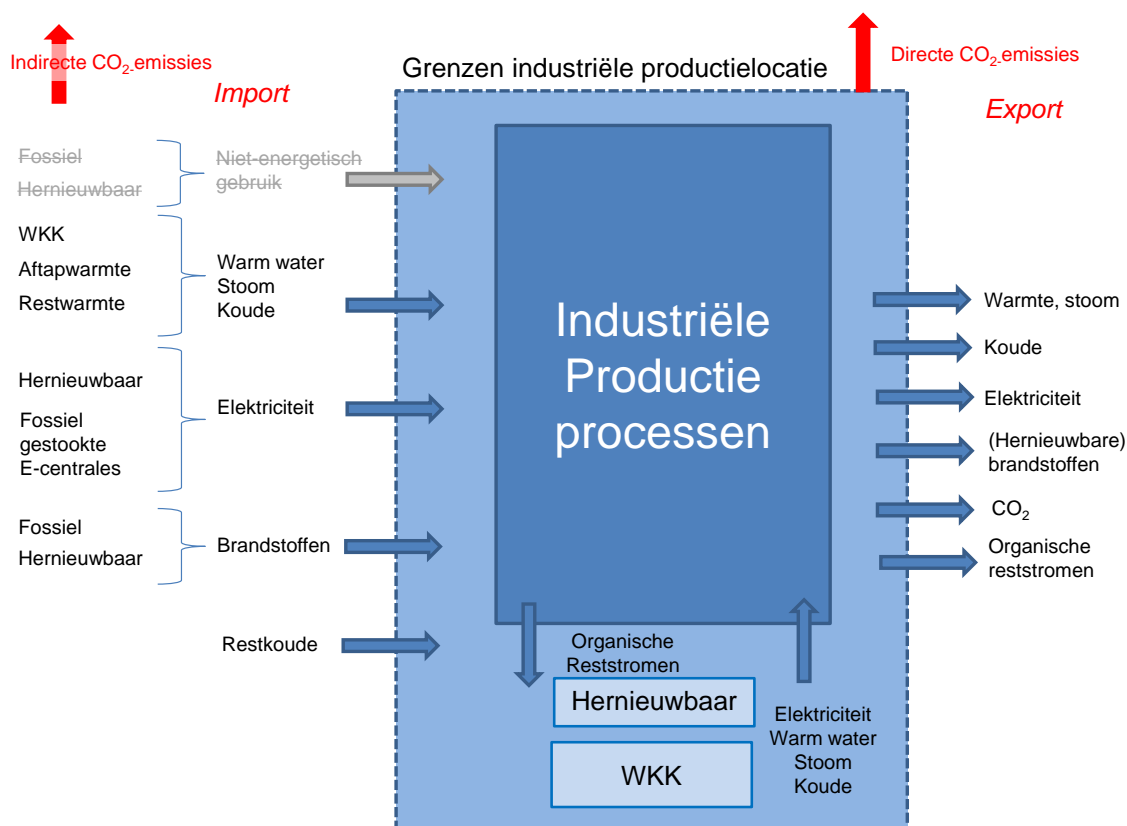
De uniforme maatlat voor de industrie is gericht op het in kaart brengen van de energie- en milieuprestatie van verschillende *generieke mogelijkheden* voor de invulling van de *toekomstige energievoorziening* van industriële productieprocessen. Dit betekent dat het industriële productieproces zelf als een *“black box”* wordt benaderd en alleen wordt gekeken naar de in- en uitgaande stromen die veranderen door een andere invulling van de energievoorziening (zie Figuur 1). Het effect van specifieke energie-efficiency maatregelen die kunnen worden geïmplementeerd binnen de diverse industriële productieprocessen (de black box) kunnen echter wel in een doorrekening met de uniforme maatlat worden meegenomen als een *“Energie-efficiency maatregel binnen een industrieel productieproces”*. Bij Figuur 1 moeten de volgende opmerkingen en kanttekeningen worden geplaatst:

- *Directe en indirecte CO₂ emissies* (zie paragraaf 2.4 voor verder uitleg) die het gevolg zijn van de conversie van energiedragers voor energetische toepassingen met een *fossiele oorsprong* worden in deze maatlat integraal meegenomen. De emissies van NO_x en SO₂ kunnen op dezelfde wijze worden meegenomen, maar kengetallen hiervoor zijn nog niet in deze maatlat opgenomen.
- *Niet-energetisch gebruik* van fossiele brandstoffen wordt *niet* meegenomen in de maatlat. Dit betreft het gebruik van fossiele brandstoffen als grondstof ofwel feedstock als basis voor de productie van andere producten of voor gebruik als hulpstof². Ook in het kader van Meerjarenafspraken energie-efficiency (MJA's) valt dit gebruik buiten de afspraken (AgNL, 2012a). In deze maatlat sluiten wij aan bij de definitie van niet-energetisch gebruik zoals gehanteerd door het CBS in de Nederlandse Energiehuishouding (NEH) (CBS, 2012). Hierbij moet worden opgemerkt dat definities gehanteerd voor niet-energetisch verbruik niet eenduidig zijn. Zo hanteert het CBS in de NEH een definitie die afwijkt van de definitie die wordt gehanteerd door de

² Niet-energetisch gebruik van fossiele brandstoffen vindt plaats in de volgende industriële sectoren: Raffinaderijen, Kunstmestindustrie, Chemische industrie (Organische basischemie, basischemie (geen petrochemie) + kunstvezels, overige anorganische basischemie en chemische eindproductenindustrie), Basismetalen (Basisferrometaalindustrie, basis-non-ferrometaalindustrie, met daarbij cokesfabriek), Overige industrie (Metaalproductenindustrie, hout-, kunststof-, instrumentenindustrie, glas-, aardewerk-, cement-, kalkindustrie, en industrie niet te specificeren naar industrietak). Bron: CBS.

IPCC en het IEA (CBS, 2010)³. Concluderend betekent dit voor de aanpak in deze uniforme maatlat dat CO₂ procesemissies die plaatsvinden bij industriële productie-installatie ten gevolge van het niet-energetisch gebruik van fossiele brandstoffen niet worden meegenomen in de analyse van de uniforme maatlat.

- CO₂ procesemissies worden niet meegenomen. Dit zijn emissies van fossiele oorsprong die inherent zijn aan het productieproces⁴.
- De projectgrenzen liggen om de industriële productielocatie. Het is echter ook mogelijk om de projectgrenzen ruimer te definiëren (bijvoorbeeld in het geval van restwarmtelevering) zodat een gezamenlijk voordeel kan worden berekend.



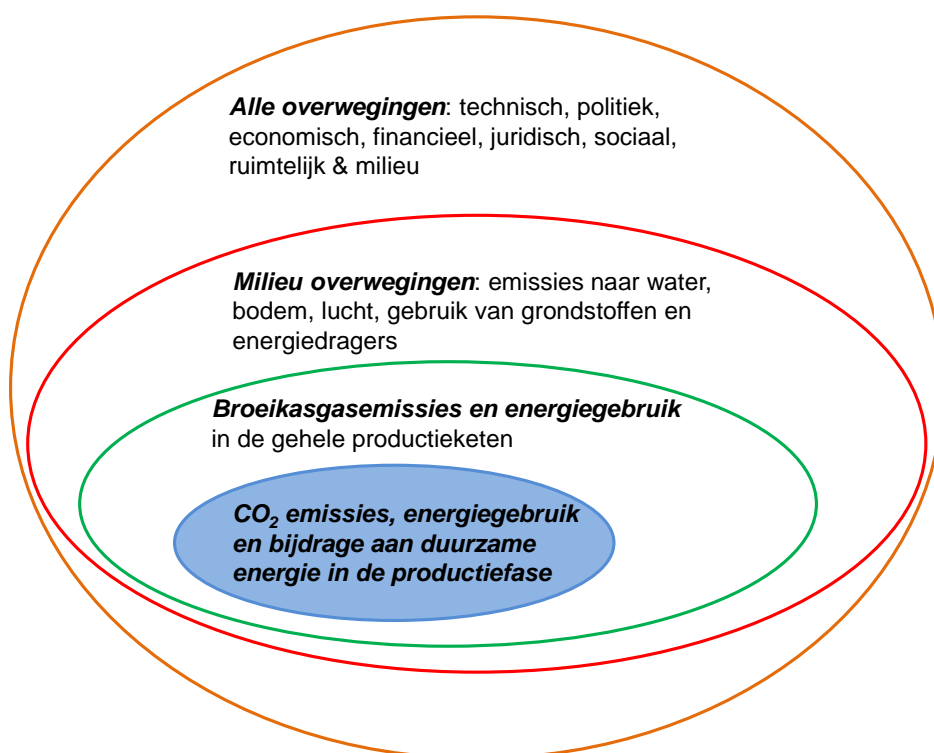
Figuur 1: Afbakening van in- en uitgaande stromen relevant voor de uniforme maatlat

2.3 Score van alternatieven op beperkte set van energie- en klimaatindicatoren

Deze maatlat is bedoeld voor de toepassing bij de beslissing rond de energievoorziening van industriële productieprocessen. In dit besluitvormingsproces moeten een groot aantal aspecten worden afgewogen (zie Figuur 2).

³ Verschillen tussen CBS en UNFCCC zitten o.a. in de aanpak van de inzet van kolen bij de hoogovens en het niet-energetisch gebruik van elektriciteit (internationaal wordt voor deze laatste categorie het onderscheid energetisch en niet-energetisch niet gemaakt).

⁴ Bijvoorbeeld CO₂ emissies bij de productie van cement, kalksteen, glas, actieve koolstof.



Figuur 2: Afbakening van de uniforme maatlat voor de industrie. Indicatoren binnen de blauwe cirkel zijn het aandachtsgebied voor de maatlat.

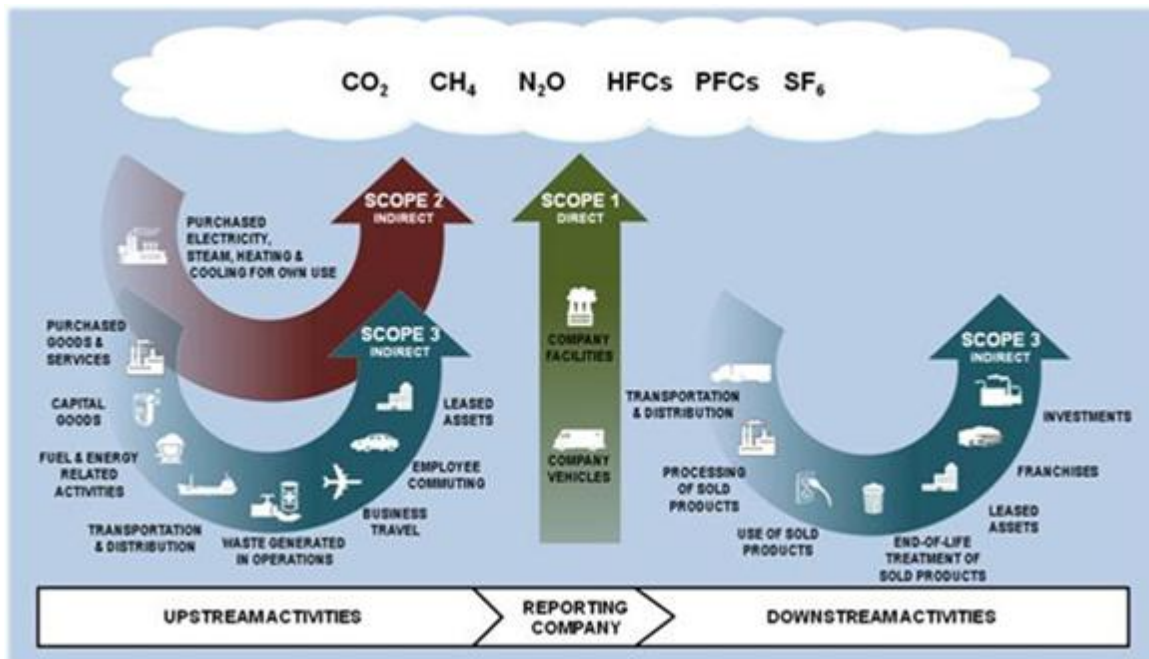
De uniforme maatlat is gericht op het scoren van alternatieven op een beperkte set van indicatoren te weten: de CO₂-emissies en het primair fossiel energiegebruik. Er is in eerste instantie voor deze beperkte set aan indicatoren gekozen omdat:

- deze het meest direct gerelateerd zijn aan de Nederlandse en Europese beleidsdoelstellingen op het gebied van het energie- en klimaatbeleid;
- voor het merendeel van de CO₂ emissiereductie en energiebesparende maatregelen geldt dat meer dan 90% van het energiegebruik en de emissies in de productiefase plaatsvinden (de inzet van biomassa vormt in sommige situaties een uitzondering. Dit onderwerp komt apart aan de orde.);
- de alternatieve mogelijkheden voor invulling van de energievoorziening in de industrie vooral effect hebben op de omvang van de CO₂ emissies en de emissies van de overige broeikasgassen slechts beperkt beïnvloeden⁵ (RIVM, 2012).

