



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Handreiking Monitoring MEE-convenant

Versie 4.3

Datum 17 december 2015

Colofon

Projectnaam	Handreiking monitoring MEE-convenant
Projectnummer	0959-08-02-30
Versienummer	4.3, 17 december 2015
Publicatienummer	
Locatie	
Projectleiders	Jos Nizet, Christiaan Abeelen, Wouter Wienk
Contactpersoon	Christiaan Abeelen

Hoewel dit rapport met de grootst mogelijke zorg is samengesteld kan Rijksdienst voor Ondernemend Nederland geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten.

Inhoud

Colofon.....	2
1 INTRODUCTIE.....	5
1.1 Aanleiding voor de monitormethodiek.....	5
1.2 Het monitoring proces.....	5
2 DE METHODIEK OP HOOFDLIJNEN	7
2.1 Algemene uitgangspunten voor de monitoring.....	7
2.2 Kwantificeren, kwalificeren en categoriseren van de energiebesparende maatregelen.....	7
2.3 Procesefficiëntie.....	9
2.4 Ketenefficiëntie	10
2.5 Duurzame energie	12
2.6 Onderbouwing van het energiegebruik	13
2.7 Berekening van het resultaat	14
3 MONITORING OP HET NIVEAU VAN HET BEDRIJF	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Energieverbruik.....	15
3.3 Procesmaatregelen.....	21
3.4 Ketenmaatregelen.....	24
3.4.1 Kwantificeren (de optelsom maken) van energiebesparing van ketenmaatregelen.....	26
3.4.2 Rekenregels ketenmaatregelen.....	27
3.4.3 Het energiebesparingseffect uitrekenen	29
3.4.4 Verdeling van ketenmaatregelen	30
3.4.5 Besparingen in het buitenland	32
3.5 Duurzame energie maatregelen	32
3.6 Productiegegevens	35
3.7 Invloedfactoren	36
3.8 Totaalresultaat	39
3.9 Spiegeling	40
4 AGGREGATIE	41
4.1 Algemeen.....	41
4.2 Aggregatie op sectorniveau	41
4.3 Samenvoeging op convenantniveau	42
4.3.1 Presentatie van de resultaten	42
4.3.2 Berekening efficiëntieverbetering	44
4.3.3 Berekening ketenefficiëntie.....	45
4.3.4 Berekening aandeel duurzame energie	45
4.3.5 Totaalresultaat.....	47
BIJLAGEN.....	48
I Definities.....	49
II GER waarden	53
III Rekenregels.....	54

1 Introductie

1.1 Aanleiding voor de monitormethodiek

Op 3 februari 2010 heeft de Commissie MEE een nieuwe manier van monitoren met een andere manier van meten en berekenen vastgesteld; de 'methodiek energie-efficiëntie'. Deze methodiek ligt ten grondslag aan de monitoring van het MEE-convenant.

In de nieuwe methodiek worden de resultaten alleen gebaseerd op daadwerkelijk uitgevoerde besparende maatregelen. Andere invloeden op het energieverbruik, zoals wisseling in het productievolume of wisselingen in de omgevingstemperatuur hebben geen invloed op de meting van de bereikte resultaten. De informatie van deze invloeden wordt wel gebruikt voor de verklaring van de stijging of daling van het energiegebruik.

De twee pijlers van het convenant: verbetering van de procesefficiëntie en verbetering van de ketenefficiëntie zijn in de nieuwe methodiek bovendien beter van elkaar te onderscheiden:

- Bij ketenprojecten wordt een onderscheid gemaakt tussen maatregelen in de productieketen (de grondstof- en productiefase) en de productketen (de gebruiksfase).
- Opwekking en inkoop van duurzame energie telt in het MEE-convenant niet mee in het eindresultaat, maar wordt apart van de andere maatregelen weergegeven.

Het referentiejaar dat wordt gehanteerd in MEE is 2006.

Deze versie van de handreiking vervangt de vorige versie (3.4, d.d. 6 januari 2015). Deze nieuwe versie is op enkele onderdelen geactualiseerd en/of verduidelijkt.

1.2 Het monitoring proces

De volgende partijen zijn betrokken bij de MEE-monitoring:

- De MEE-deelnemer, het bedrijf/de instelling.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl), de conventantuitvoerder.

De jaarlijkse monitoring resulteert in de volgende drie rapportages:

Bedrijfsrapportage

Jaarlijks wordt een bedrijfsrapportage opgesteld van de ingevulde monitoring- gegevens over het voorgaande kalenderjaar. De bedrijfsrapportage geeft inzicht in de voortgang van de uitvoering van het energie-efficiëntie plan (EEP). Het bedrijfsrapport wordt door RVO.nl opgestuurd naar het bedrijf.

De uiterlijke datum voor het indienen van de monitoringgegevens is 1 april. Wanneer de brancheadviseurs na controle vermoeden dat er gegevens of informatie ontbreken, kan een verzoek tot aanvulling aan het bedrijf of de instelling worden gericht.

Zodra de uiterlijke indieningsdatum is verstreken toetst RVO.nl de aangeleverde monitoringgegevens op bedrijfsniveau. Het resultaat van de gerapporteerde monitoringsgegevens wordt gerapporteerd in de bedrijfsrapportage.

Brancherapportage

Zodra de bedrijfsrapportages voor de gehele sector/branche zijn gecontroleerd kan worden begonnen aan de brancherapportage. RVO.nl maakt van alle bedrijfsrapportages binnen de sector/branche één totale brancherapportage waarin over de voortgang en resultaten wordt gerapporteerd.

Dat rapport wordt uiterlijk op 15 juni aan de relevante Overleggroep MEE (OGE) aangeboden en besproken. De Overleggroep MEE (OGE) bespreekt de brancherapportage; indien nodig kan zij aanvulling vragen. Daarnaast toetst de Overleggroep MEE (OGE) de rapportage op eventuele vertrouwelijke informatie en kan desgewenst aanpassingen aanbrengen.

Nadat de Overleggroep MEE (OGE) de rapportage heeft goedgekeurd is deze openbaar.

De Overleggroep MEE (OGE) stuurt de goedgekeurde brancherapportage aan het Ministerie van Economische zaken dan wel het Ministerie van Binnenlandse Zaken. Mocht het geval zich voordoen dat er, wegens omstandigheden, geen goedgekeurd rapport komt, dan zullen de betrokken partijen overleggen over de gevolgen daarvan.

Resultatenbrochure

RVO.nl voegt alle brancherapportages samen en maakt hiervan de resultatenbrochure. Deze gegevens worden gerapporteerd aan de ministeries en aan de commissie MEE.

Er wordt afzonderlijk gerapporteerd over de resultaten binnen het MEE-convenant en de bijdrage van het convenantresultaat aan de landelijke besparingsdoelstelling. In die laatste doelstelling telt maar een gedeelte van het convenantresultaat mee, aangezien deze doelstelling anders is gedefinieerd.

Daarnaast worden de monitoringresultaten gebruikt ter onderbouwing van de landelijke energiebesparingsresultaten, aanvullend aan de monitoring die ECN zelfstandig uitvoert.

2 De methodiek op hoofdlijnen

2.1 Algemene uitgangspunten voor de monitoring

De belangrijkste uitgangspunten in de nieuwe methodiek zijn:

- Het convenant is gebaseerd op twee pijlers: verbetering van de procesefficiëntie, verbetering van de ketenefficiëntie;
- De pijlers verbetering van de procesefficiëntie en ketenefficiëntie richten zich op efficiëntieverbetering van het energieverbruik.
- Efficiëntieverbetering wordt gebaseerd op daadwerkelijk uitgevoerde energiebesparende maatregelen;
- Alle inspanningen van bedrijven die gericht zijn op het realiseren van energiebesparing in het productieproces en in de keten, maar ook op de inzet van duurzame energie, worden meegeteld: zij worden omgerekend naar primaire energie (uitgedrukt in TJ) en op die manier gerapporteerd.
- Alleen de energiebesparing die behaald is in het productieproces en in de productieketen telt mee als efficiëntieverbetering in de vergelijking van de convenantresultaten en de landelijke besparingsdoelstelling.
- De energie die de bedrijven nodig hebben, dient zo veel mogelijk duurzaam te zijn. Deze kan zowel zelf worden opgewekt als ingekocht.
- De inzet van duurzame energie wordt niet gepresenteerd als efficiëntieverbetering, maar afzonderlijk opgenomen als toepassing van duurzame energie.
- De nieuwe methode moet pragmatisch, makkelijk uitvoerbaar, controleerbaar en toetsbaar zijn.

2.2 Kwantificeren, kwalificeren en categoriseren van de energiebesparende maatregelen

Monitoring geeft onder andere inzicht in de voortgang van de energiebesparende maatregelen uit het EEP van een bedrijf of instelling. Alle daadwerkelijke uitgevoerde energiebesparende maatregelen worden gerapporteerd.

Kwantificering maatregelen

Van de energiebesparende maatregelen wordt het besparingseffect berekend door het (nieuwe) energieverbruik te vergelijken met de situatie zonder, of voordat de maatregel uitgevoerd was. De hoeveelheid bespaarde energie wordt bepaald door deze te meten, te berekenen of te schatten.

Kwalificatie geplande maatregelen

Alle geplande maatregelen dienen te worden gekwalificeerd als een zekere, voorwaardelijke of onzekere maatregel. Indien er tijdens de monitoring nog extra energiebesparende maatregelen worden uitgevoerd

die niet in het EEP waren vermeld worden deze gekwalificeerd als een aanvullende maatregel.

Rendabele maatregel.

Rendabele maatregelen zijn maatregelen met een terugverdientijd van maximaal 5 jaar.

Zekere maatregel.

In principe vallen alle rendabele maatregelen onder de kwalificatie 'zekere maatregel'.

Indien er echter sprake is van een technische, economische en/of organisatorische drempel om deze maatregelen uit te voeren mag hiervan worden afgeweken.

Voorwaardelijke maatregel.

Indien er sprake is van een technische, economische en/of organisatorische drempel om een rendabele maatregel uit te voeren krijgt de maatregel de kwalificatie 'voorwaardelijke maatregel'.

Wanneer de drempel wordt weggenomen valt de maatregel weer onder de kwalificatie 'zekere maatregel'.

Onzekere maatregel.

Een maatregel valt onder de kwalificatie 'onzeker' als er eerst nader onderzoek nodig is, voordat besloten kan worden tot uitvoering. Voor deze maatregelen moet in het EEP worden aangegeven welke stappen er worden genomen om de haalbaarheid te onderzoeken.

Aanvullende maatregelen.

Onder de kwalificatie 'aanvullende maatregelen' vallen de maatregelen die niet in het EEP worden vermeld, maar in het kalenderjaar waarover de monitoring gaat wel zijn uitgevoerd.

Categorisering geplande en gerealiseerde maatregelen

De geplande en gerealiseerde maatregelen kunnen worden ingedeeld in de drie categorieën: procesefficiëntie, ketenefficiëntie en duurzame energie.

Procesefficiëntie maatregelen zijn maatregelen die zijn gericht op de verbetering van de energie-efficiëntie van het proces, meer hierover staat in § 2.3 en § 3.3.

Ketenefficiëntie maatregelen zijn maatregelen waarbij de besparing buiten het bedrijf of instelling plaatsvindt, meer hierover staat in § 2.4 en § 3.4.

Duurzame energie maatregelen gaan over de inzet van duurzame energie voor het vergroenen van de energievoorziening, meer hierover staat in § 2.5 en § 3.5.

Bij de categorie ketenefficiëntie vindt de besparing buiten het bedrijf plaats. Deze maatregelen zijn daarom ook niet gekoppeld aan de wettelijke verplichtingen volgens de Wet Milieubeheer. Binnen ketenefficiëntie wordt weer een verschil 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.

Bij de inzet van duurzame energie gaat het zowel om de eigen opwekking als de inkoop van duurzame energie. Het gaat hierbij niet om energiebesparing, maar om vergroening van de energievoorziening.

2.3 Procesefficiëntie

Bij maatregelen in de categorie procesefficiëntie gaat het om maatregelen die energie besparen binnen de grenzen van het bedrijf of de instelling. Het kan gaan om maatregelen die direct ingrijpen op het productieproces, zoals het plaatsen van een efficiëntere oven, maar ook maatregelen die ingrijpen op 'utilities' (systemen ter ondersteuning aan het hoofdproces, zoals verlichting of opwekking van perslucht).

In de categorie procesefficiëntie kunnen alleen nieuwe maatregelen worden gerapporteerd, die in het monitoringjaar genomen zijn. Het besparingseffect van een nieuwe procesefficiëntie maatregel mag eenmaal opgevoerd worden. In de berekening van het cumulatieve resultaat blijft deze besparing meetellen, er wordt vanuit gegaan dat de besparing gedurende de hele looptijd van het convenant blijft gelden. Maatregelen leveren pas besparing op als zij ook echt zijn getroffen. In het monitrorrapport dient de besparing over een heel kalenderjaar opgevoerd te worden, ook als de maatregel pas in de loop van het jaar is gerealiseerd. Indien het effect van de maatregel in dat jaar niet gekwantificeerd kan worden kan ervoor worden gekozen de maatregel in het volgende monitoringjaar mee te nemen.

Het berekenen van het resultaat van maatregelen ter verbetering van de procesefficiëntie dient zoveel mogelijk plaats te vinden op basis van werkelijke meetgegevens. Als het niet op basis van werkelijke, gemeten data kan, dan kunnen berekeningen of inschattingen worden gebruikt.

Meer informatie over het indelen van de maatregelen in de verschillende subcategorieën staat in § 3.3.

Andere invloeden

Naast maatregelen die zorgen voor energiebesparing kan een vermindering in het energieverbruik ook voortkomen uit andere invloeden, zoals volumeontwikkeling en/ of structureffecten. Deze effecten mogen echter niet worden meegenomen als energiebesparing of procesmaatregel. In § 3.8 zijn deze effecten uitgewerkt.