⁵ Daar waar maatregelen bij specifiek industriële productieprocessen een grote invloed hebben op de emissies van niet-CO₂ broeikasgasen kunnen deze apart worden meegenomen. Belangrijkste bronnen van niet-CO₂ broeikasgassen in de industrie zijn: N₂O (productie van salpeterzuur en carpolactam), PFC (productie van aluminium en halfgeleiders), HFC's (emissies door lekkende koelmachines, productie van schuimen en aerosolen), HFC23 (bij de productie van HCFC22), CH₄ (Olie en gasindustrie) (RIVM, 2010).

2.4 Zowel directe als indirecte CO₂-emissies en direct en indirect primair fossiel energiegebruik in de productiefase worden meegenomen

In het kader van deze maatlat brengen we zowel de *direct(e) CO₂-emissies en het directe primaire fossiel energiegebruik* (dus de emissies en energiegebruik die plaatsvinden binnen de grenzen van de industriële productielocatie) als de *indirect(e) emissies en het indirecte primaire fossiel energiegebruik* (de emissies en het energiegebruik dat plaatsvindt buiten de grenzen van de industriële productielocatie voor warmte-, koude en elektriciteitsproductie) voor een project in kaart. De belangrijkste reden om ook te kijken naar de indirecte emissies en het indirecte energiegebruik is dat een groot aantal generieke mogelijkheden voor de invulling van de energievoorziening van industriële productieprocessen vooral de omvang van de indirecte emissies en energiegebruik beïnvloedt en het doel van het energie- en klimaatbeleid in Nederland is een systeem-optimale keuze te stimuleren (en niet alleen verplaatsing van energiegebruik en emissies).



Figuur 3: Overzicht van broeikasemissies in de waardeketen van bedrijven.

De maatlat sluit hiermee aan bij de aanpak ontwikkeld in het kader van “The Greenhouse Gas Protocol Initiative”⁶ (een initiatief van het World Resources Institute (WRI), the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en inmiddels 170 internationale bedrijven). In dit protocol worden de directe emissies aangeduid met *scope 1 emissies* en indirecte emissies t.g.v. van de inkoop van elektriciteit en warmte met *scope 2 emissies* (zie Figuur 3). De scope 3 emissies (dit zijn indirecte emissies die het gevolg zijn van activiteiten van een bedrijf, maar vrijkomen bij bronnen die niet het eigendom zijn of gecontroleerd worden door het bedrijf) worden niet meegenomen in de uniforme maatlat (zie Figuur 3).

⁶ <http://www.ghgprotocol.org/>

De aanpak in deze maatlat, om indirecte CO₂-emissies en indirect fossiel energiegebruik toe te rekenen aan afnemers, wijkt af van de methode in de nationale en internationale broeikasgasemissie-rapportages onder het UNFCCC en de monitoringrapportages van bedrijven in het kader van EU-ETS. In deze rapportages worden emissies t.g.v. elektriciteits- en warmteproductie toegerekend aan de elektriciteits- en warmteproducenten en niet aan de afnemers van de elektriciteit en warmte (schoorsteenbenadering, dus alleen scope 1).

Verder is het van belang te vermelden dat het protocol voor de monitoring van de Meerjarenafspraken (MJA3 en MEE convenant) een andere definitie hanteert van indirect energiegebruik: “Het indirecte energieverbruik is het totaal van het energieverbruik vastgelegd of aanwezig in de materialen, en het energieverbruik in de totale productlevensketen (grondstofwinning tot en met afdanking inclusief transport)” (AgNL, 2012a). Dit komt dus overeen met het energiegebruik onder scope 3 in het kader van het GHG protocol. Verder maakt het protocol een onderscheid tussen procesefficiency en ketenefficiency:

- Procesefficiency maatregelen zijn maatregelen die zijn gericht op de verbetering van de energie-efficiency van het proces en dus geïmplementeerd worden binnen de grenzen van de industriële productielocatie. Deze maatregelen kunnen zowel effect hebben op het energiegebruik en de emissies onder scope 1 als scope 2.
- Ketenefficiency maatregelen zijn maatregelen waarbij de besparingen buiten het bedrijf of instelling plaatsvinden. Daarbinnen wordt een onderscheid gemaakt tussen de productieketen en de productketen. Onder de productieketen wordt de productiefase van het product verstaan (van grondstof tot product plus de eindverwerking), terwijl de productketen de gebruiksfase van het product betreft. Restwarmtebenutting en gebruik van warmte uit een WKK die buiten de grenzen van de industriële productie-installatie staat valt daarbij onder de definitie van ketenefficiency.

Tabel 2 geeft een samenvatting van de gebruikte terminologieën en indelingen gebruikt in het kader van de verschillende protocollen.

Tabel 2 Relatie tussen indeling en terminologie gebruikt in GHG protocol, Handreiking Monitoring MJA2/MEE convenant en de uniforme maatlat voor de industrie

GHG Protocol Initiative	Scope 1	Scope 2	Scope 3
Handreiking Monitoring MJA3/MEE convenant	Procesefficiency		
		Ketenefficiency	
Uniforme maatlat voor de industrie	Directe emissies Direct energiegebruik	Indirecte emissies Indirect energiegebruik	Wordt niet meegenomen

2.5 Basisgedachte uniforme maatlat: bepalen van het verschil in score op energie- en klimaatindicatoren tussen referentiesituatie en projectalternatieven

2.5.1 Aanpak

De basisgedachte van de uniforme maatlat is dat het verschil bepaald wordt tussen de energie- en CO₂-prestaties van een industriële productielocatie in de referentiesituatie en voor projectalternatieven. Projectalternatieven betreffen in dit geval veranderingen in de productie en/of levering van

elektriciteit, warmte, stoom en/of koude die leiden tot een vermindering van de vraag naar primaire fossiele energiedragers en een reductie van de daaraan gerelateerde CO₂ emissies.

2.5.2 Vastleggen grenzen van de industriële productielocatie

De eerste stap vormt het vastleggen van de grenzen van de industriële productielocatie waarvoor berekeningen met de uniforme maatlat uitgevoerd gaan worden. Deze grenzen zullen veelal overeenkomen met de fysieke grenzen van een productielocatie waarbinnen alle installaties zich bevinden en waarover de industriële onderneming de operationele mogelijkheden heeft (m.a.w. de zeggenschap) om de energie- en milieuprestaties van deze installaties te beïnvloeden door bijvoorbeeld door investeringen in energiebesparende maatregelen, gebruik van hernieuwbare energiebronnen of veranderingen door te voeren in de in/verkoop van energie.

De maatlat biedt de mogelijkheid om de effecten van projectalternatieven breder te analyseren dan alleen voor de industriële productielocatie. Bijvoorbeeld in het geval van restwarmtelevering is het ook mogelijk om de projectgrenzen ruimer te definiëren zodat een gezamenlijk voordeel kan worden berekend. Het is van belang de grenzen niet te nauw te kiezen, om suboptimale keuzes voor de energievoorziening te vermijden,

2.5.3 Definitie van de referentiesituatie: bestaande productielocaties

De referentiesituatie wordt in deze maatlat voor *bestaande productielocaties* gedefinieerd als een voorzetting van de huidige activiteiten. Met andere woorden de huidige omvang van energiestromen waarin door implementatie van het te onderzoeken projectalternatief een verandering gaat optreden vormt het startpunt bij de analyse bij bestaande productielocaties.

De referentiesituatie wordt in verschillende protocollen gedefinieerd als de hypothetische beschrijving van de meest waarschijnlijke situatie die zou zijn opgetreden in afwezigheid van het projectalternatief dat wordt onderzocht. Methoden die worden toegepast om de referentiesituatie voor *bestaande productielocaties* te beschrijven zijn onder te verdelen in twee categorieën (zie o.a. (WRI, 2005), (UNFCCC, 2000), (AgNL, 2011a)):

1. In afwezigheid van het projectalternatief worden de huidige activiteiten voortgezet en dezelfde producten en diensten geleverd met dezelfde technologie in dezelfde hoeveelheden (dus energie en CO₂-prestaties veranderen niet ten opzichte van de huidige situatie).
2. In afwezigheid van het projectalternatief worden de huidige activiteiten voortgezet en worden dezelfde producten en diensten geleverd echter met een andere technologie met een lager energiegebruik en een betere milieuprestatie dan in de huidige situatie, maar die minder ver gaat dan het te analyseren projectalternatief. Dit kunnen bijvoorbeeld verbeteringen zijn t.g.v.:
 - Vervanging van kapitaalgoederen: investeringen die worden gedaan omdat technologie is verouderd/afgeschreven;
 - Investeringen die moeten worden gedaan om te kunnen voldoen aan (nieuwe) eisen in de milieuvergunningen;
 - Rationalisaties/debottlenecking: efficiënter gebruik van bestaande capaciteit, verandering in gebruik van grond- en/of brandstoffen, beter onderhoud en reparatie (O&M).

De uniforme maatlat sluit voor *bestaande productielocaties* aan bij de eerste definitie voor de referentiesituatie omdat 1) dit het meest eenvoudig is voor de gebruiker en 2) daarmee wordt voorko-

men dat eindeloze discussies ontstaan over welke hypothetische investeringen in technologieën wel/niet gedaan zouden worden bij het niet implementeren van de projectalternatieven. Nadeel van deze aanpak is dat industriële ondernemers met een weinig efficiënt proces grotere winst claimen dan ondernemers met een zeer efficiënt proces.

2.5.4 Definitie van de referentiesituatie: nieuwbouw en uitbreiding van productielocaties

De referentiesituatie is voor nieuwbouwlocaties (groene weide) gedefinieerd als de standaard productiecapaciteit en technologie die zou zijn gerealiseerd wanneer de te analyseren projectalternatieven niet zouden worden geïmplementeerd. Bij significante uitbreiding van productielocaties en nieuwbouwlocaties kan de gebruiker zijn eigen standaard technologie definiëren, die naar zijn mening gerealiseerd wordt wanneer het projectalternatief (een verbeterde fabriek) niet wordt geïmplementeerd. Hierbij moet verder worden opgemerkt dat:

- Een capaciteitsuitbreiding als significant wordt aangemerkt als de productiecapaciteit met meer dan 10% wordt uitgebreid. Hiermee sluiten we aan bij de definitie van “significant capacity extension” zoals deze gehanteerd wordt voor de vrije allocatie van emissierechten onder de derde fase van het EU-ETS (EC, 2011a). Een capaciteitsuitbreiding kleiner dan 10% wordt benaderd als een bestaande productielocatie.
- De gebruiker van de maatlat zal zijn keuze voor de standaardfabriek moeten onderbouwen en moeten aangeven wat de achtergrond is van zijn/haar keuze. Dit kan bijvoorbeeld een referentie zijn naar:
 - Een Best Beschikbare Techniek (BBT) die waarschijnlijk voorgeschreven zou worden in het kader van de milieuvergunning (Infomil, 2012).
 - Een benchmark, waarbij de (product-)benchmarks zoals vastgesteld voor de vrije allocatie van emissierechten onder de derde fase van het EU-ETS een goed startpunt vormen (EC, 2011b).
- Voor nieuwbouw mag in de referentiesituatie verondersteld worden dat geen sprake is van uitwisseling van warmte, koude en/of reststoffen met de omgeving (export en import).

2.6 Kengetallen voor huidige situatie

Hoewel de maatlat is bedoeld voor het onderling vergelijkbaar maken van de besparing op primair fossiel energiegebruik en CO₂ emissiereductie voor toekomstige projecten wordt in deze maatlat niet gerekend met toekomstige kengetallen voor rendementen en emissiefactoren maar met kengetallen voor de huidige situatie (meest recent beschikbaar). Idealiter zouden inderdaad toekomstige kengetallen gebruikt moeten worden voor o.a. CO₂ emissies van de elektriciteitsvoorzieningen en verwachte rendementen van duurzame energieproductie-installaties. Discussies in het kader van de ontwikkeling van de uniforme maatlat voor de gebouwde omgeving hebben geleerd dat het erg lastig is om overeenstemming te bereiken over te gebruiken kengetallen voor de toekomst. In deze maatlat is daarom gekozen om te rekenen met kengetallen voor de huidige situatie die jaarlijks worden geactualiseerd.

3 Keuzes bij de uitwerking van specifieke projectalternatieven

In deze paragraaf lichten we de keuzes toe die gemaakt zijn bij de praktische uitwerking van een aantal punten en specifieke projectsituaties waarover veel onduidelijkheid bestaat en/of veel verschillende kengetallen in omloop zijn.

3.1 CO₂ emissies en primair fossiel energiegebruik voor elektriciteitsproductie

De bepaling van de indirecte CO₂ emissies en het primair fossiel energiegebruik gekoppeld aan de productie van elektriciteit leidt vaak tot veel discussies en onduidelijkheden. Momenteel zijn verschillende kengetallen in omloop voor de berekening van de indirecte CO₂ emissies (kg CO₂/kWh), het indirecte primaire energiegebruik (MJ/kWh) en het rendement van de elektriciteitsproductie. De uniforme maatlat volgt het advies recent opgesteld door AgNL et al (2012b). In dit rapport wordt geadviseerd een marginale methode toe te passen bij analyses naar het effect van veranderingen in het elektriciteitsproductiesysteem ten gevolge van besparingen op elektriciteit, productie van elektriciteit met hernieuwbare energiebronnen en compensatie van gedeerde elektriciteitsproductie door het aftappen van warmte bij AVI's en elektriciteitscentrales. Daarbij worden de kengetallen gehanteerd berekend met "referentiepark methode" beschreven in het rapport.

Voor de teruglevering van lokaal geproduceerde elektriciteit uit WKK is in AgNL *et al* (2012b) geen advies voor een specifieke methode opgenomen. Uit oogpunt van eenvoud en consistentie is er iets voor te zeggen om voor de teruggeleverde elektriciteit uit WKK's dezelfde referentie te hantieren als voor bespaarde elektriciteit en elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Door een aantal partijen wordt echter een hele andere referentie gehanteerd voor teruggeleverde elektriciteit. De maatlat hanteert voorlopig voor deze teruglevering ook de kengetallen berekend met de "referentiepark methode". Zodra een breed geaccepteerde methode beschikbaar is, zullen we voor de maatlat overwegen om die methode ook te gaan volgen,

De maatlat wijkt hiermee af van de aanpak in het kader van de monitoring van het MJA en MEE convenant. Daarbij wordt elektriciteit die wordt afgenomen van het net omgerekend naar primair energiegebruik met een gemiddeld referentierendement, maar wordt elektriciteit die wordt teruggeleverd aan het openbare net omgerekend met een rendement van 50% (AgNL, 2012a). Ook in het kader van de EPG (Energie Prestatie voor Gebouwen) wordt gerekend met verschillende rendementen voor elektriciteitsconsumptie (gemiddeld rendement van 39%) en teruglevering (rendement van 50%).

3.2 Aftapwarmte: definitie en aanpak

Aftapwarmte is gedefinieerd als warmte afkomstig uit een stoomturbine van bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale, afvalverbrandingsinstallatie of industriële stookinstallatie waarbij bewust de keuze wordt gemaakt om minder of geen elektriciteit te produceren en/of meer brandstof in te zetten om daarmee meer warmte te leveren als de opbrengsten daarvan voor het systeem als geheel positief zijn. Deze warmte kan door industriële gebruikers worden afgenomen (geïmporteerd) en worden ingezet binnen het productieproces ter vervanging van lokaal geproduceerde warmte/stoom. Met

deze definitie sluiten we aan bij de definities gehanteerd in het Protocol Monitoring energiebesparing (ECN, 2001) en het protocol monitoring hernieuwbare energie (Agentschap NL, 2010).

Bij de productie van aftapwarmte vindt de inzet van fossiele energiedragers en de daaraan gerelateerde CO₂ emissies plaats buiten de grenzen van de industriële productielocatie. Dit betekent dat er een keuze gemaakt moet worden ten aanzien van de *omvang* van het primair fossiel energiegebruik en CO₂ emissies die aan de warmte/stoom moet worden *gealloceerd*, die door de industriële gebruiker wordt afgenomen.

De aanpak voor drie veel voorkomende situaties zijn de volgende paragrafen uitgewerkt: 1) aftappen van warmte uit elektriciteitscentrales, 2) aftappen van warmte uit AVI's en 3) aftappen van warmte uit industriële stookinstallaties.

3.2.1 Aftapwarmte van elektriciteitscentrales

Voor elektriciteitscentrales waarbij warmte wordt afgetapt met als input een fossiele brandstof wordt gerekend met het verlies aan elektriciteitsproductie per eenheid geleverde warmte. De brandstof nodig om dit verlies aan elektriciteitsproductie elders in het elektriciteitsproductiepark te compenseren wordt dan gealloceerd aan de geproduceerde warmte. De hoeveelheid extra brandstof die hiervoor nodig is afhankelijk van het temperatuurniveau en de druk waarop de warmte/stoom wordt afgetapt. Dit is een aanpak die veelal ook door energiebedrijven in Nederland wordt gehanteerd (zie ook Harmelink, Bosselaar (2009)). Verder wordt in de maatlat verondersteld dat het verlies aan elektriciteitsproductie wordt gecompenseerd door extra productie elders in het Nederlandse park met kengetallen berekend met "referentiepark methode" (zie paragraaf 3.1).

3.2.2 Aftapwarmte van afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)

Bij AVI's is de primaire functie het verbranden van afval en daarnaast wordt elektriciteit en warmte opgewekt. Daarbij heeft de AVI de mogelijkheid minder elektriciteit te produceren voor de aftap van extra warmte. Daarbij is ongeveer de helft (op basis van verbrandingswaarde) van de input van AVI's van biogene oorsprong en kan dus worden aangemerkt als CO₂-vrij. Er is op dit moment geen geaccepteerde methode om CO₂ emissies te verdelen over de drie functies van een AVI.

In de aanpak van de uniforme maatlat wordt de AVI gesplitst in een fossiel deel en een biogeen deel op basis van het aandeel van het afval dat als hernieuwbaar kan worden bestempeld (op basis van verbrandingswaarde). Voor de allocatie van energiegebruik en emissies aan de warmte geproduceerd met het fossiele deel wordt dan gerekend met het verlies aan elektriciteitsproductie zoals dit ook gebeurt bij elektriciteitscentrales (zie 3.2.1). Het biogene deel wordt behandeld als een biomassacentrale (zie ook (Harmelink, Bosselaar, 2009)).

3.2.3 Aftapwarmte van industriële stookinstallaties

De derde mogelijkheid is om warmte af te tappen uit industriële (stook)-installaties. Industriële partijen hebben in sommige gevallen een overschot aan stoom op middendruk of hoge druk. Deze stoom kan dan worden ingezet in een turbine om elektriciteit te produceren. Een alternatief voor deze elektriciteitsproductie is levering van de stoom aan een externe afnemer. Voor de allocatie van energiegebruik en emissies aan de warmte geproduceerd met het fossiele deel wordt dan ge-

rekend met het verlies aan elektriciteitsproductie zoals dit ook gebeurt bij elektriciteitscentrales (zie 3.2.1).

3.3 Warmte-kracht installaties (WKK)

3.3.1 WKK: definitie

Bij WKK worden fossiele en/of duurzame brandstoffen in een installatie gebruikt om gelijktijdig warmte en elektriciteit te produceren, waarbij zowel de warmte als de elektriciteit nuttig worden gebruikt. De vraag is nu wanneer een installatie een WKK-installatie mag heten of wanneer sprake is van een installatie in “WKK bedrijf”? Hiervoor sluit de Uniforme maatlat aan bij de EU WKK-richtlijn (EC, 2004)⁷. Deze stelt dat warmte/krachtkoppeling een proces betreft waar:

- Gelijktijdig thermische en elektrische en/of mechanische energie wordt opgewerkt,
- De geproduceerde warmte aan een economische nuttige vraag voldoet.

3.3.2 WKK: besparingen

De tweede vraag is welke besparingen een industriële producent aan zichzelf mag toerekenen? De Uniforme maatlat onderscheidt twee situaties:

1. Een industriële producent heeft de volledige operationele bevoegdheid over een WKK installatie en gebruikt de geproduceerde warmte en/of stoom voor zijn eigen productieprocessen. De geproduceerde elektriciteit wordt of op de eigen productielocatie gebruikt of teruggeleverd aan het net. In deze situatie mag de industriële producent de volledige besparingen die met een WKK worden behaald ten opzichte van de referentiesituatie aan zichzelf toerekenen.
2. Een industriële producent neemt warmte en/of stoom af van een WKK installatie waarover deze producent niet de operationele controle heeft. In dit geval is er sprake van import van warmte en mag de industriële producent alleen de besparingen op de warmteproductie met een WKK aan zichzelf toerekenen (rood gearceerde blok in Figuur 4). (Overigens kan men binnen de aanpak van de uniforme maatlat de afbakening van het industrieel productieproces ruimer definiëren, zodat een gezamenlijk voordeel berekend wordt.)

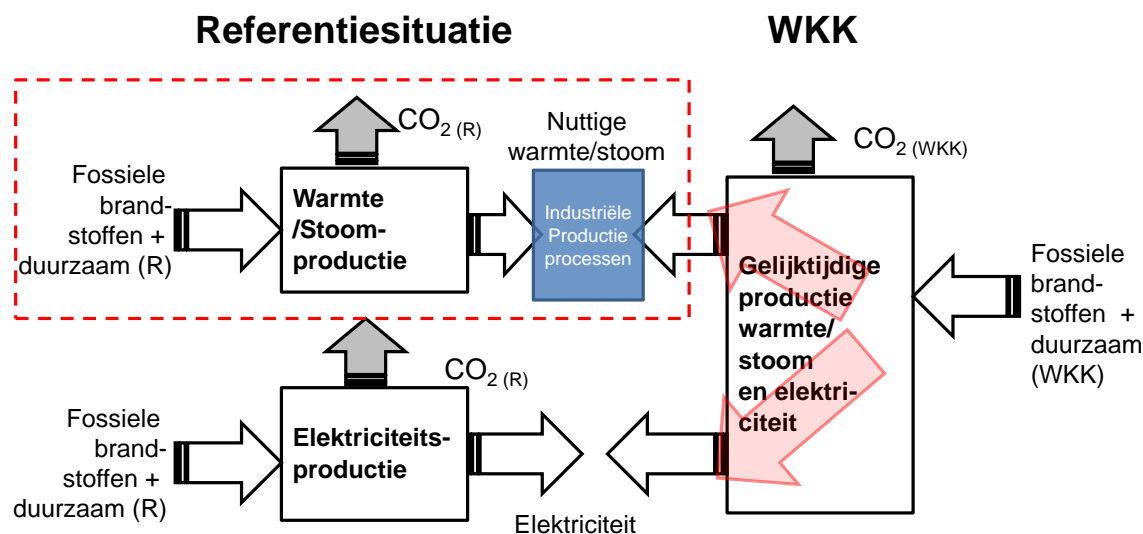
3.3.3 WKK: keuze van de referentiesituatie

Voor de berekening van de omvang van de besparingen op primair energiegebruik en de CO₂ emissiereductie bij de inzet van een WKK wordt verondersteld dat:

- In de referentiesituatie warmte en/of stoom wordt geproduceerd met een rendement dat gelijk is aan de geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor de gescheiden productie van warmte per type brandstof zoals opgenomen in de bijlage van de WKK richtlijn (EC, 2006);
- Elektriciteitsproductie met de WKK leidt tot besparingen op inzet van elektriciteitsproductiecapaciteit elders in het park. De besparingen op primair fossiel energiegebruik en CO₂ emissiereducties worden berekend met de kengetallen berekend volgens de “referentiepark methode” (zie paragraaf 3.1).

⁷ De Europese richtlijn warmtekrachtkoppeling (2004/8/EG, WKK-richtlijn) en de Europese energiedienstenrichtlijn (2006/32/EG, ESD) zijn in 2012 samengevoegd in energie efficiency richtlijn.

Deze aanpak komt overeen met de benadering die gevolgd wordt in het kader van de monitoring van het MJA en MEE convenant voor eigen WKK installaties. Met dit verschil dat het convenant re- kent met andere rendementen. Voor de gescheiden opwekking van warmte rekenen de convenan- ten met een vast rendement van 90%. Verder wordt elektriciteit die wordt afgenomen van het net omgerekend naar primair energiegebruik met een referentierendement voor elektriciteitsproductie van 40% voor MJA en 42% voor MEE-convenant. Elektriciteit die teruggeleverd wordt aan het openbare net wordt in het MEE-convenant omgerekend met een rendement van 50% (AgNL, 2012a).



Figuur 4: Principe van warmte/krachtkoppeling.

3.3.4 WKK: allocatie van brandstofinzet naar warmte en elektriciteit bij import van warmte

Voor de situatie waarin een industriële producent alleen de warmte afneemt moet de brandstofinzet van de WKK gealloceerd worden naar de geproduceerde warmte en elektriciteit (rode pijlen in Figuur 4). De brandstofinzet, die is gealloceerd naar de warmte/stoom kan dan vergeleken met de brandstofinzet in de referentiesituatie en op die manier kunnen de besparingen en CO₂ emissiere- ducties worden bepaald (dit komt dus overeen met de aanpak bij aftapinstallaties). Een overzicht van mogelijke allocatiemethoden met hun voor- en nadelen is opgenomen in Tabel 3. In de unifor- me maatlat is gekozen voor *allocatie* van de brandstofinzet op basis van de *exergie-inhoud* van de geproduceerde warmte en elektriciteit, omdat zo rekening wordt gehouden met de kwaliteit van de geleverde warmte en elektriciteit.

Tabel 3 Overzicht van de verschillende methoden voor de allocatie van brandstofinzet met hun voor- en nadelen. Aangepast en aangevuld o.b.v. Harmelink (2010).