Indien er twijfel bestaat of een vermindering in het energieverbruik een invloedfactor en/ of besparingseffect betreft kan er contact worden opgenomen met de brancheadviseur.

2.4 Ketenefficiëntie

Ketenefficiëntie heeft als doel energie te besparen in en gedurende de hele productlevensketen: van de grondstoffase tot de afdanking- en hergebruikfase. Bij deze aanpak is de hele keten in beeld. Dus niet alleen het producerende bedrijf, maar ook zijn omgeving zoals klanten, leveranciers, distributeurs en andere bedrijven op het bedrijventerrein;

Wat is ketenefficiëntie?

Industrie

Bij ketenefficiëntie staat eigenlijk de complete levensloop van het feitelijke product centraal. Het gaat om de vraag: 'hoeveel energie wordt er gebruikt tijdens de gehele levenscyclus van dat product? Dit is een andere manier van benaderen. In § 3.4 staat meer informatie over ketenefficiëntie.

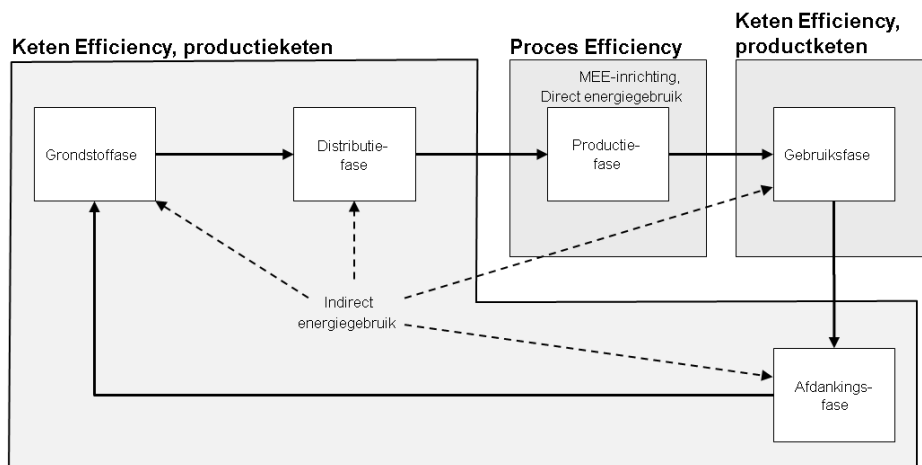
Er zijn daarbij nog een aantal energetische vragen te stellen, bijvoorbeeld:

- hoeveel energie wordt er gebruikt tot het moment dat een product bij de consument of eindgebruiker is?
- hoeveel energie is nodig voor de productie?
- hoeveel energie is nodig om het product te transporteren van de productielocatie naar de groothandel en winkel?
- hoeveel energie is nodig voor koeling van het product?
- hoeveel energie is nodig om grondstoffen te winnen en te bewerken?

Als het product bij de consument is, is de levensloop nog niet ten einde. Na gebruik wordt het afgedankt, en ook dan is er nog energie nodig:

- hoeveel energie is nodig (motorbrandstof) voor de inzamelvoertuigen?
- hoeveel energie is nodig om de producten tot een vorm terug te brengen waarin ze opnieuw in te zetten zijn in een productieproces?

In de afvalfase kan een product ook energie opleveren, door het bijvoorbeeld te verbranden of – in het geval van biomassa - te vergisten. Dit komt dan op de totale energiebalans aan de kant van de baten. Overigens, alle energie die geen directe procesenergie is (maken product), maar die wel nodig is tijdens de levensloop van een product, noemen we *indirecte energie*. Figuur 1 geeft een schematische weergave van direct en indirect energieverbruik in de keten.



Figuur 1. Direct en indirect energieverbruik in de keten

Subcategorieën

Ketenefficiëntie kent 7 subcategorieën. Bij het benoemen van de subcategorieën is een onderscheid gemaakt tussen de productieketen en de productketen:

- de productieketen is dat deel van de keten waarin het product zelf geproduceerd of herverwerkt wordt.
- de productketen is de gebruiksfase van de keten.

Tabel 1. Subcategorieën ketenefficiëntie

Subcategorieën verbetering ketenefficiëntie	Productie - of Productketen
Grondstoffase	
1. Materiaalbesparing	Productieketen
Distributiefase	
2. Optimalisatie distributie en mobiliteit	Productieketen
<u>Productiefase:</u>	
3. Samenwerking op locatie (warmte- of koude-uitwisseling of overig)	Productieketen
4. Optimalisatie functievervulling	Productieketen
Gebruiksfase	
5. Vermindering energieverbruik tijdens productgebruik	Productketen
6. Optimalisatie levensduur	Productketen
Afdankingsfase	
7. Optimalisatie productafdaning en –herverwerking (6)	Productieketen

Voor meer informatie en voorbeelden van maatregelen in de subcategorieën kunt u de brochure 'Kansen in de keten' raadplegen:

http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/2MJAP1004-Kansen_in_de_keten.pdf

Samenwerking in de keten

Vaak zijn er bij het maken van producten meerdere productiebedrijven betrokken: de één maakt en levert halffabricaten, de ander verwerkt deze tot eindproducten.

Bij ketenefficiëntie gaat het erom te zoeken naar de meest energie-efficiënte productiewijze, waarbij de grenzen van de bedrijven even worden 'weggedacht'. Het kan dus zijn dat het efficiënter is om een stuk van de productie te verplaatsen naar leveranciers ('upstream') of afnemers ('downstream').

Naast het verplaatsen van een deel van de productie, kunt u ook samen met ketenpartners een nieuw product ontwikkelen. Door (gezamenlijk) eisen te stellen aan bijvoorbeeld de kwaliteit of bereidingswijze van halffabricaten die u aangeleverd krijgt, kunt u invloed uitoefenen op een eerdere stap in de keten.

Ook is samenwerking mogelijk op een bedrijventerrein of bij het combineren van transport, overslag of afvalophaal en verwerking. Omdat ketenmaatregelen vrijwel altijd in samenwerking met meerdere partijen uitgevoerd worden, wordt in principe de helft van de gerealiseerde besparing toegerekend aan het MEE-bedrijf.

Dienstensectoren

Ook in de dienstensectoren kunnen er ketenmaatregelen worden toegepast. Bij de dienstensectoren wordt dezelfde categorie indeling gebruikt als bij de industrie, zie tabel 1. Voorbeelden van ketenmaatregelen zijn: een WKK installatie die aan meerdere partijen energie levert (samenwerken op locatie), verminderen energiegebruik bij woon/werk verkeer (optimalisatie distributie), optimalisatie distributie door toeleveranciers (optimalisatie distributie), afval verminderen (optimalisatie productafdeling –en herverwerken), etc. In hoofdstuk 3.4 wordt er uitgebreider op de ketenmaatregelen ingegaan.

2.5 Duurzame energie

De definitie van duurzame energie die in de monitoring wordt gehanteerd is: duurzame energie is energie waarvoor hernieuwbare, primaire energiedragers met behulp van conversietechnieken zijn omgezet in secundaire ofwel bruikbare energiedragers.

De inzet van duurzame energie levert weliswaar geen energiebesparing op, maar wel (direct of indirect) een reductie van CO₂-emissie. De hoeveelheid zelf opgewekte, of ingekochte duurzame energie mag worden opgevoerd in de jaarlijkse monitoring, maar telt niet mee in de berekening van het convenantresultaat.

De toepassing van duurzame energie levert geen echte verbetering op van de energie-efficiëntie van een bedrijf of instelling. Het opgegeven aandeel duurzame energie geeft wel aan hoeveel van de gebruikte energie duurzaam wordt opgewekt.

De bekendste duurzame energiebronnen zijn wind, zon en water. Andere bronnen zijn biomassa, aardwarmte en warmte uit onze omgeving (zoals in lucht en bodem). Maar ook het gedeelte van met hernieuwbare energiebronnen opgewekte energie uit een installatie die ook met conventionele energiebronnen werkt, valt onder deze definitie (bijvoorbeeld een kolencentrale waar ook biomassastromen in verwerkt kunnen worden).

Voor details over duurzame energie wordt verwezen naar het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Update2010 van RVO.nl.

2.6 Onderbouwing van het energiegebruik

Binnen een bedrijf wordt het energieverbruik door heel veel factoren beïnvloed, bijvoorbeeld:

- het productievolume,
- uitgevoerde besparingsmaatregelen,
- (bouwfysische, organisatorische) veranderingen in het bedrijf,
- het klimaat,
- etc.

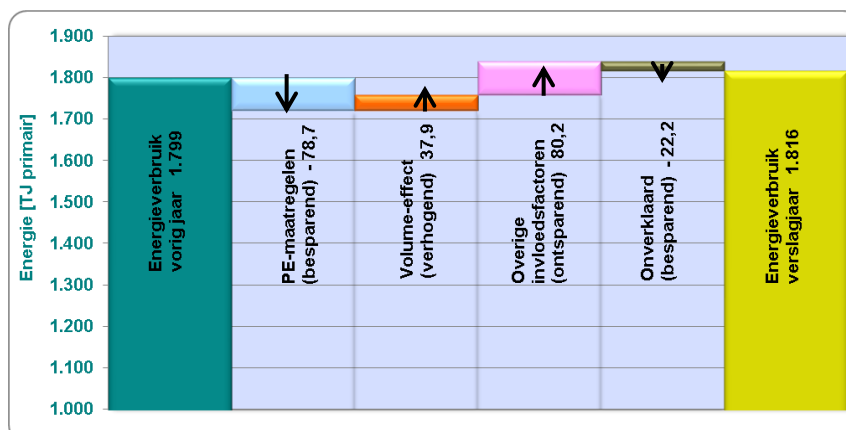
Verandering van het energiegebruik valt onder te brengen bij drie verschillende effecten:

Het **besparingseffect** is het effect dat ontstaat door uitvoering van maatregelen die door het bedrijf zijn uitgevoerd om energie te besparen.

Het **volume-effect** is het effect dat ontstaat louter en alleen als gevolg van een verandering van het volume (de productie). Dit effect wordt daarom bepaald door de ontwikkeling van de prestatie-maten. Omdat dit vaak het grootste effect is, wordt dit effect apart weergegeven. In § 3.7 wordt dit nader toegelicht.

Daarnaast zijn er veel overige factoren die invloed kunnen hebben op het energiegebruik. Denk aan veranderde productspecificaties, aanpassingen in het bedrijf die voor extra energiegebruik zorgen, maar ook incidenten zoals brand. Deze factoren kunnen opgevoerd worden als **invloedfactoren**. Dit onderdeel is toegelicht in § 3.8.

Samen verklaren deze effecten de veranderingen in het energiegebruik. Daarom wordt de totale verandering in energiegebruik uitgesplitst ('decompositie') in deze drie effecten. In figuur 2 is de relatie van deze drie factoren weergegeven. In de praktijk zal een deel van de verandering niet verklaard kunnen worden. Dit is een restpost. Hoe kleiner de restpost, hoe beter de verandering in het energiegebruik is verklaard.



Figuur 2. Verklaring van de verandering van het energiegebruik (fictieve getallen)

2.7 Berekening van het resultaat

De besparing door maatregelen wordt uitgedrukt in primaire energie (uitgedrukt in TJ).

Om het resultaat ook in een percentage te kunnen uitdrukken wordt gebruik gemaakt van een referentieverbruik. De referentie voor proces- en ketenmaatregelen is de situatie zonder de uitgevoerde maatregelen, oftewel het energiegebruik in het verslagjaar + de besparing door de uitgevoerde maatregelen. Voor het aandeel duurzame energie is de referentie het totale energieverbruik.

Om het besparingspercentage –ook wel het besparingstempo- in het verslagjaar uit te rekenen, wordt gebruik gemaakt van de volgende formules:

Voor procesmaatregelen:

$$100\% \times \frac{\text{energiebesparing procesmaatregelen (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik (J) + energiebesparing procesmaatregelen (J)}}$$

Voor ketenmaatregelen is de efficiëntieverbetering in de keten:

$$100\% \times \frac{\text{energiebesparing ketenmaatregelen (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik (J) + energiebesparing procesmaatregelen (J)}}$$

Het aandeel duurzame energie kan bepaald worden door:

$$100\% \times \frac{\text{opgewekte/ingekochte duurzame energie (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik (J)}}$$

Een uitgebreidere uitleg van de gebruikte formules staat in hoofdstuk 4.

3 Monitoring op het niveau van het bedrijf

3.1 Inleiding

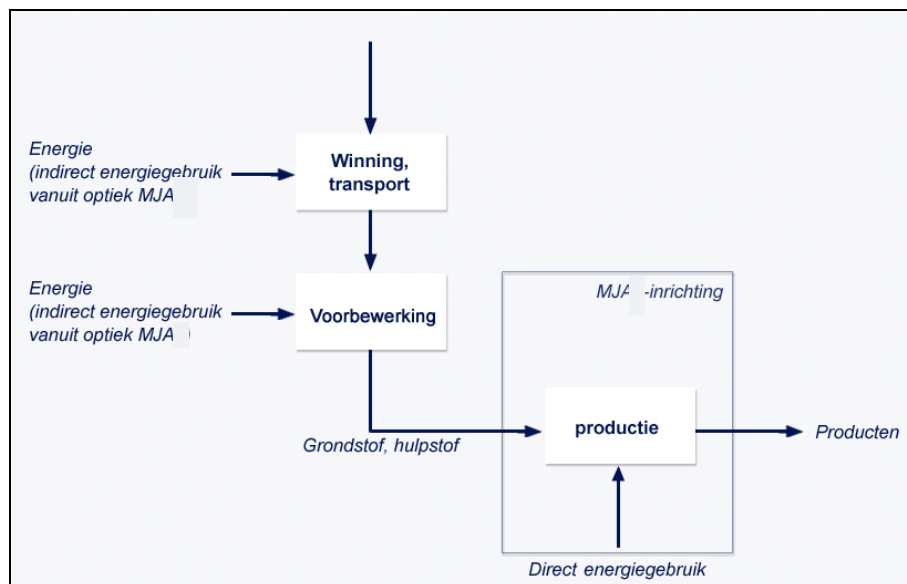
Begin januari ontvangen de bedrijven/ instellingen die mee doen aan de monitoring een bericht met het monitoringspreadsheet. Wanneer deze gegevens zijn ontvangen kunnen de bedrijven aan de slag met het invullen van het spreadsheet. De informatie die dient te worden ingevuld voor de jaarlijkse monitoring heeft met name betrekking op het energieverbruik (§ 3.2) en de energiebesparende maatregelen die in dat jaar zijn uitgevoerd. De energiebesparende maatregelen kunnen worden opgedeeld in de drie categorieën proces(efficiëntie) (§ 3.3), keten(efficiëntie) (§ 3.4) en de toepassing van duurzame energie (§ 3.5). Naast deze gegevens worden ook de actuele stand van het invoeren van energiezorg (§ 3.6) de productiecijfers in de vorm van prestatiegraden (§ 3.7) en de invloedfactoren (§ 3.8) opgevraagd. De laatste twee categorieën gegevens worden gebruikt bij het verklaren van wijzigingen in het energieverbruik die niet het gevolg zijn van energiebesparende maatregelen.