Methode: allocatie o.b.v.	Voordeel	Nadeel	Toegepast
Energie-inhoud van warmte en elektriciteit	Eenvoudig en transparant	Houdt geen rekening met kwaliteit van geproduceerde producten	Eurostat
Primaire energie-inhoud van warmte en elektriciteit	Eenvoudig en is relatief ongevoelig voor keuze van de referentie	Moet keuze gemaakt worden voor referentierendement elektriciteitsproductie	Monitoring i.h.k.v Energy Service Directive Therra
Exergie-inhoud van warmte en elektriciteit	Houdt rekening met kwaliteit van producten	Kwaliteitsfactor veelal niet bekend, relatief hoge brandstofinzet voor elektriciteit	Uniforme maatlat CO ₂ tool voor berekening BKG-reducties biomassa.
Alle besparingen aan warmte	Eenvoudig	Elektriciteitsproductie wordt relatief slecht gewaardeerd, moet keuze gemaakt worden voor referentie	Gelijkwaardigheidsverklaringen i.h.k.v EPC berekeningen
Alle besparingen aan elektriciteit	Eenvoudig	Warmteproductie wordt relatief slecht gewaardeerd, moet keuze gemaakt worden voor referentie	Stroometiket EU-ETS ⁸
50%-50% verdeling besparingen over warmte en elektriciteit	"Eerlijke" verdeling besparingen over warmte en elektriciteit	Invulling van "eerlijke" verdeling aanleiding kan geven tot discussie	Protocol monitoring energiebesparing en protocol monitoring hernieuwbare energie

Exergiemethode

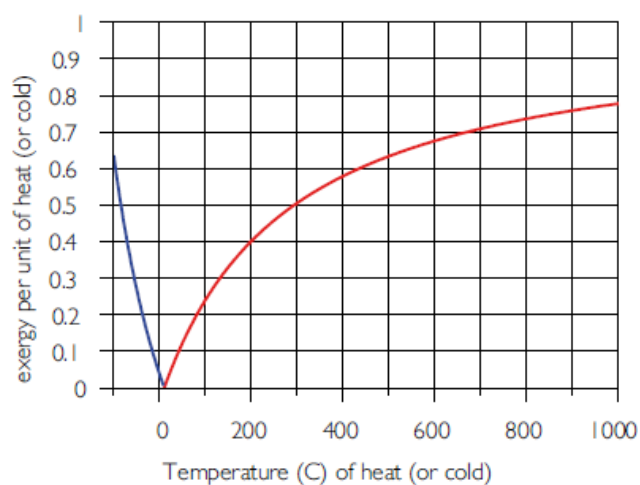
In deze methode wordt de brandstofinzet bij een warmte/krachtinstallatie toegerekend aan de geproduceerde warmte en/of stoom en elektriciteit op basis van de exergie-inhoud van deze producten. De ratio tussen de energie- en exergie-inhoud wordt de kwaliteitsfactor genoemd.

- $\text{Kwaliteitsfactor} = \text{Exergie-inhoud} / \text{Energie-inhoud} = 1 - T_0 / T_1$
- T_0 = referentietemperatuur (veelal de gemiddelde jaarlijkse buitentemperatuur) (Kelvin)
- T_1 = temperatuurniveau van de thermische energiestroom (Kelvin)

De kwaliteitsfactor voor elektriciteit is gelijk aan 1. De kwaliteitsfactor voor warm water op een temperatuurniveau van 70 °C en een referentietemperatuur van 12 °C is $1 - 285 / 343 = 0,17$. Het betreft in dit geval het temperatuurniveau waarop de warmte en/of stoom wordt afgeleverd bij de eindgebruiker. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de kwaliteitsfactor (exergie per eenheid energie) voor warmte en koude bij verschillende temperaturen (Bron: Dpt Energy & CC, 2012). Voordeel van de exergiemethode is dat ze rekening houdt met de kwaliteit van de geproduceerde energiedragers en toepasbaar is bij de productie van Hoge Druk (HP) en Lage Druk (LP) stoom, en warm water. Naddeel van deze methode is dat niet altijd bekend is wat het

⁸ In het kader van het EU-ETS heeft warmte geproduceerd met een WKK installatie recht op vrije allocatie van CO₂ rechten. De vastgestelde benchmark is 62,3 ton CO₂/TJ warmte wat overeen komt met het emissieniveau van een aardgasgestookte ketel met een rendement van 90% (EC, 2011). Met deze benchmark worden dus alle besparingen toegewezen aan de elektriciteitsproductie. Voor de CO₂ emissie die nog aan elektriciteit toegerekend moet worden hoeven op deze manier minder rechten gekocht te worden op de veiling.

temperatuurniveau is van de geproduceerde warmte en/of dat warmte van verschillende temperatuurniveaus wordt geproduceerd (zoals bij gasmotoren).



3.4 Restwarmte

Restwarmte is gedefinieerd als warmte die in de bestaande situatie niet zonder meer nuttig kan worden aangewend. Dit betekent dus dat de warmte op het moment dat deze vrijkomt/gelooosd wordt voor de betreffende partij (AVI, industrie, elektriciteitsproducent) geen of een negatieve economische waarde heeft. Bij restwarmtebenutting wordt warmte, die anders in het milieu zou verdwijnen via de schoorsteen of het koelwater, nuttig gebruikt om industriële productie-installaties, woningen, utiliteitsgebouwen, kassen etc. te voorzien van warmte. Restwarmtebenutting gaat dus niet ten koste van het rendement van de installatie waarvan de warmte wordt afgetapt, wel is veelal extra energiegebruik nodig voor bijvoorbeeld pompen en compressoren. Bij industriële productie-installaties kan zowel sprake zijn van import als van export van restwarmte.

Er kleven bezwaren aan het definiëren van al te rigide regels voor de allocatie van de behaalde CO₂ emissiereducties en fossiele energiebesparing aan de producent, transporteur en de afnemer van de restwarmte. De maatlat schrijft niet voor hoe partijen die betrokken zijn bij restwarmte-uitwisseling de baten verdelen. De enige randvoorwaarde die de maatlat stelt is dat geen dubbel-tellingen plaats mogen vinden. Door verruimen van de grenzen van de industriële productielocatie valt er ook een gezamenlijk voordeel te berekenen. De omvang van de energiebesparing wordt bepaald door de wijze waarop de restwarmte wordt ingezet bij de gebruikers. Hierbij wordt verondersteld dat in de referentiesituatie de warmte wordt geproduceerd met een aardgasgestookte installatie met een rendement van 90%. Deze aanpak komt overeen met de aanpak die in het kader van de monitoring van de MJA's wordt toegepast. Besparingen op restwarmte en warmte afkomstig van WKK worden daarbij gewaardeerd tegen een rendement van 90% (AgNL, 2012a).

3.5 Restkoude

Restkoude is gedefinieerd als koude die in de bestaande situatie niet zonder meer nuttig wordt aangewend. Dit betekent dus dat deze koude op het moment dat deze vrijkomt/gelooosd wordt voor de betreffende partij (b.v. een LNG terminal) geen of een negatieve economische waarde heeft. Bij restkoudebenutting, wordt net als bij restwarmtebenutting, koude die anders in het milieu zou ver-

dwijnen nuttig gebruikt om industriële productie-installaties, woningen, utiliteitsgebouwen, kassen etc. te voorzien van koude.

De *omvang* van de energiebesparing wordt bepaald door de wijze waarop de restkoude wordt ingezet bij de gebruikers. Hierbij wordt verondersteld dat in de referentiesituatie koude wordt geproduceerd met een compressie- of absorptiekoelmachine, waarbij de referentie-efficiëntie afhankelijk is van het temperatuurniveau van de koeling.

3.6 Duurzaamheid van biomassa

De uniforme maatlat hanteert als uitgangspunt dat alle warmte en/of elektriciteit geproduceerd met installaties die als brandstof *duurzame biomassa* gebruiken *geen broeikasgassen emitteren in de productiefase*. Daarbij hanteren wij de redenering dat biomassa duurzaam is wanneer deze voldoet aan de duurzaamheidscriteria vastgelegd in de Europese Richtlijn voor energie uit hernieuwbare energiebronnen. Onder deze richtlijn geldt dat alleen biomassa die duurzaam is mee mag worden genomen voor de berekening van de hernieuwbare energiedoelstelling van een land (EC, 2009a).

In de 1^{ste} en 2^{de} handelsperiode onder het EU-ETS is in de monitoring richtlijn aangegeven dat “Biomassa wordt beschouwd als CO₂-neutraal. Op biomassa moet een emissiefactor van 0 [tCO₂/TJ] worden toegepast” (EC, 2007). Duurzaamheid van biomassa is hierbij geen punt. In de derde handelsperiode (2013-2020) is duurzaamheid van biomassa wel een punt. D.w.z. dat vloeibare biomassa moet voldoen aan de duurzaamheidscriteria zoals die ook zijn vastgelegd in Europese Richtlijn voor energie uit hernieuwbare energiebronnen. Als vloeibare biomassa hieraan voldoet dan mag een emissiefactor van nul worden gehanteerd. Zo niet dan moet met de reguliere emissiefactor van de betreffende brandstof worden gerekend. Voor vaste en gasvormige biomassa gelden de duurzaamheidscriteria (nog) niet, dat betekent dat daarvoor in alle gevallen een emissiefactor van nul mag worden gehanteerd.

In het kader van de nationale emissie-inventarisaties onder de UNFCCC worden CO₂ emissies bij de verbranding van biomassa als apart memo item gerapporteerd en tellen ze niet mee met de nationale emissiecijfers. De duurzaamheid van biomassa is hierbij geen discussiepunt. De N₂O en CH₄ emissies uit de verbranding van biomassa tellen wel mee in de nationale emissies van broeikasgassen (Min I&M, 2012).

Wanneer kan biomassa als duurzaam worden aangemerkt?

De Europese Unie vereist op dit moment een bewijs ten aanzien van de duurzaamheid van vloeibare biobrandstoffen, maar heeft de vereisten voor vaste biomassastromen nog niet vastgesteld. De EC heeft wel aanbevelingen gedaan voor de te hanteren duurzaamheidscriteria voor vaste biomassa. De EC doet de aanbeveling dat lidstaten die van plan zijn eigen regelgeving te introduceren voor de duurzaamheid van vaste en gasvormige biomassa, gebruikt voor de productie van elektriciteit, warmte en koude, zich te richten op de minimale criteria die zijn vastgelegd voor vloeibare biobrandstoffen in de Richtlijn energie uit hernieuwbare energiebronnen (EC, 2010a). De belangrijkste criteria vastgelegd in deze richtlijn zijn (EC, 2009a):

- De broeikasgasemissiereducties bedragen minstens 35%, oplopend tot 50% in 2017 en 60% in 2018;
- Biomassa vervaardigd uit niet van landbouw, aquacultuur, visserij of bosbouw afkomstige afvalstoffen en residuen hoeven alleen te voldoen aan de criteria voor broeikasgasemissiereductie;
- Biomassa mag niet geproduceerd zijn uit grondstoffen verkregen van land met een grote biodiversiteit of zijn verkregen van land met hoge koolstofvoorraden;
- Marktpartijen moeten aantonen dat ze aan de duurzaamheidscriteria voldoen door middel van het in kaart brengen van de volledige productie- en gebruiksketen.

Alleen biobrandstoffen en vloeibare biomassa waarvoor via een door de EC goedgekeurd/geaccepteerd duurzaamheidssysteem is aangetoond door lidstaten/marktpartijen dat deze voldoen aan bovenstaande duurzaamheidscriteria mogen meetellen voor de hernieuwbare energiedoelstelling. Voor vaste biomassa gelden deze criteria dus nog niet. In Nederland heeft Agentschap NL de [CO₂ tool](#) ontwikkeld, waarmee bedrijven de broeikasgasemissiereductie voor verschillende biomassa toepassingen kunnen doorrekenen. De CO₂-tool kan worden gebruikt om aan te tonen dat aan de eis voor broeikasgasemissiereductie wordt voldaan zoals opgenomen in de Europese richtlijn en in de Nederlandse duurzaamheidsstandaard [NTA8080](#). Dit een vrijwillige standaard waarmee duurzaamheid van zowel vaste als vloeibare biomassa vastgelegd kan worden.

3.7 Biogene reststromen

Reststromen van *biogene oorsprong* die binnen de grenzen van de industriële productielocatie vrijkomen bij het productieproces en worden ingezet voor de productie van hernieuwbare energie ofwel binnen de grenzen van de industriële productielocatie of worden geëxporteerd voor inzet bij derden leiden tot besparingen op de inzet van fossiele energie en CO₂ emissiereducties. Reststromen van biogene oorsprong betreffen in Nederland vooral rest-hout uit de houtverwerkende industrie en reststromen uit de voedings- en genotmiddelen industrie. Biogene reststromen worden op verschillende manieren ingezet:

1. Voor de productie van hernieuwbare energie *binnen de grenzen* van de industriële installatie. Dit leidt tot een vermindering van de inzet van fossiele brandstoffen of inkoop van elektriciteit en warmte in de projectsituatie t.o.v. de referentiesituatie;
2. Voor de productie van hernieuwbare energie *binnen de grenzen* van de industriële installatie ten behoeve van de *export* van hernieuwbare brandstoffen (zoals biogas) die elders worden ingezet voor de productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte. In dit geval leidt de inzet van biogene reststoffen dus tot een besparing op de inzet van fossiele brandstoffen en tot CO₂ emissiereductie bij de afnemer.
3. *Export* van biogene reststromen naar derden voor diverse nuttige toepassingen zoals de productie van veevoeder en de inzet voor energieproductie. Deze export kan leiden tot besparingen op fossiel energiegebruik en CO₂-emissiereducties bij de afnemer.

In de laatste twee situatie kan eventueel een gezamenlijk voordeel worden berekend voor de exporteur en de afnemer door de projectgrenzen om de industriële productielocatie en de afnemer te leggen. Wanneer de biogene reststromen voldoen aan de duurzaamheidscriteria zoals besproken in paragraaf 3.6 mag voor deze stromen gerekend worden met een CO₂-emissiefactor van 0.