3.2 Energieverbruik

Als energieverbruik geldt het directe energieverbruik van uw bedrijf. Dit is het netto resultaat van inkoop en eigen opwekking van duurzame energie, minus de doorlevering van energie die de grenzen van uw bedrijf passeert.¹

In onderstaande figuur is de relatie aangegeven tussen het direct energieverbruik en het indirect energieverbruik. Het directe energieverbruik betreft energie die direct in het productieproces wordt ingezet, het indirecte energieverbruik betreft energie die gebruikt wordt bij winning en transport van grondstoffen en halffabricaten. Directe en indirecte energie worden altijd uitgedrukt in primaire energie.

¹ Opwekking van duurzame energie wordt ook opgeteld bij de inkoop van energie. Eigen opwekking van niet duurzame energie, bijvoorbeeld m.b.v. een WKK, hoeft niet meegeteld te worden omdat deze opwekking plaatsvindt met een energiedrager (meestal gas) die al is opgegeven bij de inkoop. Bij opwekking van duurzame energie is de energiedrager bijvoorbeeld wind, zon of aardwarmte en wordt dus feitelijk gewonnen uit de omgeving van het bedrijf.



Figuur 3. Direct en indirecte energiegebruik

Energie wordt onderverdeeld in elektriciteit, warmte, aardgas en overige brandstoffen. In onderstaande tabellen is weergegeven hoe het netto energiegebruik wordt bepaald.

Tabel 2. Elektriciteitsverbruik

	Categorie	Toelichting
A	Ingekochte elektriciteit	De totale hoeveelheid ingekochte elektriciteit in kWh. Het gaat om zowel 'grijze' als 'groene' elektriciteit.
B	Zelf opgewekte duurzame elektriciteit (exclusief biobrandstof)	Electriciteit die is opgewekt door eigen installaties, bijvoorbeeld PV-panelen. Electriciteit die binnen uw bedrijf is opgewekt door inzet van biobrandstoffen hoeft hier niet te worden opgegeven, omdat deze onder de brandstoffen wordt opgegeven.
C	Eigen gebruik van duurzame elektriciteit uit participatie	Bijv. elektriciteit afkomstig van een coöperatief windpark.
D	Doorlevering elektriciteit aan derden	
E	Teruglevering elektriciteit aan elektriciteitsnet	
	Netto verbruik elektriciteit	= A + B + C - D - E

Tabel 3. Warmteverbruik

	Categorie	Toelichting
A	Ingekochte warmte	De totale hoeveelheid ingekochte warmte in Joules.
B	Ingekochte warmte van externe WKK	Warmte die is opgewekt door een WKK die buiten de eigen inrichting staat.
C	Doorlevering warmte aan derden	
	Netto verbruik warmte	= A + B - C

Tabel 4. Verbruik van aardgas en overige brandstoffen

	Categorie	Toelichting
A	Ingekocht en/of zelf gegenereerd	De hoeveelheid brandstof die is ingekocht in m ³ of tonnen. Zelf opgewekte/gewonnen brandstof kan hier ook ingevuld worden.
B	Doorgeleverd	De hoeveelheid aan derden doorgeleverde brandstof
C	Netto verbruik	= A - B
D	Waarvan ingezet als grondstof	Inzet van brandstoffen als grondstof, bijvoorbeeld aardgas voor ammoniak
E	Netto verbruik warmte	= C - D

Voor het opgeven van het energieverbruik door overige brandstoffen kan gebruik gemaakt worden van de Nederlandse energiedragerslijst. Deze lijst staat ook in monitoringspreadsheet. In deze lijst zijn de meest voorkomende brandstoffen opgenomen met hun verbrandingswaarde. Deze waarden zijn bepaald op basis van onderzoek naar de in Nederland toegepaste energiedragers. Indien een bedrijf gebruik maakt van een energiedrager die niet op de lijst staat, kan een energiedrager gekozen worden die daar het meest op lijkt. Hulpstoffen als zuurstof of stikstof fungeren niet als energiedrager, maar veelal als katalysator of hulpstof. Deze staan dan ook niet op de energiedragerslijst.

Foutieve gegevens in voorgaande jaren

Het kan gebeuren dat een bedrijf merkt dat er een fout is geslopen in de historische cijfers, die in de afgelopen jaren zijn aangeleverd. Het kan bijvoorbeeld zijn dat er is vergeten bepaalde energieverbruiken toe te voegen of dat er foutieve productiecijfers zijn opgenomen. De historische gegevens in het monitoringspreadsheet zijn vastgezet ('bevroren') en alleen via te wijzigen door RVO.nl. Hiervoor kan in het spreadsheet een verzoek ingediend worden via de knop 'Aanpassing historische gegevens'. Als een bedrijf na het sluiten van de monitoringronde merkt dat bepaalde gegevens onjuist zijn, moet contact worden opgenomen met de RVO.nl adviseur. Deze zal in overleg met het bedrijf een passende oplossing proberen te vinden.

Effecten van WKK-installaties

Een WKK-installatie kan een groot effect hebben op de efficiëntie van de opwekking van energie. Er zijn verschillende manieren waarop de besparing van een WKK-installatie berekend kan worden. Voor deze berekening van worden twee situaties onderscheiden:

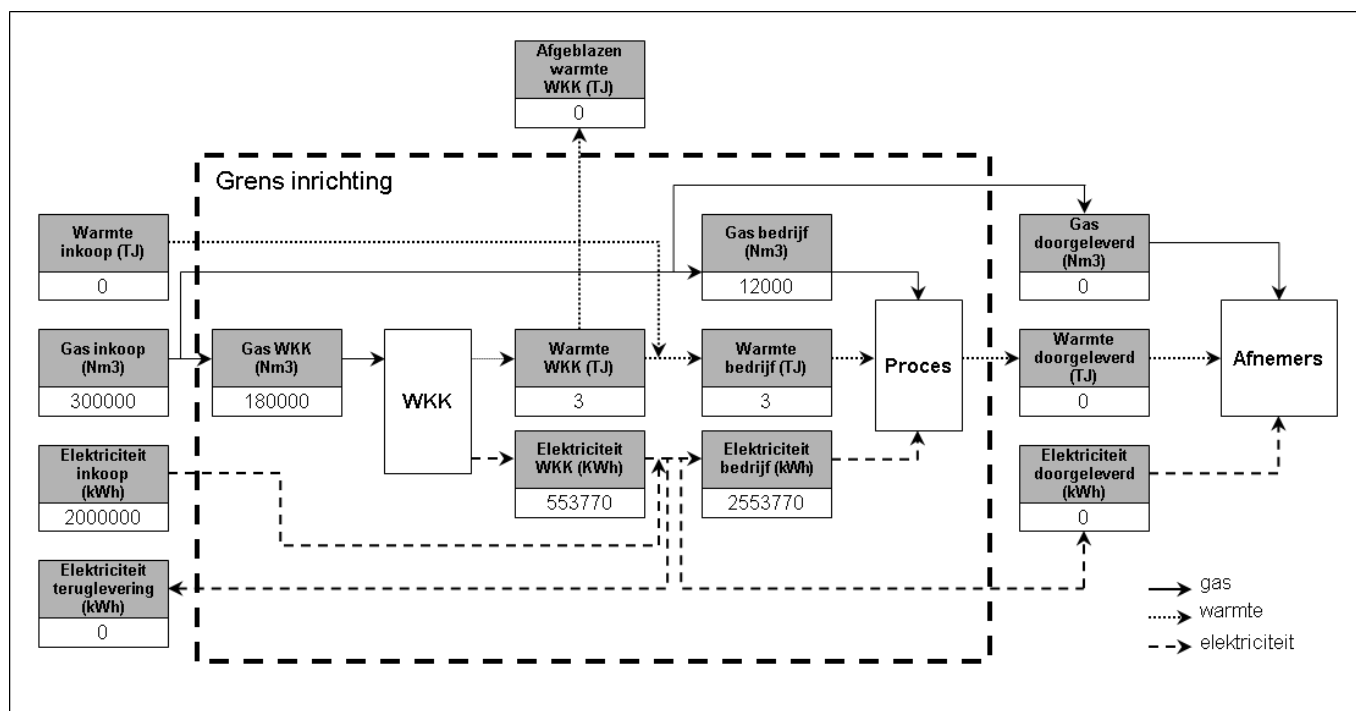
- Een WKK-installatie binnen uw bedrijf (interne WKK) wordt beschouwd als onderdeel van het voortbrengingsproces (zie figuur 4). In dat geval worden eventuele efficiëntieverbeteringen aangemerkt als procesefficiëntie maatregelen.
- Een WKK-installatie die buiten uw bedrijf staat (externe WKK) wordt beschouwd als een ketenbesparing (zie figuur 5).

Er bestaat één uitzondering op deze situaties: Indien een WKK-installatie binnen de grenzen van uw bedrijf (als MEE-deelnemer) staat, maar de warmte gedeeltelijk wordt doorgeleverd aan een andere MEE-deelnemer, dan wordt de installatie beschouwd als een WKK-installatie buiten uw bedrijf.

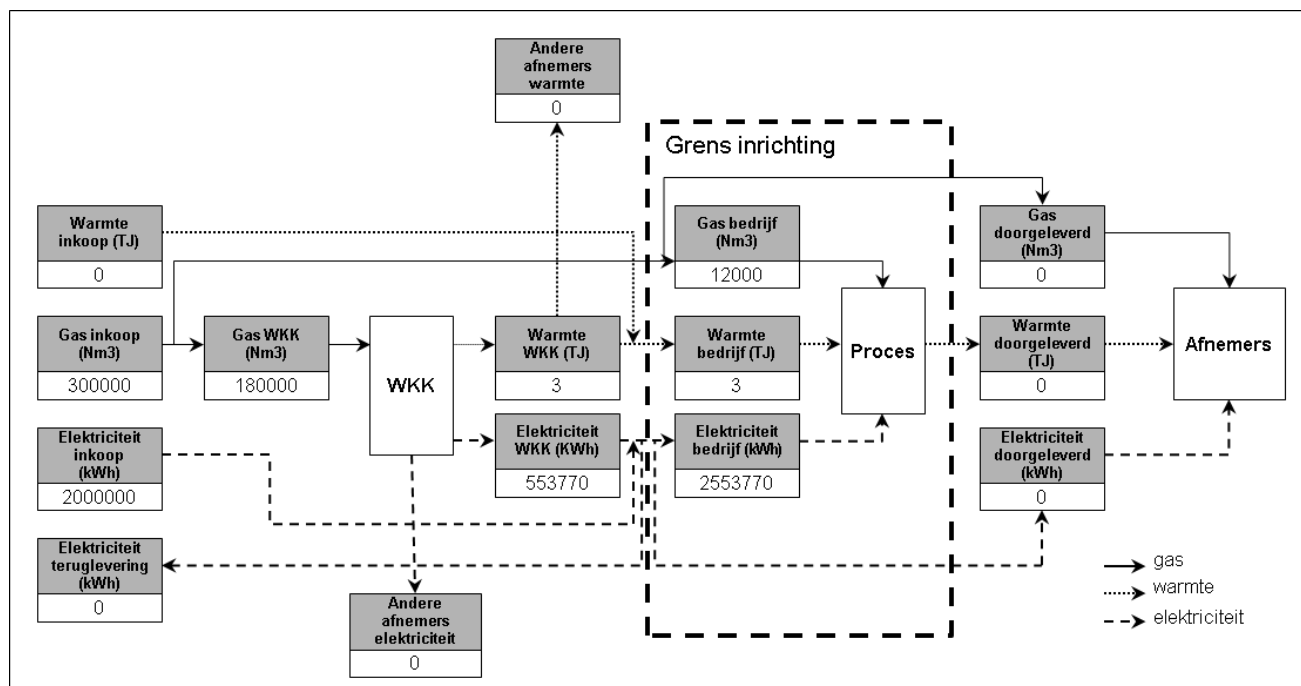
Van een bedrijf met een interne WKK wordt het werkelijke energieverbruik bepaald door het totaal te bepalen van alle in- en uitgaande energiestromen die de grens van uw bedrijf passeren. Hierbij worden alle energiedragers omgerekend naar primaire energie.

Warmte en elektriciteit, zowel ingekocht als door- en teruggeleverd, worden omgerekend naar primaire energie met de referentierendementen van gescheiden opwekking van warmte en elektriciteit (respectievelijk 90% en 42%).

Het bedrijf dat warmte afneemt van een externe WKK, zal deze warmte moeten waarderen alsof deze in een ketel met een rendement van 90% is opgewekt. Elektriciteit van een WKK-installatie wordt op dezelfde manier verrekend als elektriciteit van het openbare net.