3.8 Fossiele reststromen

Dit betreft reststromen van fossiele oorsprong die binnen de grenzen van de industriële productielocatie vrijkomen bij het productieproces en in de referentiesituatie niet nuttig worden ingezet en in de projectsituatie worden ingezet voor de productie van elektriciteit en/of warmte/stoom binnen de grenzen van de industriële productielocatie of worden geëxporteerd voor inzet bij derden. Dit betreft bijvoorbeeld hoogovengas of chemische restgas dat wordt ingezet voor de productie van elektriciteit en/of stoom en daarbij andere fossiele energiedragers vervangt. Bij export van de fossiele reststroom kan eventueel een gezamenlijk voordeel worden berekend voor de exporteur en de afnemer door de projectgrenzen om de industriële productielocatie en de afnemer te leggen.

3.9 Export van CO₂

Verscheidende industriële productieprocessen exporteren CO₂ naar andere (industriële) gebruikers. De belangrijke exporteurs van CO₂ in Nederland zijn op dit moment de chemische industrie, raffinaderijen en in de toekomst ook elektriciteitsproducenten. De geëxporteerde CO₂ kan worden ingezet bij andere industriële producenten (chemie, frisdranken- en papierindustrie, industriële gasen), als oplos- en schoonmaakmiddel, als groeibevorderaar (CO₂ bemesting) in de glastuinbouw (Ecofys, 2005)⁹ of kan permanent worden opgeslagen in de bodem.

Export van CO₂ voor gebruik in tuinbouwkassen

CO₂ die wordt geleverd aan tuinbouwkassen wordt gebruikt om de groei van planten te bevorderen. De geleverde CO₂ verlaat echter grotendeels ongebruikt de kassen. CO₂-emissiereducties en energiebesparing worden bereikt doordat de tuinder minder aardgas hoeft te verstoken voor de productie van CO₂ (bijvoorbeeld met een ketel of WKK installatie) op momenten zonder warmtevraag.

Bij deze vorm van CO₂ export is vooral discussie over de allocatie en de omvang van de besparingen (en daarmee over de definitie van de referentiesituatie). Bij levering van zuivere CO₂ brengt de tuinder veelal een hogere dosis CO₂ in de kas dan in de situatie waarin ze de CO₂ zelf met de ketel moet produceren. Bij de definitie van de referentiesituatie moet hiermee dus rekening worden gehouden (Zie voor een overzicht van de uitwerking van de discussies rond deze levering (DHV, 2010) en (Ecofys, 2005)).

Evenals bij restwarmte kleven er bezwaren aan al te rigide regels voor allocatie van de behaalde CO₂ emissiereducties en fossiele energiebesparing aan de producent, transporteur en de afnemer van de CO₂ wanneer deze CO₂ bij de afnemer weer grotendeels wordt geëmitteerd en er dus geen sprake is van permanent opslag. De enige randvoorwaarde die de maatlat stelt is dat geen dubbel-tellingen plaats mogen. De omvang van de energiebesparing wordt bepaald door de wijze waarop de geëxporteerde CO₂ wordt ingezet bij de gebruikers. De randvoorwaarde die de maatlat stelt is dat de keuze voor de referentiesituatie goed onderbouwd moet worden. Er is ook een gezamenlijk voordeel te berekenen.

De export van CO₂ voor permanente opslag in de bodem (Carbon Capture and Storage (CCS)) is expliciet opgenomen als optie onder het EU-ETS. Hierbij wordt afgevangen, getransporteerde en veilig opgeslagen CO₂ beschouwd alsof deze niet is geëmitteerd (EC, 2009b) (EC, 2010b). Dit betekent dat (industriële) producenten voor de opgeslagen CO₂ geen emissierechten hoeven over te dragen aan de emissieautoriteit en deze dus kunnen verkopen op de markt. Voor eventuele lekkage van CO₂ in de keten moeten wel CO₂ rechten worden overgedragen. De omvang van de gerealiseerde reducties is dus gelijk aan de hoeveelheid permanent opgeslagen CO₂ verminderd met de CO₂ emissie ten gevolge van energie-inzet voor de afvang en het transport van de CO₂.

⁹ Hierbij moet worden opgemerkt dat de huidige exportstromen voor CO₂ voor het grootste deel CO₂ betreft afkomstig van de inzet van fossiele brandstoffen voor niet-energetisch doeleinden (feedstock) en niet-fossiele CO₂ emissies (die dus inherent zijn aan het productieproces). In paragraaf 2.4 hebben we aangegeven dat deze emissies buiten de scope van de uniforme maatlat vallen. Echter door de export van deze CO₂ wordt veelal elders op het gebruik van fossiele brandstoffen bespaard en bij opslag wordt de uitstoot van CO₂ wel beperkt.

3.10 Productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte

Productie van hernieuwbare elektriciteit en warmte binnen de grenzen van de industriële productielocatie is een mogelijkheid om de CO₂ emissies en het fossiel energiegebruik van een industriële productielocatie te verminderen. Bij de berekening van de omvang van de besparingen en de CO₂ emissiereductie volgt de maatlat het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (AgNL, 2010).

3.11 Inkoop van groene stroom

Een groot aantal industriële bedrijven verminderen hun indirecte CO₂ door inkoop van groene stroom. De omvang van de groene stroom inkoop door bedrijven die deelnemen aan het MJA en MEE convenant staat apart vermeld in het jaarlijkse overzicht van de behaalde resultaten door de convenantpartijen (AgNL, 2011c). De inkoop van groene stroom telt wel mee met de ambitie die bedrijven formuleren in het kader van de MJA-3 afspraken maar telt niet mee bij de berekening van de bijdrage van MJA-3 aan de landelijke energie-efficiency verbetering. Daarvoor telt alleen het effect van proces- en ketenmaatregelen in de productieketen mee. In de uniforme maatlat wordt groene stroom niet meegenomen als projectalternatief.

4 Kengetallen¹⁰

4.1 Verbrandingswaarde en CO₂ emissiefactoren voor fossiele brandstoffen

Tabel 4 Stookwaarden en CO₂ emissiefactoren voor verschillende fossiele brandstoffen. Bron: www.agentschapnl.nl/NIE

Brandstof	Eenheid	Verbrandingswaarde MJ/eenheid	CO₂ emissiefactor kg/GJ (ton/TJ)
Ruwe aardolie	kg	42,7	73,3
Orimulsion	kg	27,5	80,7
Aardgascondensaat	kg	44,0	63,1
Motorbenzine	kg	44,0	72,0
Kerosine luchtvaart	kg	43,5	71,5
Petroleum	kg	43,1	71,9
Leisteenolie	kg	36,0	73,3
Gas-/dieselolie	kg	42,7	74,3
Zware stookolie	kg	41,0	77,4
LPG	kg	45,2	66,7
Ethaan	kg	45,2	61,6
Nafta's	kg	44,0	73,3
Bitumen	kg	41,9	80,7
Smeeroliën	kg	41,4	73,3
Petroleumcokes	kg	35,2	100,8
Raffinaderij grondstoffen	kg	44,8	73,3
Raffinaderijgas	kg	45,2	66,7
Chemisch restgas ¹¹	kg	45,2	66,7
Overige oliën	kg	40,2	73,3
Antraciet	kg	26,6	98,3
Cokeskolen	kg	28,7	94,0
Cokeskolen (cokesovens)	kg	28,7	95,4
Cokeskolen (basismetaal)	kg	28,7	89,8
(Overige bitumineuze) steenkool	kg	24,5	94,7
Sub-bitumineuze kool	kg	20,7	96,1
Bruinkool	kg	20,0	101,2
Bitumineuze Leisteen	kg	9,4	106,7
Turf	kg	10,8	106,0

¹⁰ Alle kengetallen zijn gegeven op onderste verbrandings waarde: Lower Heating Value (LHV) tenzij anders vermeld

¹¹ Dit zijn default waarden, wanneer locatiespecifieke kengetallen beschikbaar zijn kunnen deze worden gebruikt.

Brandstof	Eenheid	Verbrandingswaarde MJ/eenheid	CO₂ emissiefactor kg/GJ (ton/TJ)
Steenkool- en bruinkoolbriketten	kg	23,5	94,6
Cokesoven/ gascokes	kg	28,5	111,9
Cokesovengas	MJ	1,0	41,2
Hoogovengas	MJ	1,0	247,4
Oxystaalovengas	MJ	1,0	191,9
Fosforovengas	Nm ³	11,6	149,5
Aardgas	Nm ³ ae	31,65	56,5
Koolmonoxide (CO)	Nm ³	12,6	155,2
Methaan	Nm ³	35,9	54,9
Waterstof	Nm ³	10,8	0,0

4.2 Indirect primair fossiel energiegebruik en CO₂ emissies voor elektriciteit

Veranderingen in het indirect primair fossiel energiegebruik en de indirecte CO₂ emissies door besparingen op elektriciteit, productie van elektriciteit met hernieuwbare energiebronnen, extra productie van elektriciteit door aftappen van warmte bij AVI en elektriciteitscentrales en de teruglevering van lokaal geproduceerde elektriciteit worden berekend met de kengetallen bepaald volgens "Referentieparkmethode"¹² (AgNL *et al*, 2012b). Deze cijfers worden jaarlijks ge-update.

Tabel 5 Indirect primair energiegebruik en indirecte CO₂ emissies voor elektriciteit. Bron: AgNL *et al* (2012b).

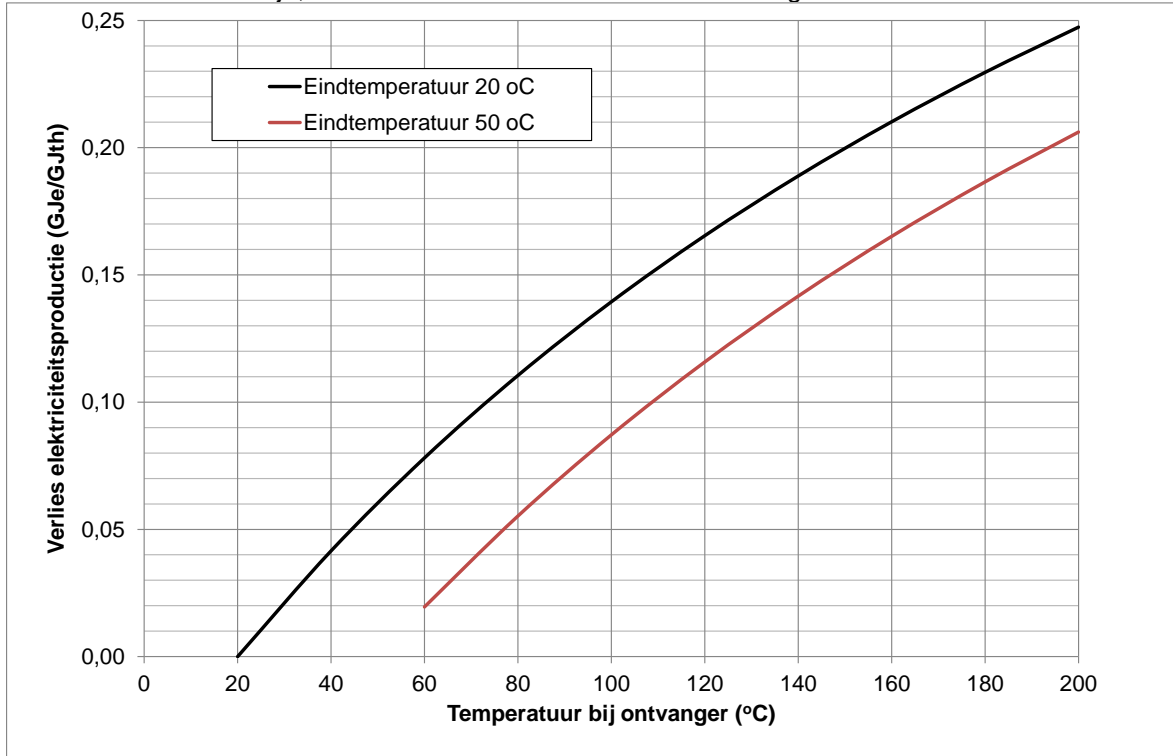
Kengetal	2010	Eenheid
Indirecte primaire fossiele energiegebruik elektriciteit (LHV)	8,4	TJprim/GWh
	2,3	TJprim/TJe
Indirecte CO ₂ emissies elektriciteit	0,57	kton CO ₂ /MWh
	0,16	kton CO ₂ /TJe

4.3 Verlies aan elektriciteitsproductie bij aftappen van warmte

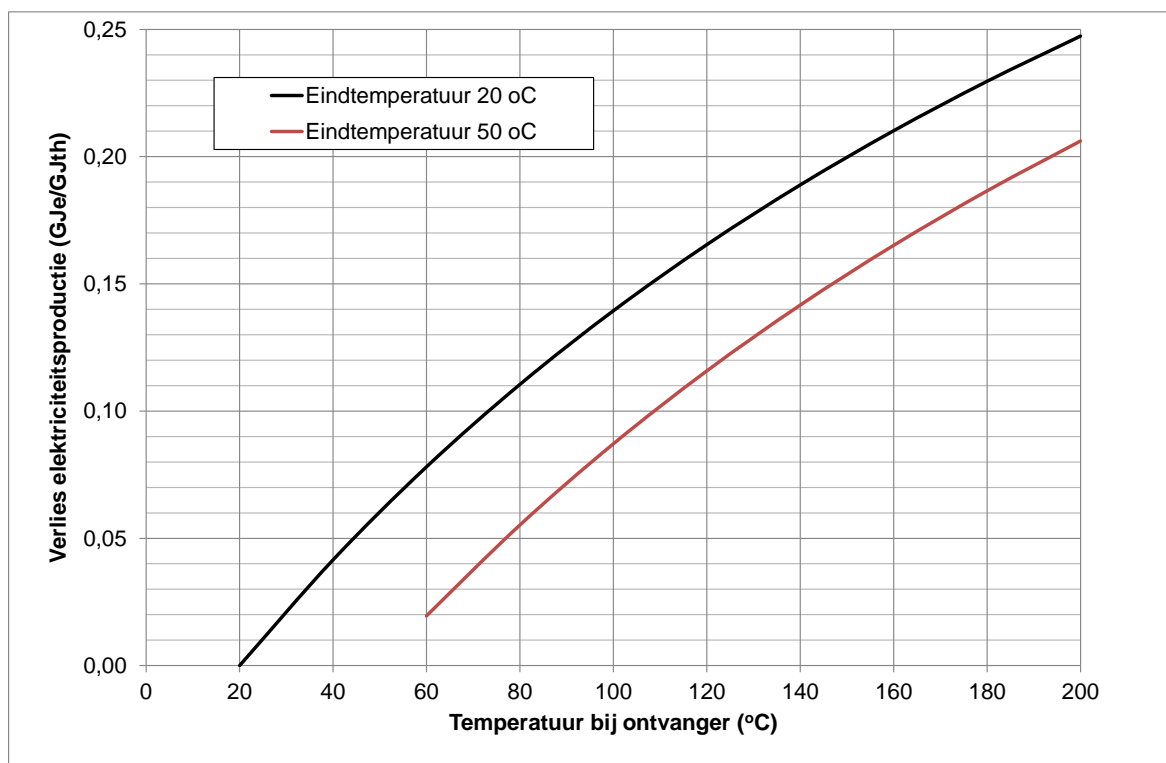
Voor het alloceren van indirect primair fossiel energiegebruik en indirecte CO₂ emissies aan aftapwarmte zijn kengetallen nodig voor het verlies aan elektriciteitsproductie bij de aftap van 1 GJ warmte of stoom bij een specifieke installatie. Vooral bij grote centrales wordt tot zeer lage drukken (groot vacuüm in de condensor) elektriciteit geproduceerd. Bij koelwater van typisch 7-14°C wordt tot een temperatuur van ca. 20°C elektriciteit uit de stoom geproduceerd. Bij kleinere centrales (b.v. bij AVI's) ligt het vacuüm en daarmee de laagste temperatuur waarbij nog elektriciteit uit stoom geproduceerd wordt hoger (typisch 40°C-50°C). Dit betekent dat aan de koude zijde van de thermodynamische cyclus minder elektriciteit wordt geproduceerd. Bij hele kleine centrales, bijvoorbeeld gasmotoren, ligt de temperaturen tot waar elektriciteit geproduceerd wordt nog veel hoger. Rookgassen (het werkmedium hier) verlaten het elektriciteit-producerende proces al bij ca. 400°C. Dat

¹² Hierbij moet worden opgemerkt dat dit kengetallen zijn om het effect van veranderingen in kaart te brengen, voor het bepalen van de CO₂ footprint moeten kengetallen gebruikt worden die bepaald zijn volgens de integrale methode.

betekent dat bij warmte-aftap de elektriciteitsderving bij centrales het grootste is; bij AVI's kleiner en bij gasmotoren nul is deze nul. Het berekenen van het verlies aan elektriciteitsproductie moet zoveel mogelijk aansluiten op actuele data van de centrale waaruit afgetapt wordt. Als deze data niet voorhanden zijn, of voor verkennende berekeningen kunt u de data uit



Figuur 5 gebruiken.



Figuur 5: Verlies aan elektriciteitsproductie bij aftap van warmte op verschillende temperatuurniveaus tussen 80 °C en 200 °C. Rode lijn is het verlies bij eindtemperatuur in de turbine van 50 °C en blauwe lijn bij eindtemperatuur van 20 °C.

In deze figuur is het verlies aan elektriciteitsproductie bij aftap van warmte op verschillende temperatuurniveaus tussen 80 °C en 200 °C weergegeven bij een eindtemperatuur in de turbine van 50 °C en een eindtemperatuur van 20 °C. De kengetallen in deze figuur zijn bepaald door het ideale Carnot-rendement voor verschillende temperatuurniveau 's te corrigeren voor verliezen die in de praktijk optreden. Bij vermenigvuldiging van het Carnot-rendement met een factor 0,65 komen de kengetallen in de buurt van waarden voor elektriciteitsverlies die bekend zijn uit de praktijk (o.a. SenterNovem (2007)). Deze berekeningsmethode kan ook gehanteerd worden voor hogere temperaturen.

Als verse stoom wordt afgetapt in plaats van geëxpandeerd over de turbine, bijvoorbeeld bij AVI's, moet met het gehele elektrische rendement van de centrale worden gerekend voor het verlies aan elektriciteitsproductie.

Tabel 6 Default kengetal voor verlies aan elektriciteitsproductie bij aftappen van verse stoom bij AVI's. Bronnen: Twence (2011), AVR (2010).

Kengetal		Eenheid
Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) ¹⁾	0,20-0,25 ¹⁾	T _{Je} /T _{Jth}

¹⁾ Bij AVI's moet rekening worden gehouden met het aandeel biogeen in het afval dat de AVI ingaat. In 2010 was het gemiddelde aandeel hernieuwbare fractie voor AVI's in Nederland 51%.

Bij gebruik van restwarmte treedt in principe geen verlies aan elektriciteitsproductie op. Er is echter wel energie nodig om de restwarmte uit te koppelen om deze bij de afnemer te kunnen leveren. Dit energiegebruik kan in de praktijk sterk uiteenlopen. Het default kengetal dat hiervoor gehanteerd kan worden is 0,09GJ primaire energie per GJ restwarmte (ECN, 2011).

4.4 Distributie en transport van aftapwarmte en restwarmte

De warmteverliezen bij de distributie van aftap- en restwarmte hangt vooral af van het temperatuurniveau waarop en de afstand waarover de warmte wordt getransporteerd. Tabel 7 geeft een overzicht van default kengetallen die gehanteerd kunnen worden voor het berekenen van de omvang van de distributieverliezen. Verder is er energie nodig om de warmte te vervoeren. Een default kengetal voor de benodigde pompenergie is eveneens opgenomen in Tabel 7.

Tabel 7 Kengetallen voor benodigde pompenergie en berekening van de distributieverliezen bij gebruik van aftap- en restwarmte. Bronnen: [1] SenterNovem (2007), [2] ECN (2011 pag 55)

Kengetal		Eenheid	Bron
Pompenergie	0,018	$T_{J_e}/T_{J_{th}}$	[1]
Distributieverliezen hoofdleiding voor aftap op 120 °C	0,75	%/km	[2]
Distributieverliezen hoofdleiding voor aftap op 80 °C	0,38	%/km	[2]

4.5 WKK installaties (fossiel en biomassa)

Bij het doorrekenen van de effecten van een investering in een WKK installatie moeten de rendementen worden gebruikt zoals opgegeven door de leverancier. Daarbij moet in de berekeningen het jaargemiddelde thermische en elektrische rendement worden gehanteerd.

4.6 Energieproductie met hernieuwbare energiebronnen

Tabel 8 geeft een overzicht van default waarden die gehanteerd kunnen worden om de productie van energie uit hernieuwbare energiebronnen te berekenen.

Tabel 8 Kengetallen die als default waarde gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de energieproductie met hernieuwbare energiebronnen. Bron [1] Agentschap NL (2010), [2] Agentschap NL (2011)

Bron/techniek	Energiedrager	Kengetal	Bron
Windturbine op land	Elektriciteit	2.200 kWh _e /kW/jaar	[1]
PV-net gekoppeld	Elektriciteit	1000 kW _r /kWp/jaar ¹⁾	[1]
Zon-thermisch: droogprocessen	GJ warmte	511-650 MJ _{th} /m ² /jaar ²⁾	[1]
Geothermie	GJ warmte	COP 20 ³⁾	[2]

¹⁾ Dit is het aantal vollasturen zoals verondersteld door ECN in haar berekeningen voor de SDE regeling voor 2013 (ECN, 2012).

²⁾ 511 MJ/m²/jaar (afgedekt) en 650 MJ/m²/jaar (lucht). Verder wordt voor droogprocessen verondersteld dat er geen extra energiegebruik is ten opzichte van de referentiesituatie. Referentierendement: 90%

³⁾ De benodigde energie betreft vooral 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. Kengetal is overgenomen uit de uniforme maatlat voor de gebouwde omgeving en betreft de COP voor een systeem van pure warmtelevering (temperaturen 70-90 °C) en niet van zeer diepe systemen waarin sprake is van nog hogere temperatuurniveaus en elektriciteitsopwekking.

4.7 Export van CO₂ voor permanente opslag

De energie die nodig is voor het afvangen van CO₂ bij industriële installaties is afhankelijk van de wijze waarop CO₂ vrijkomt: 1) gaat het om een zuivere CO₂ stroom of 2) moet de CO₂ worden af-

gevangen uit de rookgassen. In het geval van een zuivere CO₂ stroom is de benodigde energie beperkt. In het tweede geval is warmte nodig om de CO₂ uit de rookgassen te verwijderen. Daarbij is de omvang van de benodigde extra warmte sterk afhankelijk van de wijze waarop het proces is/wordt ontworpen. In het ideale geval is voldoende restwarmte beschikbaar, op de juiste temperatuur, op een productielocatie en is het extra energiegebruik dus nul. Veelal zal toch extra brandstof ingezet moeten worden voor de productie van warmte op de juiste temperatuur. De kengetallen in Tabel 9 zijn relatief conservatieve schattingen voor het energiegebruik voor afvang.

Tabel 9 Kengetallen voor energiegebruik voor afvangen, comprimeren en transporteren van CO₂. Source: Ecofys (2004) en Hendriks (2012)¹³

	Kengetal
Energiegebruik voor afvangen van CO ₂ uit rookgassen	3,5 MJ _{th} / kg CO ₂
Elektriciteitsverbruik voor comprimeren ¹⁴	0,416 MJ _e / kg CO ₂

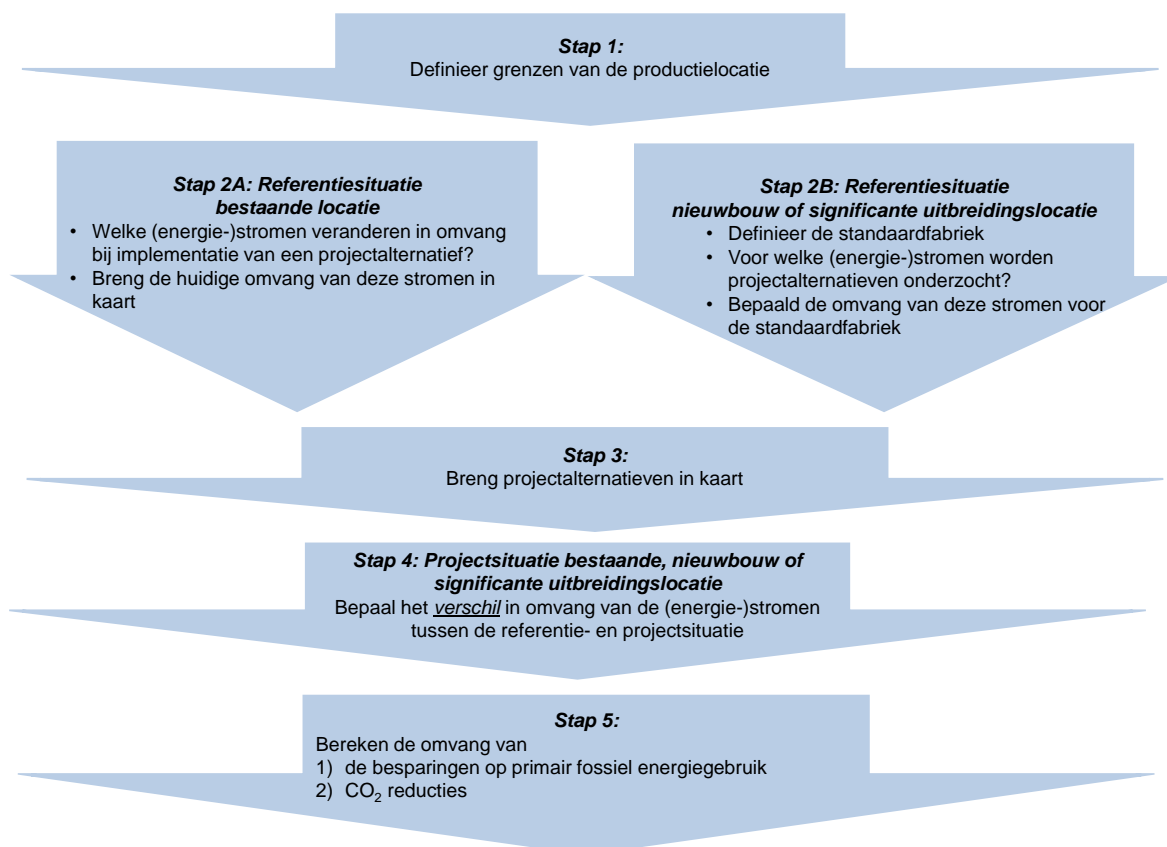
¹³ Persoonlijke communicatie met Chris Hendriks (30 Maart 2012).