Figuur 4. Interne WKK



Figuur 5. Externe WKK

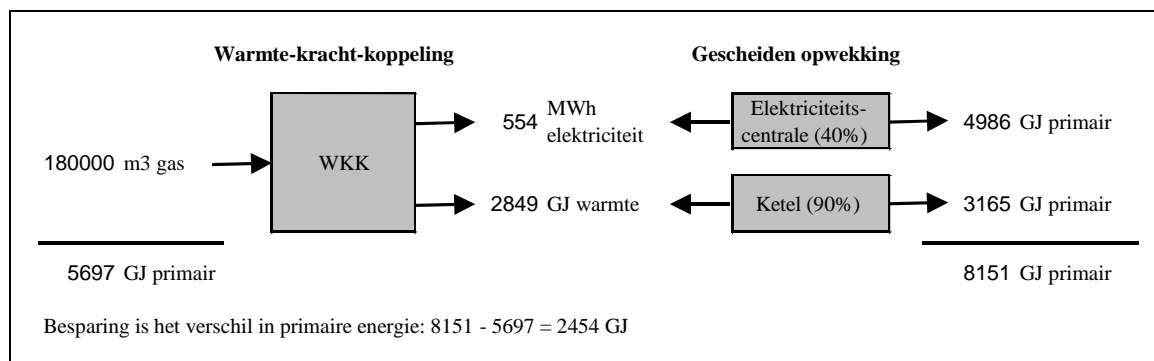
Deze situatie is weergegeven in figuur 5. In vergelijking met figuur 4 (interne WKK) zijn er twee energiestromen toegevoegd, namelijk de levering zowel van elektriciteit als van warmte aan andere afnemers dan uw bedrijf in kwestie. Dit is van belang voor de toerekening van de besparing.

Besparing van een WKK-installatie

De besparing die wordt gerealiseerd met de WKK-installatie wordt als volgt berekend:

- 1 Zowel het jaarlijkse aardgasverbruik van de WKK-installatie als de productie van elektriciteit en warmte van de WKK-installatie wordt vastgesteld, bij voorkeur door meting van deze energiestromen. Als er geen meetgegevens bekend zijn wordt het aandeel van het aardgasverbruik bepaald voor de elektriciteitsproductie. Hier wordt een rendement voor gebruikt dat gangbaar is voor het type installatie. Het resterende aardgasverbruik van de WKK-installatie mag dan worden toegerekend aan warmtegebruik binnen het proces.
- 2 De primaire energie die nodig is om dezelfde hoeveelheden warmte en elektriciteit gescheiden op te wekken wordt vastgesteld door omrekening met de referentierendementen voor gescheiden opwekking (90% voor warmte, en 42% voor elektriciteit).
- 3 De besparing is het verschil tussen het primaire energieverbruik volgens gescheiden opwekking (2) en het aardgasverbruik van de WKK-installatie (1).

In figuur 6 is de berekening van de besparing als gevolg van de toepassing van een WKK-installatie verduidelijkt met een voorbeeld. De getallen stemmen overeen met de voorbeelden in Figuur 5 en 6.



Figuur 6a. Voorbeeld berekening besparing WKK

Toerekening besparing externe WKK

De besparing die bereikt wordt met een WKK, wordt berekend aan de hand van de warmteafname. Bij een externe WKK moet de besparing worden toegerekend aan de partijen die betrokken zijn bij de WKK-installatie. Dat kunnen zowel de afnemers van de elektriciteit en/of warmte zijn als de eigenaar van de installatie.

Afgenomen energie (warmte, elektriciteit) afkomstig van een WKK-installatie die niet binnen uw bedrijf staat moet, om het werkelijke energieverbruik te bepalen, worden verrekend met de standaard referentierendementen (42 % elektriciteit, 90 % voor warmte).

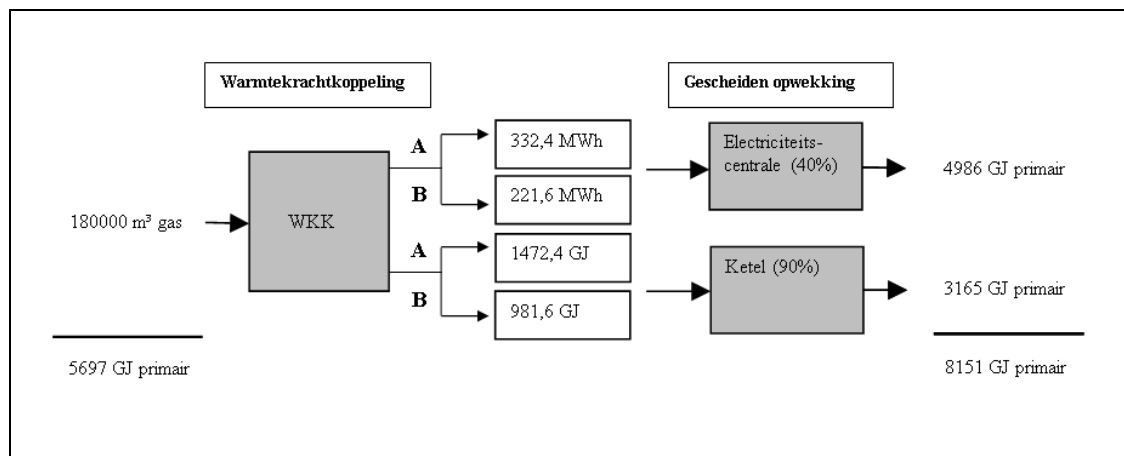
Hierbij moet wel met de volgende aspecten rekening worden gehouden:

- Toerekening van de effecten van maatregelen wordt bepaald door afspraken tussen de betrokken partijen. Als deze partijen niet tot een toerekening komen wordt de toerekening van de WKK gebaseerd op de warmteafname.
- In het geval dat er verschillende eigenaren zijn, maar slechts één inrichting warmte afneemt, kan 100 % van het efficiëntievoordeel van de WKK-installatie ten goede komen dat betreffende bedrijf.
- Als er verschillende afnemers zijn van de WKK, maar slechts één bedrijf deelneemt aan MEE, dan dient de toerekening van het efficiëntievoordeel aan het MEE-bedrijf gebaseerd te worden op de warmteafname van dit bedrijf. Het kan in dat geval dus zo zijn dat niet de gehele besparing wordt toegerekend aan dat MEE-bedrijf.

Voorbeeld externe WKK (figuur 6b)

Bedrijf A neemt 60% van de warmtevraag af

Bedrijf B neemt 40% van de warmtevraag af.



Figuur 6b. Voorbeeld externe WKK

Besparing bedrijf A: verschil in primaire energie x aandeel: $8151 - 5697 = 2454$
 $\times 0,6 = 1472,4$ GJ primair
 Besparing bedrijf B: verschil in primaire energie x aandeel: $8151 - 5697 = 2454$
 $\times 0,4 = 981,6$ GJ primair

3.3 Procesmaatregelen

Voor besparende maatregelen in het productieproces worden **elk jaar de nieuw uitgevoerde maatregelen** opgevoerd. Per maatregel wordt de besparing op jaarbasis meegenomen. Ook intensivering van al eerder gerapporteerde maatregelen kan als een nieuwe maatregel gezien worden.

De besparing in het productieproces kan worden gerealiseerd door:

- Energiezorg en good housekeeping: acties als gevolg van continue, structurele aandacht voor energie
- Procesmaatregelen: maatregelen aan procesinstallaties
- Utilities en gebouwen: maatregelen aan facilitaire, ondersteunende installaties
- Strategische projecten

Het onderscheid tussen de 4 subcategorieën is in sommige gevallen moeilijk te maken. Voor de bepaling van de resultaten maakt het overigens niet uit in welke subcategorie de maatregel is geplaatst. In onderstaande tabel zijn enkele voorbeelden opgenomen van projecten onder de verschillende subcategorieën.

Tabel 5. Voorbeelden van procesmaatregelen

Subcategorie	Omschrijving	Voorbeelden
Procesmaatregelen	Maatregelen die direct aangrijpen op het productieproces in uw bedrijf.	Efficiëntere bakoven Efficiëntere beladingsgraad Het weglaten van een processtap

Energiezorg en Good housekeeping	Maatregelen die uitgevoerd worden in het kader van het energiezorgsysteem. Meestal zonder of slechts een geringe investering.	Campagne 'licht uit'* Energiemonitoringsysteem
Utilities en gebouwen	Maatregelen in of aan ondersteunende faciliteiten of gebouwen	LED-lampen Vervanging van cv-ketel WKK-installatie
Strategische	Maatregelen die te maken hebben met de marktpositie van het bedrijf	Testinstallaties

**'gedragsmaatregelen' met een tijdelijk effect mogen slechts eenmaal opgevoerd worden*

Veel bedrijven nemen 'zachte' maatregelen in de sfeer van energiezorg. Deze hebben vaak een beperkte houdbaarheid: het effect van een gedragscampagne ('sluit deuren achter je') is vaak na enkele jaren weggeëbd. Om te voorkomen dat te gemakkelijk 'gescoord' wordt met dergelijke maatregelen, mag slechts eenmaal een dergelijke maatregel onder de titel energiezorg opgevoerd worden.

Berekening van het effect van procesmaatregelen

Procesmaatregelen moeten opgevoerd worden in het jaar dat ze voor het eerst uitgevoerd worden. Een procesmaatregel wordt dus één keer opgegeven. De besparing die door de maatregel wordt bereikt, telt de rest van de looptijd van het convenant mee in de besparingsresultaten. De besparing door uitgevoerde procesmaatregelen wordt omgerekend naar primaire energie en uitgedrukt in TJ. De besparing wordt berekend aan de hand van de referentiesituatie, dat wil zeggen de situatie zonder die maatregel. In het kader hieronder is een eenvoudig rekenvoorbeeld opgenomen.

Rekenvoorbeeld: zuiniger stoomketel

Stel een bedrijf heeft een nieuwe stoomketel geïnstalleerd.
Op basis van de specificaties is bekend dat de nieuwe ketel 10% zuiniger is dan de vorige.
In het jaar dat de ketel is geïnstalleerd heeft deze 100 GJ gebruikt.
De oude ketel zou $100 \times 1,1 = 110$ GJ gebruikt hebben.
De besparing die mag worden opgevoerd is dan ook 10 GJ

Door het uitvoeren van een procesmaatregel heeft uw bedrijf minder energie verbruikt dan in de situatie wanneer die maatregel niet was uitgevoerd. De laatste situatie is dan ook de referentiesituatie. Om het besparingspercentage (ook wel het besparingstempo genoemd) uit te rekenen, wordt de volgende formule gebruikt:

$$100\% \times \frac{\text{besparing procesmaatregelen (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik + besparing procesmaatregelen (J)}}$$

Dit levert het besparingspercentage in het verslagjaar.

Gebouwde omgeving

In de gebouwde omgeving worden naast bekende procesmaatregelen ook gebouwen verlaten, gesloopt of wordt er nieuwbouw betrokken. Hoe dient dit correct in de monitoring te worden opgegeven? In bijlage III worden de volgende situaties besproken: nieuwbouw, vervangende nieuwbouw en meer mensen in het gebouw('indikking').

Sloop gebouwen

Is sloop van gebouwen een PE-maatregel?

Nee, omdat in de gebouwde omgeving het vloeroppervlak de prestatie maat is. Indien het vloeroppervlak verandert, wordt dat verrekend tegen het referentie energiegebruik per m². De verandering in energiegebruik komt terug in de decompositie grafiek (zie § 2.6)

Ja, indien het gebouw per m² meer verbruikte dan het referentiegebruik dan dient het verschil opgegeven te worden als energiebesparende maatregel. Indien het gebouw per m² minder verbruikte dan dient het verschil als (ontsparende) invloedfactor te worden opgegeven.

3.4 Ketenmaatregelen

Voor ketenefficiëntie geldt dat er zeven verschillende mogelijkheden zijn voor het verbeteren van de efficiëntie van het indirecte energieverbruik. Deze mogelijkheden moeten overigens wel in de volledige keten worden bekeken, want een besparing op één plek kan leiden tot een ontsparing op een andere plek in de keten, die met de opbrengst verrekend wordt. Behalve de rekenregels die in deze Handreiking worden gepresenteerd, zijn op de website van RVO.nl ook rekenvoorbeelden opgenomen van verschillende ketenmaatregelen.

De zeven mogelijkheden zijn als volgt te onderscheiden:

- *Materiaalbesparing*

minder indirect energieverbruik per eenheid product:

door de inzet van minder grondstoffen of energie-extensievere grondstoffen en/of andere hulpstoffen, maar ook door een beperking van uitval en afkeur als gevolg van aanpassingen in het productieproces.

Ook materiaalsubstitutie die wel CO₂ maar geen energie bespaart, kan onder deze categorie gerapporteerd worden.

In het Nationaal Energieakkoord is afgesproken om te onderzoeken of vervanging van fossiele materialen door biobased materialen en de inzet van gerecycled materiaal onderdeel kunnen uitmaken van de energieconvenanten. De convenantpartners hebben daarop geconcludeerd dat het meerwaarde heeft bedrijven de optie te bieden materiaalsubstitutie maatregelen te rapporteren die geen energie besparen, maar wel een CO₂-emissiereductie bewerkstelligen.

Dit type maatregelen kunnen in het komende EEP opgenomen worden onder de subcategorie 'materiaalsubstitutie'. De bijbehorende CO₂-emissiereductie zal niet meetellen bij de voorgenomen besparing van het bedrijf. De CO₂-emissiereductie zullen bedrijven ook zelf moeten berekenen. Daarvoor zijn de GER waarden voor biobased grondstoffen aangevuld met CO₂-waarden.

Daarnaast zijn er nog twee hulpmiddelen voor het berekenen van de CO₂ waarde:

-[Handleiding CO₂-waarden](http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/monitoring-mja3/mee) voor biobased grondstoffen volgens MJA3/MEE-methodiek. <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/monitoring-mja3/mee>

-[Spreadsheets](http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/meerjarenafspraken-energie-efficiency/tools/rekentools-keteneffecten) voor het zelf berekenen van CO₂- waarden voor bos- en landbouw: <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/meerjarenafspraken-energie-efficiency/tools/rekentools-keteneffecten>

- *Optimalisatie van distributie of het transport in het algemeen:* minder transportenergie per eenheid product.

- *Samenwerking op locatie, bijvoorbeeld op een bedrijventerrein (dus niet alleen samenwerken binnen uw eigen bedrijf).*

minder direct energieverbruik per eenheid product:

door lager energieverbruik (buiten uw bedrijf) van bijvoorbeeld utilities door samenwerking met andere partijen in de omgeving. U (of een

toeleverancier) verlaagt bijvoorbeeld het gasverbruik door gebruik van een gezamenlijke WKK-installatie of het gebruik van restwarmte. Daarmee wordt het verbruik per eenheid product in de keten lager.

- *Optimalisatie van functievervulling:*

minder direct en/of indirect energieverbruik per eenheid product: gedurende de feitelijke levensduur van het product als gevolg van een andere invulling van de beoogde functionaliteit van het product of de dienst. Dit resulteert in een nieuwe oplossing voor een bestaande behoefte. De behoefte wordt door deze verbetering ingevuld door een ander (deel)product.

- *Vermindering van energieverbruik tijdens productgebruik:*

minder direct en/of indirect energieverbruik per eenheid product: gedurende de feitelijke levensduur van het product als gevolg van een innovatieve aanpassing van het ontwerp of toepassing van het product. Een apparaat wordt door een techniekverbetering in een nieuwe serie energiezuiniger.

- *Optimalisatie van levensduur:*

minder direct en/of indirect energieverbruik per eenheid product: door optimale keuze van de levensduur van een product. Gekozen kan worden om bijvoorbeeld de feitelijke levensduur van het betreffende product zo dicht mogelijk aan te laten sluiten bij de technische levensduur (mode/trend bestendig ontwerpen van product). Of er zou gekozen kunnen worden de levensduur van een oud product voortijdig af te breken in verband met het op de markt komen van innovatieve producten die aanzienlijk minder energie gebruiken. Een 'mooi' voorbeeld daarvan is TL verlichting: de begin jaren '90 ontwikkelde energiezuiniger Hoog Frequent TL verlichting wordt nog steeds weinig toegepast omdat de oude armaturen niet makkelijk (goedkoop) te vervangen zijn en de gewone (relatief onzuinige t.o.v. HF) TL buis nog steeds overall geproduceerd en verkocht wordt.

- *Optimalisatie van (gedeeltelijke) productafdeling / productverwerking:*

- Maatregelen ter minimalisering of vermindering van de energie benodigd per eenheid product voor de subketen van de inzameling, transport, verbranden, vergassen of storten van het afgedankte product.
- Maatregelen op het gebied van recycling/hergebruik. Zorg ervoor dat de energie-inhoud van het gebruikte materiaal uit het afgedankte (rest/afval) product met relatief weinig energieverbruik weer beschikbaar komt op de markt.

Ketenmaatregelen in de gebouwde omgeving

Ketenmaatregelen zijn ook van toepassing in de gebouwde omgeving. Omdat het identificeren hiervan soms lastig is, zijn er afspraken gemaakt over ketenmaatregelen. Geïdentificeerde ketenmaatregelen zijn:

- Materiaal besparing: vermindering papiergebruik, zowel type papier (g/m²) als hoeveelheid (kg); afval beperking (kg)
- Samenwerking op locatie: WKK levert warmte en elektriciteit aan een andere covenant deelnemer (energie besparing)
- Optimalisatie transport: optimalisatie aanvoer gebruiksgoederen, verminderen energiegebruik woon/werkverkeer, het nieuwe werken,

elektrische vervoer bedrijfsauto's.

- Optimalisatie van productafdeling: afvalscheiding, waarbij waardevolle afvalproducten apart worden ingezameld voor herverwerking.

Kansen

- Vermindering van energieverbruik tijdens productgebruik: kan zich voordoen indien de deelnemer een aantoonbare rol heeft in het verbeteren van een product, bv geldautomaat, mri-scanner, onderzoeksapparatuur, software die tot energiebesparing leidt bij derden.

3.4.1 *Kwantificeren (de optelsom maken) van energiebesparing van ketenmaatregelen*

Eisen ketenmaatregelen

Voor de correcte omschrijving en kwantificering zijn een aantal eisen en uitgangspunten geformuleerd. Deze zijn hieronder weergegeven.

Omschrijving van een ketenmaatregel

- a. Een ketenmaatregel dient omschreven te worden ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie is hierbij gedefinieerd als het niveau van energieverbruik dat zou zijn opgetreden wanneer de ketenmaatregel niet zou zijn uitgevoerd.
- b. Alle wijzigingen op het gebied van ketenefficiëntie en/of duurzame energiebronnen, waardoor het energieverbruik over de levenscyclus belangrijk gewijzigd is, dienen meegenomen te worden in de omschrijving van de ketenmaatregel.
- c. Een verandering van meer dan tien procent van het netto energie-effect in de levenscyclus wordt beschouwd als een belangrijke wijziging en dient daarom in de omschrijving en kwantificering van de energiebesparing van de maatregel meegenomen te worden.
- d. Indien door het bedrijf aangetoond kan worden, dat een geringe energiebesparing optreedt in een gewijzigd deel van de levenscyclus, dan is het zowel toegestaan dat besparingseffect te verwaarlozen als het (geringe) besparingseffect op te nemen in de ketenberekening.
- e. Indien het energieverbruik in een deel van de keten significant toeneemt als gevolg van de ketenmaatregel, dan is het niet toegestaan dat ontsparingseffect te verwaarlozen.
- f. Bij onvoldoende zekere gegevens mag wel, mits goed onderbouwd, met het maximaal mogelijke negatieve energie-effect gerekend worden.
- g. De maatregel kan geclassificeerd worden in die fase waar de grootste besparing optreedt. Eventueel kunnen de effecten in verschillende fasen van de keten als aparte maatregelen opgevoerd worden.
- h. Als een maatregel effect heeft op zowel het energiegebruik binnen als buiten de inrichting, is het verstandig deze effecten apart op te geven: het effect in de keten als ketenbesparing, het effect binnen de inrichting als PE-maatregel of invloedfactor.
- i. Ketensprojecten dienen elk jaar dat ze actief zijn, opgevoerd te worden in de monitoring. Elk jaar wordt de werkelijke besparing in dat jaar opgevoerd.

Kwantificering van de energiebesparing van een ketenmaatregel

- a. De netto energiebesparing over de hele levenscyclus als gevolg van een ketenmaatregel wordt berekend uit de verschillen in energieverbruik tussen de nieuwe situatie ten opzichte van de referentiesituatie.
- b. Alle energie-effecten in en buiten Nederland als gevolg van een ketenmaatregel worden meegenomen. Het energie-effect buiten Nederland dient apart in kaart te worden gebracht. Besparingen door producten die in het buitenland zijn geproduceerd door buitenlandse vestigingen van MEE-bedrijven, mogen niet meegeteld worden.
- c. Energie-efficiëntie verschillen in de gebruiksfase kunnen alleen eenvormig over de levensduur (zowel technisch als feitelijk) verdeeld worden als van te voren met grote zekerheid de minimale reductie in energieverbruik over de feitelijke levensduur bepaald kan worden.
- d. De onderbouwing van de kwantificering van de energiebesparing van een ketenmaatregel dient gebaseerd te zijn op generieke fysische energiekentallen (zoals CED- en GER-waardes), tenzij meer specifieke energiekentallen bekend zijn.
- e. Procesgerelateerde CO₂-effecten (zoals de reactie van CO₂ met ongebluste kalk $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$) worden niet meegenomen bij kwantificering van de energiebesparing.
- f. Het netto besparingeffect van een ketenmaatregel is de som van de energie-effecten per gewijzigde productlevensfase.
- g. Het verloop van de levensketen van een product wordt in kaart gebracht. Dit omvat de fasen van de levenscyclus en de deelprocessen die als gevolg van de betreffende ketenmaatregel in beschouwing worden genomen inclusief de daarbij behorende systeemgrenzen. De systeemgrenzen leggen per fase en/of per deelproces vast wat in beschouwing genomen wordt.
- h. Voor de berekening van de energiebesparing van ketenmaatregelen dient gebruik gemaakt te worden van een levenscyclusanalyse (LCA). De voorkeur wordt gegeven aan methodieken die voldoen aan de internationale LCA-richtlijnen NEN-EN-ISO 14040 en 14044.

3.4.2 Rekenregels ketenmaatregelen

In figuur 7 zijn de vijf fasen in de keten, de verbeteropties en de daarbij behorende rekenregels samengevat.

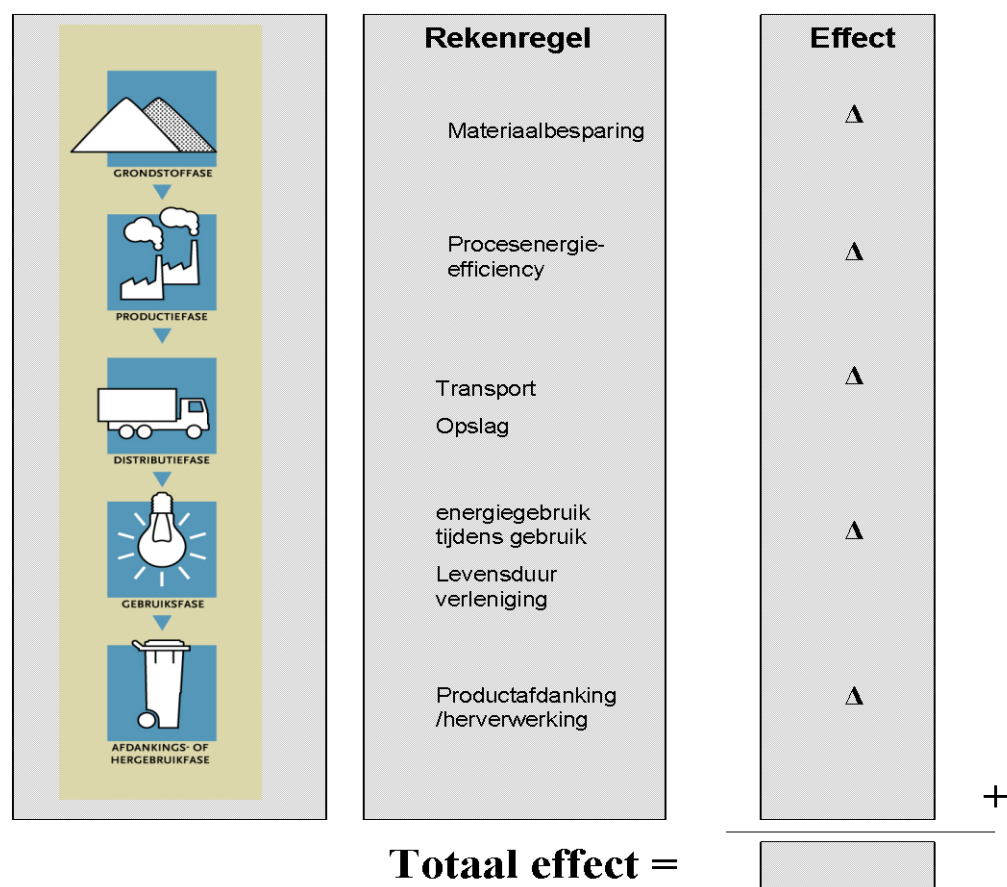
De netto energiebesparing over de vijf fasen van de levenscyclus als gevolg van een ketenefficiëntie maatregel wordt berekend uit de verschillen in energieverbruik tussen de nieuwe situatie in het monitoringjaar en de referentiesituatie. Per fase in de keten wordt dus dit verschil berekend; in figuur 8 wordt dit aangeduid met een ' Δ '.

Om te kunnen uitrekenen of een besparingsmaatregel leidt tot afname van het energieverbruik over de gehele productlevensketen, is het nodig om het wezenlijke energieverbruik van een materiaal of (half)product te bepalen. Dit is de primaire energie die is vereist voor de productie van dit materiaal of (half)product gedurende de hele levenscyclus, de zogenoemde Gross Energy Requirement (GER)-waarde. Als bijvoorbeeld energiebesparing kan worden bereikt via de verbetermogelijkheid 'materiaalsubstitutie', dient men het energieverbruik dat nodig was om de

nieuwe grondstof te produceren te vergelijken met het energieverbruik dat nodig was voor het tot dan toe gebruikte materiaal (de referentiesituatie). Binnen MJA/MEE wordt de volgende definitie gehanteerd voor de GER-waarde:

Energie-inhoud van de gebruikte grondstoffen vermeerderd met de (primaire) energie voor productie en transport in MJ/kg

Omdat MEE een energie-efficiëntie convenant is worden voor de GER-waarden enkel Cumulative Energy Demand (CED)-waarden gehanteerd, waarbij zowel de fossiele als de hernieuwbare energie wordt meegeteld.



Figuur 7 - Rekenregels voor ketenprojecten

Het energieverbruik dat in een bepaalde fase van de levenscyclus aan een product wordt toegeschreven, kan men vaak met een beperkt aantal parameters berekenen. Hieronder zijn voor de verschillende fasen voorbeelden gegeven van parameters (kenmerken) die een rol kunnen spelen.