¹⁴ Het elektriciteitsverbruik voor transport en opslag is minimaal in vergelijking tot het energiegebruik voor afvang en compressie en is daarom niet apart in de tabel opgenomen.

5 Praktische toepassing

5.1 Stappen

Uitgangspunt bij de praktische toepassing van deze maatlat is dat alleen de in- en uitgaande (energie-)stromen waarin een verandering op gaat treden bij implementatie van een projectalternatief in kaart worden gebracht. In Figuur 6 is aangegeven welke stappen doorlopen moeten worden. Deze stappen zijn verder toegelicht in dit hoofdstuk.



Figuur 6: Samenvatting van de stappen die moeten worden doorlopen voor het uitvoeren van een berekening met de uniforme maatlat.

Step 1:

1. Definieer de grenzen van productielocatie. Startpunt is dat de grenzen om de industriële productielocatie liggen. Het is echter ook mogelijk om de projectgrenzen ruimer te definiëren zodat een gezamenlijk voordeel kan worden berekend.
2. Geef aan om wat voor productielocatie het gaat:
 - a. Bestaande productielocatie zonder significante uitbreidingen > ga naar **Step 2A**
 - b. Nieuwe productielocatie of bestaande productielocatie met significante uitbreidingen > ga naar **Step 2B**

Stap 2A:

1. Breng in kaart bij welke in- en uitgaande (energie-)stromen bij implementatie van het projectalternatief een verandering gaat optreden ten opzichte van de referentiesituatie.
2. Bepaal globaal de huidige jaarlijkse omvang van deze in- en uitgaande (energie-)stromen.

Stap 2B:

1. Definieer een standaardfabriek voor de nieuwbouwsituatie of de uitbreiding.
2. Bepaal voor welk van in- en uitgaande (energie-)stromen u verschillende projectalternatieven wilt onderzoeken (en dus veranderingen optreden tussen de referentiesituatie en het projectalternatief).
3. Bepaal globaal de jaarlijkse omvang van deze in- en uitgaande (energie-)stromen voor de standaardfabriek.

Stap 3:

Breng de projectalternatieven voor de productielocatie in kaart:

1. Energie-efficiency maatregel binnen een industrieel productieproces;
2. Inzet (import) van warmte/stoom/koude/elektriciteit geproduceerd buiten de grenzen van de industriële productielocatie;
3. Inzet (import) van fossiele brandstoffen;
4. Eigen productie van warmte/stoom/koude/elektriciteit geproduceerd binnen de grenzen van de industriële productielocatie met fossiele of hernieuwbare energiebronnen;
5. Export warmte/stoom/koude/elektriciteit/CO₂

Stap 4:

Bereken de verandering in de omvang van de in- en uitgaande (energie-)stromen tussen de referentiesituatie en het projectalternatief.

Stap 5:

Bereken de omvang van de besparingen op primair fossiel energiegebruik en de CO₂ emissiereducties met behulp van de kengetallen uit deze maatlat.

De gedetailleerde rekenregels voor het berekenen van besparingen voor diverse projectalternatieven zijn opgenomen in [Bijlage A](#).

5.2 Tool

Op basis van bovenstaand stappenplan is een tool ontwikkeld waarmee eenvoudig cases doorgekend kunnen worden. Deze tool is te downloaden van de site van Agentschap NL.

Referenties

- AgNL (2010). [Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie. Update 2010. Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van hernieuwbare energiebronnen. AgenschapNL, Utrecht, December 2010](#)
- AgNL (2011a) [Protocol Uniforme Maatlat voor de warmtevoorziening in de woningen en Utiliteitsbouw](#). Versie 3.0
- AgNL (2011b) [Methodology CO2-tool for electricity, gas and heat from biomass](#). Agenschap NL, Utrecht, May 2011.
- AgNL (2011c) [Resultaten 2010 Resultatenbrochure convenanten Meerjarenafspraken energie-efficiëntie](#). Agenschap NL, September 2011.
- AgNL (2012a) [Handreiking Monitoring MJA3EE](#). Versie 2.2. Januari 2012
- AgNL, PBL, CBS, ECN (2012b) [Notitie: Berekening van de CO₂-emissies, het primair fossiel energiegebruik en het rendement van elektriciteit in Nederland](#).
- AVR (2010) Projectplan Programma Industriële warmtebenutting (investeringsprojecten) (niet openbaar)
- CBS (2010) [Energiebalans van Nederland: CBS versus IEA, Eurostat en UNFCCC](#). CBS, maart 2010.
- CBS (2011) [Hernieuwbare energie in Nederland 2010](#). CBS, Voorburg
- CBS (2012) Nederlandse Energiehuishouding. CBS, Voorburg
- CE (2012) [Achtergrondgegevens Stroometikettering 2011](#). CE, Delft
- Department of Energy and Climate Change (2012) [The future of heating. A strategic framework for low carbon heat in the UK](#). March 2012
- DHV (2010) [CO₂ Overdrachten onder het Europese systeem van emissiehandel Onderzoek naar belemmeringen omvang en mogelijkheden om projecten op korte en lange termijn veilig te stellen](#). DHV, Amersfoort, maart 2010
- EC (2004) [Richtlijn 2004/8/EG van het Europees Parlement en de Raad van 11 februari 2004 inzake de bevordering van warmtekrachtkoppeling op basis van de vraag naar nuttige warmte binnen de interne energiemarkt en tot wijziging van Richtlijn 92/42/EEG](#)
- EC (2006) [BESCHIKKING VAN DE COMMISSIE van 21 december 2006 tot vaststelling van geharmoniseerde rendementsreferentiewaarden voor de gescheiden productie van elektriciteit en warmte in toepassing van Richtlijn 2004/8/EG van het Europees Parlement en de Raad \(2007/74/EG\)](#)
- EC (2006) DIRECTIVE 2006/32/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC

- EC (2007) [BESCHIKKING VAN DE COMMISSIE van 18 juli 2007 tot vaststelling van richtsnoeren voor de monitoring en rapportage van de emissies van broeikasgassen overeenkomstig Richtlijn 2003/87/EG van het Europees Parlement en de Raad.](#)
- EC (2009a) [RICHTLIJN 2009/28/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 23 april 2009 ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen en houdende wijziging en intrekking van Richtlijn 2001/77/EG en Richtlijn 2003/30/EG.](#)
- EC (2009b) [RICHTLIJN 2009/31/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 23 april 2009betreffende de geologische opslag van kooldioxide.](#)
- EC (2010a) [REPORT FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling.](#) EC, Brussels, SEC(2010) 65 and SEC(2010) 66
- EC (2010b). [BESLUIT VAN DE COMMISSIE van 8 juni 2010 houdende wijziging van Beschikking 2007/589/EG met het oog op de opname van richtsnoeren voor de monitoring en rapportage van de emissie van broeikasgassen bij de afvang, het transport en de geologische opslag van kooldioxide.](#)
- EC (2011a) [Guidance Document n°7 on the harmonized free allocation methodology for the EU-ETS post 2012. Guidance on New Entrants and Closures.](#) Final version issued on 14 September 2011.
- EC (2011b) [COMMISSION DECISION of 27 April 2011 determining transitional Union-wide rules for harmonised free allocation of emission allowances pursuant to Article 10a of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council.](#)
- ECN (2001) [Protocol Monitoring energiebesparing.](#) ECN, CPB, RIVM, Novem, December 2001.
- ECN (2011) [Restwarmtebenutting. Potentiëlen, besparingen, alternatieven.](#) ECN-E-11-058, November 2011
- ECN (2012) SDE berekeningen voor 2013 <http://www.ecn.nl/nl/units/ps/themas/hernieuwbare-energie/projecten/sde/hernieuwbare-energie-projecten/> (download 31 oktober 2012)
- Ecofys (2004) [Global carbon dioxide storage potential and costs.](#) Ecofys, Utrecht.
- Ecofys (2005). [Tranfers of CO₂ under the EU Emissions Trading Scheme.](#) Ecofys, Utrecht
- Harmelink (2010) [Discussienotitie "Warmtekrachtkoppeling \(WKK\)" Een vergelijking van gehanteerde \(1\) definities voor WKK, \(2\) referenties bij het berekenen van energiebesparing en CO₂ prestaties, en \(3\) allocatiemethoden.](#) Harmelink consulting iov Agentschap NL, mei 2010.
- Harmelink M, L Bosselaar (2009) Notitie. Waardering van warmte uit aftapinstallaties en afvalverbrandingsinstallaties. Notitie opgesteld in het kader van de ontwikkeling van de Uniforme Maatlat voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw. Harmelink consulting, Agentschap NL, November 2009.

- Infomil (2012). Lijst met Best Beschikbare Technieken met sector is beschikbaar op de website van Infomil <http://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/bbt-ippc-brefs/> (Versie 24 januari 2012).
- Min I&M (2012) [Protocol 11-038 Biomassa. Definitief](#). Ministerie Infrastructuur en Milieu, April 2010
- RIVM (2012) [Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2010 National Inventory Report 2012](#). RIVM. Bilthoven April 2010
- SenterNovem (2007) Warmteleveringssystemen voor Nederland. Hoofdrapport. Juli 2007 (concept). Blz 49.
- SKAO (2011) Handboek CO₂-prestatieladder. Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen, juni 2011
- Twence (2011) EINDRAPPORT UKP02001 Stoomleiding Twence AkzoNobel (niet openbaar)
- UNFCCC (2000) [UNFCCC guidelines on reporting and monitoring](#). FCCC/CP/1999/7. 16 February 2000
- WRI (2005) [The GHG Protocol for Project Accounting](#). WRI, WBSD, November 2005

Bijlage: Rekenregels

In deze bijlage zijn de belangrijkste rekenregels opgenomen waarmee voor verschillende projectalternatieven de directe en indirecte besparingen op primair fossiel energiegebruik en de CO₂ emissiereductie kan worden berekend. Tenzij anders vermeld gaat het bij de energiestromen om de jaarlijkse omvang van de stromen.

B.1: Aftapwarmte

De formules in deze sectie gelden voor zowel aftap uit elektriciteitscentrales als voor aftap uit AVI's en industriële installaties.

Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik door gebruik aftapwarmte (GJ_p) =

$$\frac{\text{Brandstofgebruik in referentiesituatie (GJ}_p\text{)}}{\text{Referentierendement voor warmteproductie (\%)}}$$

-

Indirect primair fossiel energiegebruik warmteproductie

Indirect primair fossiel energiegebruik warmteproductie (GJ_p) =

$$\text{Verlies aan elektriciteitsproductie bij aftap van warmte op temperatuurniveau C (GJ}_e\text{/GJ}_{th}) * \text{hoeveelheid afgetapte warmte (GJ}_{th}) * (100\% - H) * \text{Primaire fossiele brandstofinzet elektriciteitsproductie (GJ}_p\text{/GJ}_e)$$

+

Indirect primair fossiel energiegebruik voor distributie en transport van de warmte (zie B.5)

H = aandeel hernieuwbaar in brandstofinput van de centrale. Bij een AVI's lag dit gemiddeld in 2010 op 51% (CBS, 2011)

Reductie indirecte CO₂ emissies door gebruik aftapwarmte (kg CO₂) =

$$\frac{\text{Brandstofgebruik in referentiesituatie (GJ}_p\text{)} * \text{CO}_2 \text{ emissiefactor brandstof (kg CO}_2\text{/GJ}_p\text{)}}{\text{Referentierendement voor warmteproductie (\%)}}$$

-

Indirecte CO₂ emissies voor warmteproductie

Indirecte CO₂ emissies warmteproductie (kg CO₂) =

$$\text{Verlies aan elektriciteitsproductie bij aftap van warmte op temperatuurniveau C (GJ}_e\text{/GJ}_{th}) * \text{hoeveelheid afgetapte warmte (GJ}_{th}) * (100\% - H) * \text{CO}_2 \text{ factor elektriciteitsproductie (kg CO}_2\text{/GJ}_e)$$

+

Indirecte CO₂ emissies voor distributie en transport van de warmte (zie B.5)

B.2: Restwarmte¹⁵

Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik bij gebruik restwarmte (GJ primair) =

Brandstofgebruik in referentiesituatie (GJ_p)
 Referentierendement voor warmteproductie (%)

-

Indirect primair fossiel energiegebruik voor restwarmte

Indirect primair fossiel energiegebruik voor restwarmte (GJ primair) =

Hoeveelheid restwarmte (GJ_{th}) * Energiegebruik uitkoppeling (GJ_p/GJ_{th})

+

Indirect primair fossiel energiegebruik voor distributie en transport van de warmte (zie B.5)

Reductie indirecte CO₂ emissies bij gebruik restwarmte (kg CO₂) =

Brandstofgebruik in referentiesituatie (GJ_p) * CO₂ emissiefactor brandstof (kg CO₂/GJ_p)
 Referentierendement voor warmteproductie (%)

-

Indirecte CO₂ emissies restwarmte

Indirecte CO₂ emissies voor restwarmte (kg CO₂) =

Hoeveelheid restwarmte (GJ_{th}) * Energiegebruik uitkoppeling (GJ_p/GJ_{th}) * CO₂ emissiefactor brandstof (kg CO₂/GJ_p)

-

Indirecte CO₂ emissies voor distributie en transport van de warmte (zie B.5)

B.3: Restkoude

De referentiesituatie voor koude-productie is een compressie- of absorptiekoelmachine.

Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik bij gebruik restkoude (GJ_p) =

Koudevraag (GJ_{th}) * Referentie-energiegebruik voor koude-productie (GJ_e/GJ_{th}) * Fossiele brandstofinzet elektriciteitsproductie (GJ_p/GJ_e)

-

Indirect primair fossiel energiegebruik voor restkoude

Indirect primair fossiel energiegebruik voor restkoude (GJ_p) =

Hoeveelheid uitgekoppelde restkoude (GJ_{th}) * Energiegebruik uitkoppeling (GJ_p/GJ_{th})

+

Indirect primair fossiel energiegebruik voor distributie en transport van koude (zie B.5)

¹⁵ Deze formules kunnen worden toegepast in de situatie waarbij de restwarmte direct in het productieproces wordt gebruikt. Als nog extra omzettingen zijn vereist (bijvoorbeeld als de restwarmte wordt gebruikt om een warmtepomp aan te drijven met het doel een hoger temperatuurniveau te realiseren of voor productie van elektriciteit met een ORC) dan moet het energiegebruik voor deze omzetting op de besparingen in mindering worden gebracht.

Reductie indirecte CO₂ emissies bij gebruik restkoude (kg CO₂) =

Koudevraag (GJ_{th}) * Referentie-energiegebruik voor koude-productie (GJ_e/GJ_{th}) * CO₂ emissies elektriciteitsproductie (kg CO₂/GJ_e)

-

Indirecte CO₂ emissies restkoude

Indirecte CO₂ emissies voor restkoude (kg CO₂) =

Hoeveelheid restkoude (GJ_{th}) * Energiegebruik uitkoppeling (GJ_p/GJ_{th}) * CO₂ factor brandstof (kg CO₂/GJ_p)

-

Indirecte CO₂ emissies voor distributie en transport van koude (zie B.5)

B.4: Allocatie van brandstofinzet bij WKK

Brandstofinzet voor warmteproductie met WKK (GJ_p) =

*Kwaliteitsfactor^{###} * Warmteproductie met WKK (GJ_{th}) * Brandstofinzet WKK (GJ_p)*

*Elektriciteitsproductie met WKK (GJ_e) + Kwaliteitsfactor * Warmteproductie met WKK (GJ_{th})*

Brandstofinzet voor elektriciteitsproductie met WKK (GJ_p) =

Brandstofinzet WKK (GJ_p) - Brandstofinzet voor warmteproductie met WKK (GJ_p)

^{###}) *Kwaliteitsfactor =*

Exergie-inhoud/Energie-inhoud = 1 - C₀/C₁,

C₀ = referentietemperatuur in Kelvin (veelal de gemiddelde jaarlijkse buitentemperatuur)

C₁ = temperatuurniveau van de thermische energiestroom in Kelvin

B.5: Energie-inzet voor transport van warmte (of koude)

Distributie en transport van warmte of koude vragen energie. Deze inzet aan energie moet aan de geïmporteerde of geëxporteerde warmte (of koude) wordt toegerekend. Waar in de formules warmte staat, kan ook koude worden gelezen.

Indirect primair fossiel energiegebruik voor distributie en transport van warmte (GJ_p) =

*Elektriciteitsinzet transport (GJ_e/GJ_{th}) * Fossiele brandstofinzet centrale elektriciteitsproductie (GJ_p/ GJ_e) * Omvang warmtetransport (GJ_{th})*

Indirecte CO₂ emissies energiegebruik voor distributie en transport van warmte (kg CO₂) =

*Elektriciteitsinzet transport (GJ_e/GJ_{th}) * CO₂ emissies centrale elektriciteitsproductie (kg CO₂/GJ_e) * Omvang warmtetransport (GJ_{th})*

B.6: Export van CO₂ voor permanente opslag

Direct + indirect extra primair fossiel energiegebruik export van CO₂ voor permanente opslag (GJ_p) =

$$\text{Brandstofinzet afvang/transport/opslag (GJ}_p\text{/kg CO}_2\text{)} * \text{Omvang afgevangen CO}_2\text{ stroom (kg CO}_2\text{)}$$

+

$$\text{Extra elektriciteitsverbruik voor afvang/transport/opslag (GJ}_e\text{/kg CO}_2\text{)} * \text{Omvang afgevangen CO}_2\text{ stroom (kg CO}_2\text{)} * \text{Fossiele inzet elektriciteitsproductie (GJ}_p\text{/GJ}_e\text{)}$$

Directe reductie CO₂ emissies bij export van CO₂ voor permanente opslag (kg CO₂) =

$$\text{Hoeveelheid geëxporteerde CO}_2\text{ (kg CO}_2\text{)}$$

–

$$\text{Brandstofinzet afvang/transport/opslag (GJ}_p\text{/kg CO}_2\text{)} * \text{Omvang afgevangen CO}_2\text{ stroom (kg CO}_2\text{)} * \text{emissiefactor brandstof (kg CO}_2\text{/GJ}_p\text{)}$$

–

$$\text{Extra elektriciteitsverbruik voor afvang/transport/opslag (GJ}_e\text{/kg CO}_2\text{)} * \text{Omvang afgevangen CO}_2\text{ stroom (kg CO}_2\text{)} * \text{CO}_2\text{ emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2\text{/GJ}_e\text{)}$$

B.7: Inzet van hernieuwbare energiebronnen

Bij de berekeningen van besparingen of primair fossiel energiegebruik en CO₂ emissiereductie bij de inzet van hernieuwbare energiebronnen wordt aangesloten bij het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (AgNL, 2010).

B.7.1: Windenergie

Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik (GJ_p) =

$$(\text{Elektriciteitsproductie (MWh)} * 3.6) * \text{Primaire fossiele inzet elektriciteitsproductie (GJ}_p\text{/GJ}_e\text{)}$$

Reductie indirecte CO₂ emissies (kg CO₂) =

$$(\text{Elektriciteitsproductie (MWh)} * 3.6) * \text{CO}_2\text{ emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2\text{/GJ}_e\text{)}$$

$$\text{Elektriciteitsproductie (MWh)} = \text{Vermogen windturbine (MW)} * \text{jaarlijkse vollasturen (h)}$$

B.7.2: Fotovoltaïsche zonne-energie

Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik (GJ_p) =

$$(\text{Elektriciteitsproductie (MWh)} * 3.6) * \text{Fossiele inzet elektriciteitsproductie (GJ}_p\text{/GJ}_e\text{)}$$

Reductie indirecte CO₂ emissies (kg CO₂) =

$$(\text{Elektriciteitsproductie (MWh)} * 3.6) * \text{CO}_2\text{ emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2\text{/GJ}_e\text{)}$$

$$\text{Elektriciteitsproductie (MWh)} = \text{Vermogen PV (MW)} * \text{jaarlijkse vollasturen (h)}$$

B.7.3: Biomassa voor warmteproductie

$$\text{Besparingen op direct primair fossiel energiegebruik (GJ}_p\text{)} = \text{Warmteproductie (GJ}_{th}\text{)} / \text{Referentierendement voor warmteproductie (\%)} =$$

$$\text{Reductie directe CO}_2\text{ emissies (kg CO}_2\text{)} = (\text{Warmteproductie (GJ}_{th}\text{)} / \text{Referentierendement voor warmteproductie (\%)}) * \text{CO}_2\text{ emissiefactor brandstof (kg CO}_2\text{/GJ}_p\text{)}$$

B.7.4: Biomassa WKK

$$\begin{aligned} \text{Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik biomassa WKK warmte (GJ}_p\text{)} = & \text{Warmteproductie met WKK (GJ}_{th}\text{)} / \text{Referentierendement warmteproductie (\%)} \\ & + \\ & \text{Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik elders in het elektriciteitsproductiepark} \end{aligned}$$

$$\text{Besparingen op indirect primair fossiel energiegebruik in het elektriciteitsproductiepark (GJ primair)} = \text{Elektriciteitsproductie met biomassa WKK (GJ}_e\text{)} * \text{Fossiele brandstofinzet elektriciteitsproductie (GJ}_p\text{/GJ}_e\text{)}$$

$$\begin{aligned} \text{Reductie indirecte CO}_2\text{ emissies biomassa WKK warmte (kg CO}_2\text{)} = & \frac{\text{Warmteproductie met WKK (GJ}_{th}\text{)} * \text{CO}_2\text{ factor brandstof (kg CO}_2\text{/GJ}_p\text{)}}{\text{Referentierendement warmteproductie (\%)}} \\ & + \\ & \text{Reductie op indirecte CO}_2\text{ emissies elders in het elektriciteitsproductiepark} \end{aligned}$$

$$\text{Reductie indirecte CO}_2\text{ emissies door elektriciteitsproductie met biomassa WKK (kg CO}_2\text{)} = \text{Elektriciteitsproductie met WKK (GJ}_e\text{)} * \text{CO}_2\text{ emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2\text{/GJ}_e\text{)}$$

B.7.5: Zon-thermische systemen

$$\begin{aligned} \text{Besparingen op direct primair fossiel energiegebruik (GJ}_p\text{)} = & \text{Warmteproductie (GJ}_{th}\text{)} / \text{Referentierendement warmteproductie (\%)} \\ & - \\ & \text{Elektriciteitsverbruik systeem (GJ}_e\text{/m}^2\text{)} * \text{Collectoroppervlak (m}^2\text{)} * \text{Fossiele inzet elektriciteitsproductie (GJ}_p\text{/GJ}_e\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reductie directe CO}_2\text{ emissies (kg CO}_2\text{)} = & \frac{\text{Warmteproductie (GJ}_{th}\text{)} * \text{CO}_2\text{ emissiefactor brandstof (kg CO}_2\text{/GJ}_p\text{)}}{\text{Referentierendement warmteproductie (\%)}} \\ & - \\ & (\text{Elektriciteitsverbruik systeem (GJ}_e\text{/m}^2\text{)} * \text{Collectoroppervlak (m}^2\text{)}) * \text{CO}_2\text{ emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2\text{/GJ}_e\text{)} \end{aligned}$$

$$\text{Warmteproductie (GJ}_{th}\text{)} = \text{Collectoroppervlak (m}^2\text{)} * \text{jaarlijkse productie (GJ}_{th}\text{/m}^2\text{)}$$

B.7.6: Geothermie

Besparingen op direct primair fossiel energiegebruik (G_{J_p}) =

$$\frac{\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th})}{\text{Referentierendement warmteproductie (\%)}} - (\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th}) / \text{COP}) * \text{Fossiele inzet elektriciteitsproductie (GJ}_p/\text{GJ}_e)$$

Reductie directe CO₂ emissies (kg CO₂) =

$$\frac{\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th}) * \text{CO}_2 \text{ emissiefactor aardgas (kg CO}_2/\text{GJ}_p)}{\text{Referentierendement warmteproductie (\%)}} - (\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th}) / \text{COP}) * \text{CO}_2\text{-emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2/\text{GJ}_e)$$

B.7.7: Ondiepe bodemenergie

Ondiepe bodemenergie is de algemene benaming voor de benutting en opslag van warmte en koude uit de bodem (WKO). Het gaat hier om de ondiepe ondergrond tot 500 m diepte. Daarbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen gebruik van:

- Open bronnen: hierbij wordt water opgepompt voor verwarming (of koeling) en al het opgepompte water wordt weer teruggebracht in de bodem.
- Gesloten bronnen: de warmte en koude worden uit de bodem gehaald met een bodemwarmte-wisselaar.

Voor beide systemen geldt dat de warmte direct gebruikt kan worden of indien een temperatuurverhoging noodzakelijk is, via een warmtepomp¹⁶.

Besparingen op direct primair fossiel energiegebruik voor warmteproductie (G_{J_p}) =

$$\frac{\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th})}{\text{Referentierendement warmteproductie (\%)}} - (\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th}) / \text{COP}) * \text{Fossiele inzet elektriciteitsproductie (GJ}_p/\text{GJ}_e)$$

Reductie directe CO₂ emissies (kg CO₂) =

$$\frac{\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th}) * \text{CO}_2 \text{ emissiefactor aardgas (kg CO}_2/\text{GJ}_p)}{\text{Referentierendement warmteproductie (\%)}} - (\text{Warmteproductie bron (GJ}_{th}) / \text{COP}) * \text{CO}_2 \text{ emissies elektriciteitsproductie (kg CO}_2 / \text{GJ}_e)$$

Dezelfde formules kunnen toegepast worden voor productie van koude, met dat verschil dat de referentie daar een compressie- of absorptiekoelmachine is. Als de WKO zowel voor warmte als voor

¹⁶ We hebben het hier alleen over de inzet van warmtepompen bij gebruik van bodemenergie en niet over de inzet van warmtepompen die worden aangedreven door restwarmte die bijvoorbeeld elders binnen het industriële productieproces vrijkomt (deze besparing wordt meegenomen als een energie-efficiency maatregel binnen industrieel productieproces) of wordt geïmporteerd (dan wordt de aanpak gevolgd voor restwarmte).

koude wordt benut, kunnen de besparingen op primaire energie en de CO₂ emissiereducties worden gevonden door de uitkomsten voor koelen en verwarmen op te tellen.