Tabel 6 Bepalende parameters op het energieverbruik per fase

Fase	Omschrijving	Parameter (kenmerk)	Eenheid
Grondstoffase	- Aard van de grondstof - Hoeveelheid	CED-waarde Massa/product	MJ/kg kg/stuk

	grondstof		
Distributiefase	- Aard van het transport - Afstand	Specifiek energieverbruik Gemiddelde afstand	MJ/tonkm km
Productiefase	Productie-energie	Specifiek energieverbruik	MJ/stuk
Gebruiksfase	- Specifiek gebruik - Prestatie - Levensduur	Specifiek energieverbruik Functionele eenheid Aantal jaar	kWh/jaar - jaar
Afdankingfase	- Producthergebruik - Grondstof-hergebruik - Verbranding	Hergebruikte producten Specifiek energieverbruik hergebruik Specifieke hoeveelheid herwonnen Energieverbruik herwinning Specifieke verbrandingswaarde Specifieke hoeveelheid verbranding Specifieke hoeveelheid gestort	% MJ/kg kg/stuk MJ/kg MJ/kg Kg/stuk kg/stuk

3.4.3 Het energiebesparingseffect uitrekenen

Het totale energiebesparingseffect van een ketenmaatregel kunt u aan de hand van tabel 12 uitrekenen. De totale energiebesparing van een maatregel wordt gevormd door de optelsom van de per fase berekende effecten. Uit de tabel blijkt dat de belangrijkste besparingswinsten zich in dit voorbeeld concentreren in de grondstoffase. In de distributiefase wordt ook energie bespaard. In de afdankingsfase treedt juist ontsparring op. Per saldo levert de maatregel integraal energiebesparing op.

Tabel 7. Voorbeeld totale energiebesparingseffect in de gehele levenscyclus PET fles

Fase	Huidig	Nieuw	Effect	Eenheid
Grondstoffase	10,57	7,95	2,62	MJ/stuk
Productiefase	2,0	2,0	0,0	MJ/stuk
Distributiefase	0,17	0,05	0,12	MJ/stuk
Gebruiksfase	n.v.t	n.v.t.	n.v.t.	MJ/stuk

Afdankfase	-7,51	-4,97	-2,54	MJ/stuk
Totaal effect	5,23	5,03	0,2	MJ/stuk

De berekeningen worden uitgevoerd per functionele eenheid, bijvoorbeeld stuks, m² of kg eindproduct. In dit geval gaat het om stuks. Om het totale besparingseffect te verkrijgen, moet u het energie-effect per stuk vermenigvuldigen met de jaarlijkse productie van uw bedrijf, in stuks gemeten. Het totale absolute effect in Joules kan worden ingevuld in het e-MJV.

Om u te helpen met het bepalen van de energie waarden van een product of grondstof, wordt gebruik gemaakt van zogenaamde GER waarden. GER staat voor Gross Energy Requirement, ofwel het totale energie gebruik dat door de keten heen nodig is geweest om een eenheid product in zijn huidige staat te verkrijgen: van winning via distributie tot productie gereed maken.

Deze GER waarden zijn opgenomen in een zogenaamde GER waarden database, waar de waarden voor de meest gangbare grondstoffen in opgenomen zijn. Deze database is te vinden op de website van MJA. In sommige situaties is er geen GER waarde voor handen, of wijkt deze sterk af van de algemene Europese situatie. Dan kan er samen met RVO.nl een nieuwe waarde worden berekend. Hiervoor neemt u contact op met uw keten efficiëntie adviseur. Zie voor meer informatie over GER waarden ook bijlage II: GER waarden.

Voorbeeld GER waarden papieren bekertje

Een fabrikant van papieren bekertjes reduceert de hoeveelheid papier per bekertje: een materiaalbesparing die hij graag wil opvoeren. Dit bekertje bestaat uit papier, plastic folie, lijm en inkt.

Voor al deze waarden kan het bedrijf een GER waarde opzoeken in de GER waarden database. Door de hoeveelheid van het materiaal te vermenigvuldigen met de GER waarde, komt het bedrijf tot een keten-energie profiel van het bekertje. Vervolgens wordt op dezelfde wijze het energie profiel van de nieuwe beker, met de nieuwe hoeveelheid ingezet papier berekend.

Het verschil tussen de twee waarden is de energiebesparing van de maatregel. Deze moet vervolgens nog worden verdeeld en toegewezen aan de betrokken keten partners.

3.4.4 Verdeling van ketenmaatregelen

Als een ketenmaatregel in samenwerking met anderen tot stand komt, is de totaal bereikte energiebesparing niet zonder meer volledig aan uw bedrijf toe te rekenen: de gerealiseerde energie efficiëntie wordt verdeeld onder de verschillende bijdragers. Dit heet ook wel *allocatie*, en dient om dubbeltellingen te voorkomen. U kunt de volledige besparing opvoeren bij de rapportage, maar slechts een deel zal meegenomen worden bij de aggregatie. Het deel dat meegeteld wordt, wordt bepaald door de

verdeelsleutel: het percentage van de besparing dat aan het bedrijf toegerekend wordt. De verdeelsleutel kunt u in het e-MJV invullen.

Indien bij een ketenproject twee (of meer) partijen betrokken zijn die beiden convenant deelnemer zijn, dan wordt de totale besparing verdeeld over de twee (of meer) bedrijven. Wanneer de bijdrage gelijk is, dan kan de besparing ook gelijkelijk worden verdeeld. Wanneer de bijdrage van één partij groter was dan die van de ander, dan kan er naar rato worden verdeeld. Mocht er maar één partij bij de verbetering betrokken zijn, bijvoorbeeld door verandering van grondstof inkoop, dan worden de effecten uiteraard aan deze partij toegekend. Deze toewijzing of allocatie naar rato kan naar eigen inzicht worden gedaan. Een gebruikelijke manier is de bijdrage in tijd, geld of kennis om te zetten naar geld en zo de verhouding te bepalen: economische allocatie. Als er niet-convenant deelnemers betrokken zijn, dan vervallen de rechten van deze partij. Deze kunnen niet aan de convenant deelnemers worden toegewezen, omdat er dan mogelijk dubbeltelling plaats vindt. En mogelijk treedt een niet-deelnemer later alsnog toe tot de convenanten.

Indien door alle partijen gewenst mag van deze verdeling afgeweken worden. Dit dient dan wel transparant zijn: de gebruikte verdeelsleutel moet onderbouwd worden m.b.v. een berekening. Dit komt bijvoorbeeld voor wanneer sprake is van toepassing van intern recycleat of een distributieproject waarbij aangetoond kan worden dat geen andere partijen betrokken zijn.

Voorbeeld toerekening voor twee situaties

Allocatie kan anders uitpakken, naar gelang de situatie.

Een producent van brandstoffen voor auto's ontwikkelt een nieuwe, duurzame brandstof, waardoor een auto minder brandstof verbruikt. Aan de ontwikkeling is samengewerkt door een universiteit en de eigen R&D afdeling van de producent.

Als deze nieuwe brandstof op de markt wordt gezet als vervanging van de reguliere brandstof, dan worden de effecten van deze verbetering toegerekend aan de producent en de universiteit. En eventueel aan een distributeur of verkoper (als deze bijvoorbeeld aanpassingen moet doen aan de infrastructuur).

Wanneer dezelfde nieuwe brandstof als duurzame variant tegen extra betaling náást de reguliere brandstof wordt verkocht, dan is de situatie anders. In dit geval investeert de klant namelijk ook in de energie zuinige brandstof, en is deze partner in de maatregel. In dit geval wordt een deel van de maatregel dan ook aan de eindgebruiker toegerekend.

Hoe lang telt een ketenmaatregel mee

Een ketenefficiëntie maatregel wordt berekend ten opzichte van een referentiesituatie. Omdat er een besparing gerealiseerd wordt ten opzichte van die referentiesituatie, mag de besparing gedurende de rest van het convenant meegeteld worden, zolang de maatregel actief blijft.

Na een aantal jaren zal de nieuwe situatie gemeengoed of stand der techniek geworden zijn. Het is mogelijk dat er tegen die tijd nog betere alternatieven beschikbaar komen, bijvoorbeeld een hoogwaardiger toepassing van restproducten. Indien een bedrijf na een aantal jaren een bestaand ketenproject vervangt door een nieuw ketenproject in dezelfde categorie –een optimalisatie van een maatregel- dient het bedrijf het nieuwe project op te voeren naast het oude. Daarbij wordt de besparing door het nieuwe project afgezet tegen het energiegebruik van het bestaande ketenproject.

Besparingen dienen in principe te worden gerapporteerd in het jaar dat de besparing wordt gerealiseerd. Als uitzondering hierop is het voor de categorie levensduurverlenging toegestaan om de volledige besparing over de looptijd op te voeren in het jaar waarin het product op de markt is gebracht. Het spreekt voor zich dat het aantal jaren dat een maatregel kan worden opgevoerd wordt beperkt tot het aantal jaren dat de maatregel effect heeft: De jaarlijkse besparing van een levensduurmaatregel met effect 4 jaar langere levensduur kan 4 jaar worden opgevoerd.

Besparingen in de keten moeten ieder jaar opnieuw worden opgevoerd. Het is mogelijk hiervoor een gelijke besparing op te voeren, als vooraf met grote zekerheid de minimale reductie in energieverbruik over de feitelijke levensduur kan worden bepaald. Voor maatregelen in de categorie gebruiksfase geldt dat rekening wordt gehouden met de ontwikkeling van de stand der techniek. Als standaardwaarde (instelling) wordt aangenomen dat een maatregel in deze categorie maximaal 5 jaar telt. Als een bedrijf kan motiveren dat een maatregel in de gebruiksfase een langere effectieve tijd heeft dan kan een langere periode overeengekomen worden.

3.4.5 Besparingen in het buitenland

Bij ketenprojecten kan de besparing ook in het buitenland gerealiseerd worden, bijvoorbeeld wanneer een zuiniger product geëxporteerd wordt of wanneer door materiaalbesparing minder grondstof geïmporteerd hoeft te worden. Ook de buitenlandse besparing telt mee bij het bepalen van het totale keteneffect en kan dus opgevoerd worden. De in het buitenland gerealiseerde besparing telt wel mee voor het bedrijfsresultaat, maar wordt niet meegeteld in de bijdrage aan de landelijke doelstelling.

3.5 Duurzame energie maatregelen

Duurzame energie maatregelen gaan over het direct verduurzamen van het eigen gebruik van energie door de convenantdeelnemer. Bij de inzet van duurzame energie wordt onderscheid gemaakt in eigen opwekking en inkoop van duurzaam opgewekte energie.

Voor de berekening van de besparing van de eigen opwekking van duurzame energie wordt verwezen naar het 'Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie – Update 2010'. Hierin worden ook criteria voor

duurzame biomassa en de vermeden CO₂-uitstoot van biomassa opgenomen (conform de technische richtlijn van de NEN NTA8080).

Organische (o.a. biomassa) reststromen kunnen ook gebruikt worden voor de productie van duurzame energie buiten de eigen locatie. Mocht dit in Nederland plaatsvinden dan kan een deel ook als keteneffect gerapporteerd worden. Dit conform de verdeelsleutel voor ketenefficiëntie maatregelen (zie § 3.4.4).

Ditzelfde geldt voor andere productiemethoden van duurzame energie waaraan het bedrijf een bijdrage heeft geleverd. Bijvoorbeeld het ter beschikking stellen van het bedrijfsterrein.

Onderstaand zijn de subcategorieën voor de inzet van duurzame energie opgenomen.

Inkoop

Compensatie

Groencertificaten tellen alleen als duurzame energie als het Garanties van Oorsprong (elektriciteit op de Europese markt opgewekt), groen gas uit het aardgasnet of Vertogas-certificaten (niet-ingevoerd biogas) betreft.

Inkoop duurzame elektriciteit

Elektriciteit waarvoor door een gecertificeerde organisatie Garanties van Oorsprong zijn afgegeven bij de opwekking.

Inkoop duurzame warmte

Warmte die buiten uw bedrijf duurzaam opgewekt wordt en door het bedrijf wordt ingekocht.

Inkoop groen gas

Groen gas staat voor methaanhoudend gas dat is geproduceerd uit biomassa en kan dienen als alternatief voor aardgas. Groen gas is beschikbaar sinds 2009. Net als voor duurzame elektriciteit worden ook voor groen gas certificaten afgegeven. Wanneer u als bedrijf groen gas inkoop waarvoor deze certificaten zijn afgegeven, kunt u deze opvoeren onder 'Inkoop duurzame energie'.

Klimaat compensatie

Naast groen gas is er ook klimaatcompensatie voor normaal aardgas, waarbij het energiebedrijf zorgt voor compensatie van de CO₂ uitstoot van het verbruikte aardgas, bijvoorbeeld door boomaanplant elders. Deze vorm van compensatie kan binnen MEE niet opgevoerd worden, aangezien deze maatregelen al onder andere programma's vallen (CDM of JI).

Eigen opwekking

Zonnewarmte

Zonnewarmte, of thermische zonne-energie, kan met behulp van zonnecollectoren gebruikt worden voor het verwarmen van bijvoorbeeld tapwater en kleine ruimten en voor het voorverwarmen van cv-water.

Zonnestroom

Zonlicht kan met zonnecellen omgezet worden in elektriciteit voor eigen gebruik of voor teruglevering aan het stroomnet. Dit wordt ook wel fotovoltaïsche zonne-energie (PV) genoemd.

Windenergie

Door middel van windturbines kan elektriciteit geproduceerd worden.

Omgevingswarmte

- *Warmtekoudeopslag en bodemwarmtewisselaars*

Bij warmtekoudeopslag wordt warmte of koude via een warmtewisselaar in een bodemlaag opgeslagen (open systeem). Met deze systemen kunnen bedrijfsprocessen of gebouwen gekoeld of verwarmd worden. Thermische energieopslag kan een goed alternatief zijn voor grondwater- en compressiekoeling.

Besparing bodemenergie

Warmte: Een bodemenergiesysteem dient meestal als bron voor een warmtepomp. Voor de besparing zie besparing warmtepomp in het volgende tekstblok. Indien de warmte direct wordt gebruikt (voorverwarmer luchtbehandelingskast) dan wordt er een besparing op het gasverbruik c.q. warmteverbruik behaald.

Koude: de koude wordt direct uit de koude bron of bodem gehaald. Hiervoor is alleen pompenergie nodig, eventueel wordt de bestaande koelmachine nog gebruikt voor pieklast. De besparing wordt op het elektriciteitsgebruik behaald.

In bijlage III staat een voorbeeld van een besparingsberekening

- *Warmtepompen*

Met behulp van een warmtepomp kan de energie uit een externe bron (bv lucht of bodem) worden opgewaardeerd. Een warmtepomp is inzetbaar voor verwarming en/of koeling. Een warmtepomp is zelf geen duurzame energieopwekker, maar een omzetter en opwaardeerder van energie. Als een warmtepomp een hernieuwbare bron heeft, is alleen de warmtelevering door de warmtepomp duurzaam. Koude uit een warmtepomp (warmtepomp in zomerbedrijf) wordt niet als duurzame energie gekwalificeerd ook al is de bron hernieuwbaar

Besparing Warmtepomp

De warmtepomp is een energiebesparende maatregel en dient dus als PE maatregel te worden opgegeven. De geproduceerde warmte door de warmtepomp dient als zelf opgewekte duurzame warmte te worden opgegeven. Indien de warmtepomp ook koude produceert met een betere efficiëntie dan de koelmachine, dan kan het verschil ook aan de totale besparing worden toegevoegd.

In bijlage III staan voorbeelden van besparingsberekeningen warmtepomp.

- *Geothermische energie / aardwarmte*

Warmte van de aardkern kan voor bedrijfsprocessen gebruikt worden door (warm) water uit diepe aardlagen of uit mijnschachten op te pompen.

- *Koude uit diepe meren*

Koude gewonnen uit diepe meren is een PE maatregel. Het bespaart op het elektriciteitsgebruik van de koelmachine. De

gewonnen koude mag **niet** opgegeven worden als duurzame energie.

Energie uit biomassa en afvalstromen

- *Thermische biomassa conversie*
Door verbranding, vergassing of pyrolyse van organische (rest)stromen kan energie opgewekt worden of kunnen gasvormige (methaan) of vloeibare energiedragers (biodiesel) geproduceerd worden.
- *Biologische conversie*
Vochtrijke (rest)stromen (biomassa) kunnen omgezet worden in biogas (methaan) door vergisting. Eventueel kan dit gas ook opgewerkt worden tot groen gas.
- *Elektriciteits- en/of warmteproductie met biobrandstoffen*
Gasmotoren (WKK) en ovens kunnen gevoed worden met biogas en bio-olie.
- *Transportbrandstoffen*
Bio-ethanol, koolzaadolie, biodiesel en Pure Plantaardige Olie (PPO) kunnen gebruikt worden als transportbrandstof.
- *Brandstoffen*
Biogas, groen gas (uit het aardgasnet) en bio-oliën kunnen ook gebruikt worden om ketels om gasmotoren aan te drijven.

3.6 Productiegegevens

De omvang van de productie heeft meestal een grote invloed op het energiegebruik. Door de ontwikkeling van de productie bij te houden ontstaat inzicht in het energieverbruik als gevolg van wijzigingen in de productieomvang, ofwel het volume-effect. In verband met de vertrouwelijkheid geven MEE-bedrijven de productie-omvang niet weer in fysieke eenheden, maar in een index. De productie-index wordt bepaald door de verhouding van de productie in het verslagjaar en het referentiejaar. Indien er meerdere producten c.q. prestatiematen zijn, dient de productie-index met behulp van afzonderlijke prestatiematen (producttypen) bepaald te worden. Een voorbeeld hiervoor is te vinden in de memo 'Openbaarheid en geheimhouding', pagina 5. Dit voorbeeld is ook hieronder weergegeven:

Variabele	Ref.jaar	Verslagjaar
Prestatiemaat 1		
-Productie	200 ton	210 ton
-SEV	0,475 TJ/ton	
-Energiegebruik referentie (productie*SEV)	95 TJ	100 TJ
Prestatiemaat 2:		
-Productie	300 ton	375 ton
-SEV	0,350 TJ/ton	
-Energiegebruik referentie	105 TJ	130 TJ
Energiegebruik werkelijk	200 TJ	210 TJ
Energiegebruik referentie	200 TJ	230 TJ

Productie-index inrichting	100	115 (230/200)
----------------------------	-----	---------------

Elke prestatie maat correspondeert met dat aspect van het productieproces dat het meest correleert aan het energieverbruik. Het bedrijf kan zelf een goede prestatie maat kiezen. Doorgaans is dit het product dat / de producten die de onderneming produceert. In sommige gevallen kan ook het productieproces als prestatie maat dienst doen. In dat geval kunnen een of meer processtappen worden onderscheiden waaraan een specifiek energieverbruik (SEV) gekoppeld wordt. Als ook dat geen soelaas biedt, kan de grondstof in aanmerking komen. Dat betekent dat de in het productieproces gestopte grondstof als maat voor het energieverbruik d.w.z. als prestatie maat geldt. Eerst wordt gekeken naar het product, daarna naar de processtap en dan pas naar grondstof.

Omdat in de MEE-methodiek de prestatie maten niet meer direct bepalend zijn voor de resultaten van uw bedrijf, maar vooral dienen als onderbouwing, is het van belang een goede afweging te maken tussen de moeite die het registreren van de prestatie maten kost en de informatie die dat oplevert. Om de administratieve last voor het bedrijf te beperken, is het vaak zinvoller om het aantal prestatie maten te beperken tot enkele goed meetbare maten.

De waarden worden ook gebruikt voor berekening van het volume-effect:
Volume-effect = $(P_{\text{verslagjaar}} - P_{\text{vorig jaar}}) \times SEV_{2005}$

3.7 Invloedfactoren

Naast energiebesparende maatregelen zijn ook andere factoren van invloed op het productieproces en daarmee op de productie- en energie-efficiëntie van uw bedrijf.

Voorbeelden van overige invloeden op het productieproces zijn:

- Schaalgrootte en bezettingsgraad
- Grondstofsamenstelling
- Productspecificatie
- Klimaat
- Wet- en regelgeving

Deze factoren kunnen een positief (besparend) of negatief effect (energieverbruik stijgt, ook wel 'ontsparend' genoemd) hebben. Sommige invloeden zijn incidenteel (bijvoorbeeld een tijdelijke sluiting), andere structureel (bijv. een nieuwe productielijn).

De invloedfactoren tellen niet mee in de berekening van de besparingsresultaten van uw bedrijf, maar geven wel inzicht in de ontwikkeling van het energieverbruik.

Energiebesparende maatregelen kunnen, zoals zojuist al genoemd, ook een ontsparend effect hebben. Bijvoorbeeld bij de uitvoering van een groot strategisch project zoals het opstarten van een nieuwe productielijn kan het eerste jaar extra energie vragen en pas in latere jaren voor besparingen zorgen. In het eerste jaar dient dit als een invloedfactor met een ontsparend effect opgenomen te worden. Wanneer er daadwerkelijk een besparing plaatsvindt, dient deze opgevoerd te worden als

energiebesparingsmaatregel. In tabel 8 (bedrijfsinterne) en Tabel 9 (bedrijfsexterne) zijn per categorie voorbeelden van een invloedfactor en een toelichting opgenomen. Hiermee moet duidelijk worden welke invloeden bij welke invloedfactoren horen.

Op bedrijfsniveau betekent dit, dat wanneer de efficiëntie van het bedrijf toeneemt door veranderingen in de productmix, dat geen besparingsmaatregel is maar een structureffect. Uw eigen producten blijven immers net zo efficiënt.

Tabel 8. Bedrijfsinterne invloedfactoren inclusief voorbeelden.

Invloedfactoren	Voorbeelden	Besparende effecten, toelichting	Ontsparende effecten, toelichting
A. Energiebesparende maatregelen	Minder energieverbruik per eenheid product door optimalisatie productielijn Minder energieverbruik per eenheid product door warmteterugwinning (bijv. warmtewisselaar) Bewuste rendementsverbetering van WKK-installatie	<i>Maatregelen dienen opgevoerd te worden bij energiebesparingsmaatregelen</i>	Strategisch energiebesparingsproject dat bij opstart een energie ontsparend effect laat zien.
B. Schaalgrootte en capaciteitsbezetting	Meer energieverbruik per eenheid product door het verlengen van de productietijden, met als gevolg een slechtere bezettingsgraad Minder energieverbruik per eenheid product door betere planning van de productierun Minder energieverbruik per eenheid product door sluiting van één productielijn met als gevolg betere bezetting overige productielijnen	Efficiëntieverbetering vanwege schaalgrootte verandering door uitbreiding inrichting Efficiëntieverbetering door verkoop onderdeel inrichting Efficiëntieverbetering om technische / operationele redenen	Efficiëntieverslechtering vanwege schaalgrootte verandering door uitbreiding inrichting Efficiëntieverslechtering door verkoop onderdeel inrichting Efficiëntieverslechtering om technische / operationele redenen
C. Grondstofsamenstelling	Inkoop van een grondstof met een voordelig effect op het energieverbruik per eenheid product. Toevoegen andere grondstof die zelf minder energie-inhoud heeft, maar die in de bewerking wel meer energie per eenheid product kost.	Efficiëntieverbetering door verandering grondstof als gevolg van inkoopbeslissing	Efficiëntieverslechtering verandering grondstof als gevolg van inkoopbeslissing
D. Productspecificaties	Verandering van het energieverbruik door aanscherping van specificaties van een product Productie van dunnere lamellen m.b.v. een zwaardere pers die meer energie vraagt	Efficiëntieverbetering door zelf geïnitieerde verandering van productspecificatie	Efficiëntieverslechtering door zelf geïnitieerde verandering van productspecificatie
E. Overige bedrijfsinterne factoren	Verandering van het energieverbruik per eenheid product door de introductie van een volledig nieuw product Verandering van het energieverbruik per eenheid product door de overgang van inkoop van ruwe grondstoffen naar de inkoop van halffabricaten	Efficiëntieverbetering als gevolg van interne invloeden die niet onder één van de bovenstaande invloeden vallen	Efficiëntieverslechtering als gevolg van interne invloeden die niet onder één van de bovenstaande invloeden vallen

Tabel 9. Bedrijfsexterne invloedfactoren inclusief voorbeelden

Invloedfactor en	Voorbeelden	Besparende effecten, toelichting	Ontsparende effecten, toelichting
F. Schaalgrootten en capaciteitsbezetting	<p>Meer energieverbruik per eenheid product door afname woningbouwmarkt, minder vraag naar bouwstenen met als gevolg lagere bezetting</p> <p>Minder energieverbruik per eenheid product door meer vraag naar bier en frisdranken met als gevolg een betere bezettingsgraad</p>	Efficiëntieverbetering door betere bezettingsgraad wegens vraagtoename	Efficiëntieverslechtering door slechtere bezettingsgraad wegens vraaguitval of overmacht (bijv. brand)
G. Grondstofsamenstelling	Inzet grondstoffen die in de bewerking meer energie per eenheid product kosten, omdat de gewenste/gebruikte kwaliteit grondstof niet voorradig is.	Efficiëntieverbetering door verandering grondstof als gevolg van uitputting	Efficiëntieverslechtering door verandering grondstof als gevolg van uitputting
H. Productspecificaties	<p>Meer energieverbruik per eenheid product, omdat de afnemers eisen dat de producten dieper worden gekoeld.</p> <p>Meer energieverbruik per eenheid product, omdat de afnemers extra productiestap(pen) eisen (bijv. 1x extra verven textiel)</p>	Efficiëntieverbetering door verandering van productspecificatie geïnitieerd door klant	Efficiëntieverslechtering door verandering van productspecificatie geïnitieerd door klant
I. Wet- en regelgeving	<p>Installatie van een rookgasreiniger als gevolg van vergunningvoorschriften</p> <p>Vergroting van de afzuigcapaciteit als gevolg van voorgeschreven ARBO eisen.</p>	Efficiëntieverbetering door bedrijfswijzigingen als gevolg van ARBO- of milieuwetgeving	Efficiëntieverslechtering door bedrijfswijzigingen als gevolg van ARBO- of milieuwetgeving
J. Klimaat	<p>Toename energieverbruik koelhuis door extreem warme zomer</p> <p>Toename energieverbruik door gebouwverwarming als gevolg van extreem koude winter</p>	Efficiëntieverbetering als gevolg van een extreem zachte winter of andere klimaat effecten	Efficiëntieverslechtering als gevolg van een extreem koude winter of andere klimaat effecten
K. Overige externe bedrijfsinvloeden		Efficiëntieverbetering als gevolg van externe invloeden die niet onder één van de bovenstaande invloeden vallen.	Efficiëntieverslechtering als gevolg van externe invloeden die niet onder één van de bovenstaande invloeden vallen.

3.8 Totaalresultaat

De effecten van energiebesparende maatregelen in het productieproces in jaar x leiden tot het besparingspercentage. Dit is de besparing die dat jaar is bereikt door uitgevoerde procesmaatregelen. Daartoe wordt de energiebesparing afgezet tegen het energieverbruik dat het bedrijf gehad zou hebben zonder die maatregelen. De formule is als volgt:

$$100\% \times \frac{\text{energiebesparing procesmaatregelen (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik (J) + besparing procesmaatregelen (J)}}$$

Het op die manier berekende besparingspercentage wordt afgezet tegen de eerder gerealiseerde besparing, om de besparing over meerdere jaren te berekenen.

In de ketenbesparingen wordt onderscheid gemaakt tussen besparing die bereikt is in de productieketen dan wel in de productketen. Ter bepaling van de efficiëntieverbetering op convenantniveau telt de besparing in de hele keten in Nederland mee. Voor de vergelijking met de landelijke besparingsdoelstellingen telt alleen het deel in de productieketen mee. Voor het besparingspercentage wordt dezelfde noemer gebruikt als voor procesbesparing:

$$100\% \times \frac{\text{energiebesparing ketenmaatregelen (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik + besparing procesmaatregelen (J)}}$$

De efficiëntieverbeteringen in het productieproces en in de keten in Nederland opgeteld geven een totaalbeeld van de bereikte efficiëntieverbetering: (energiebesparingen productieproces + keten NL)

De inzet van duurzame energie leidt niet tot energiebesparing en energie-efficiëntieverbetering. Bij duurzame energie geldt het principe van verduurzaming van de energievoorziening. De omvang van de inzet van duurzame energie wordt afgezet tegen het hele energieverbruik en wordt als aandeel duurzame energie uitgedrukt, volgens de volgende formule:

$$100\% \times \frac{\text{opgewekte/ingekochte duurzame energie (J)}}{\text{werkelijk energieverbruik (J)}}$$

In Hoofdstuk 4 is de berekening van de resultaten verder uitgewerkt, inclusief een voorbeeldberekening. Daar wordt ook per pijler beschreven hoe de berekening volgens de nieuwe methodiek tot stand komt en in welk opzicht deze afwijkt van de huidige methodiek.

Voortgang besparing

De besparing in het verslagjaar dient altijd afgezet te worden tegen het energieverbruik in datzelfde jaar. De besparing over meerdere jaren (convenantperiode) wordt dan bepaald door het besparingspercentage in het monitoringjaar af te zetten tegen de eerder gerealiseerde besparing.

3.9 Spiegeling

Het doel van de monitoring is het volgen van de energiebesparing die bedrijven en sectoren realiseren. De resultaten worden daarbij vergeleken met de feitelijke doelstellingen. Het convenant kent meerdere doelstellingen op verschillende niveaus: op convenantniveau is er een doelstelling om 30% besparing te realiseren in de periode 2005-2020. Omdat er grote verschillen zijn tussen bedrijven, stelt elk bedrijf vierjaarlijks een energie -efficiëntieplan (EEP) op, waarin ze haar besparingsdoelstelling voor de komende vier jaar vastlegt. Het streven is om elke convenantperiode 8% besparing te realiseren, maar afhankelijk van de mogelijkheden die een bedrijf heeft, kan die EEP-doelstelling hoger of lager uitvallen. Er is immers ook de doelstelling om alle rendabele maatregelen uit te voeren. Op sectorniveau worden de doelstellingen van de EEP's in de sector geaggregeerd ('opgeteld tot') tot een Meerjarenplan, waarin de doelstelling voor de sector is geformuleerd.

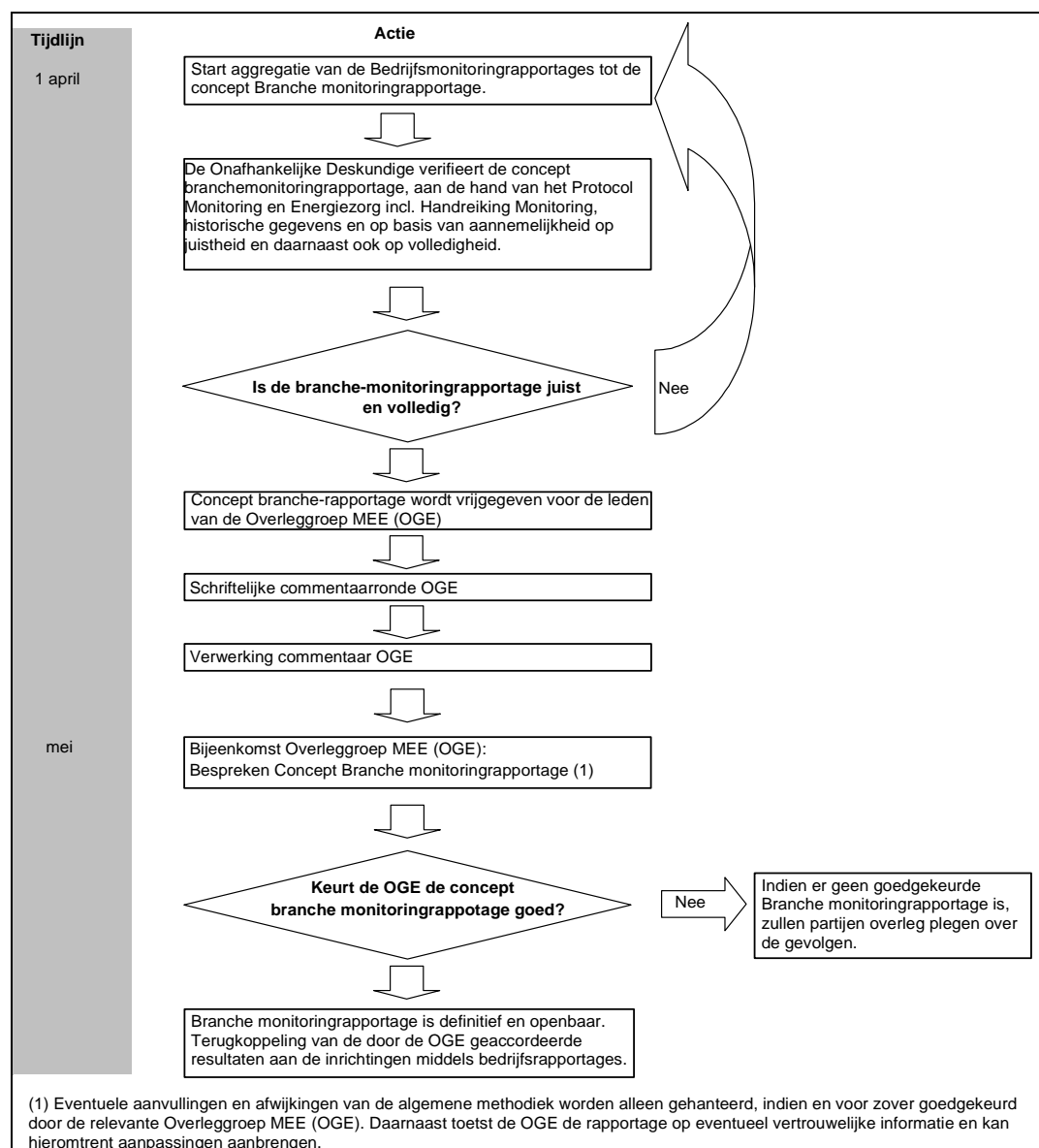
4 Aggregatie

4.1 Algemeen

Nadat op bedrijfsniveau alle data verzameld en gecontroleerd zijn, gaat RVO.nl over tot het samenvoegen van de verzamelde gegevens. Eerst gebeurt dit op sectorniveau, vervolgens op convenantniveau.

4.2 Aggregatie op sectorniveau

In onderstaande figuur is de procedure voor het opstellen en afstemmen van de branche monitoringrapportage weergegeven.



Figuur 8 Procedure Branchemonitoring

De energiebesparing van uitgevoerde maatregelen wordt voor de brancherapportage per subcategorie opgeteld. De resultaten worden als volgt gepresenteerd in het sectorrapport (cijfers zijn fictief):

Tabel 10 – Rapportage op brancheniveau

Aspect	Absoluut
Werkelijk energieverbruik (E werk) verslagjaar	10.000 TJ
Procesmaatregelen	100 TJ
Ketenprojecten <ul style="list-style-type: none"> ○ Productieketen <ul style="list-style-type: none"> ○ Binnenlands ○ Buitenlands ○ Productketen <ul style="list-style-type: none"> ○ Binnenlands ○ Buitenlands 	80 TJ 60 TJ 20 TJ 40 TJ 20 TJ 10 TJ 10 TJ
Energie-efficiëntieverbetering	180 TJ

4.3 Samenvoeging op convenantniveau

4.3.1 Presentatie van de resultaten

De resultaten op convenantniveau worden verkregen door de besparingen (in TJ) van alle sectoren op te tellen. De resultaten worden op convenantniveau als volgt weergegeven (cijfers zijn fictief):

Tabel 11 – Rapportage op convenantniveau

Aspect	Absoluut	Relatie tot MEE-doelstelling ¹⁾	Relatie tot landelijke doelstelling ²⁾
Werkelijk energieverbruik (E werk) verslagjaar	100.000 TJ		
Procesmaatregelen	1000 TJ	0,99%	0,99%
Ketenprojecten	800 TJ	0,79%	0,30%
o Productieketen	600 TJ	0,60%	
o Binnenlands	300 TJ	0,30%	
o Buitenlands	300 TJ	0,30%	
o Productketen	200 TJ	0,20%	
o Binnenlands	100 TJ	0,10%	
o Buitenlands	100 TJ	0,10%	
Totaal energie-efficiëntie	1800 TJ	1,64%	1,29%
		MEE-resultaat	Energie-efficiëntie-verbetering

1) Intern d.w.z. t.b.v. convenantpartijen

2) Extern d.w.z. formeel gerapporteerd cijfer t.b.v. Tweede Kamer en relatie met landelijke besparingsdoelstelling

3) Dit is het aandeel in het laatste verslagjaar.

Bereikte resultaten in relatie tot landelijke besparingsdoelstelling

Het convenant MEE is afgesloten als deelakkoord onder het werkprogramma Nieuwe energie voor het klimaat van het project Schoon en Zuinig dat in 2007 door de regering aan de Tweede Kamer is aangeboden. De resultaten uit MEE worden derhalve gerelateerd aan de doelstelling van dat programma.

Echter, niet alle besparingen die meetellen binnen het MEE-convenant, mogen meegeteld worden voor een vergelijking met de landelijke doelstelling. De bereikte besparing in relatie tot de landelijke besparingsdoelstelling is dus iets lager dan de bereikte besparing in relatie tot het MEE-convenant.

Aangezien de doelstelling bedoeld is voor besparing binnen Nederland, mogen (keten)besparingen in het buitenland niet meegeteld worden. De besparingen die onder procesefficiëntie en onder 'productieketen' vallen, worden altijd meegeteld in de energie-efficiëntie rapportage. De besparingen in de productketen worden wél meegeteld in het convenantresultaat, maar niet in de landelijke besparingsresultaten. Dat is omdat de meeste convenantpartijen zelf in de productiefase van de

keten zitten en de productketen dan ook buiten de directe invloedssfeer van het bedrijf vallen. Het rapporteren van zowel de prestaties in de productie als in de productketen meenemen zou dubbeltelling betekenen. In de productketen hebben de overheid (door middel van Ecodesign wetgeving, duurzaam inkopen criteria etc.) en de consument door hun aankoopkeuze een grotere invloed op het energieverbruik van het product zelf en zo indirect op het realiseren van energiebesparing.

4.3.2 Berekening efficiëntieverbetering

Elk jaar wordt uitgerekend hoeveel efficiëntieverbetering door maatregelen is bereikt. Dit gebeurt door de situatie zonder besparingen (virtuele situatie) te vergelijken met de situatie na besparingen (werkelijke situatie). Het resultaat is het jaarlijkse percentage efficiëntieverbetering door maatregelen.

De berekening verloopt in 3 stappen:

Stap 1

Bepaal het werkelijk energieverbruik aan het einde van het verslagjaar. Dit is de situatie na PE-besparingen (E_w)

Stap 2

Bepaal het totaal van de gerapporteerde besparingen door PE-maatregelen in het monitoringjaar (B_{PE})

Stap 3

Het besparingspercentage door PE-maatregelen (EEV_{mPE}) wordt berekend als de verhouding van de in het monitoringjaar gerealiseerde besparingen (2) t.o.v. de situatie zonder besparingen (1+2). De berekeningsformule is:

$$BP_{PE} = B_{PE} / (E_w + B_{PE})$$

Stap 4

Bereken de cumulatieve besparing (BC) door het besparingspercentage in het verslagjaar (B_{PE}) af te zetten tegen de in eerdere jaren bereikte cumulatieve besparing (BC_{PE}). De formule hiervoor is:²

$$BC_{PE \text{ verslagjaar}} = BP_{PE} + BC_{PE \text{ vorig jaar}} - BP_{PE} * BC_{PE \text{ vorig jaar}}$$

In tabel 12 is een voorbeeldberekening opgenomen van de op deze manier berekende getallen.

² Dit kan ook in 2 stappen, door eerst een besparingsindex (BI) te berekenen. $BI = BI_{\text{vorig jaar}} * (1 - BP_{PE})$. Het cumulatieve besparingspercentage is dan $1 - BI$

Tabel 12 – Voorbeeldberekening PE

	Energieverbruik	Besparing jaar	Besparingspercentage	Cumulatieve besparing
	E_w	B_{PE}	BP_{PE} per jaar	BC_{PE}
	Opgave bedrijf	Opgave bedrijf	$B_{PE} / (E_w + B_{PE})$	
Jaar	[GJ]	[GJ]	[%]	[%]
2005	100.000			0%
2006	104.291	1.959	1,84%	1,84%
2007	106.877	1.077	1,00%	2,82%
2008	100.291	1.014	1,00%	3,80%
2009	101.927	714	0,70%	4,46%
2010	108.024	1.343	1,23%	5,64%

4.3.3 Berekening ketenefficiëntie

De berekening voor het aandeel ketenefficiëntie gaat op dezelfde manier als die van procesefficiëntie. De besparing door ketenprojecten gedeeld door het energieverbruik van dat jaar plus de besparing door procesmaatregelen.

Stap 1

Bepaal het werkelijk energieverbruik aan het einde van het verslagjaar. Dit is de situatie na PE-besparingen (E_w)

Stap 2

Bepaal de som van de gerapporteerde besparingen door KE-maatregelen in het monitoringjaar (B_{KE})

Stap 3

Het aandeel KE-maatregelen (BP_{KE}) wordt berekend als percentage. Dit is de verhouding van de in het monitoringjaar gerealiseerde besparingen (2) t.o.v. de situatie zonder besparingen (1+2). De berekeningsformule is: $BP_{KE} = 100\% * B_{KE} / (E_w + B_{PE})$

N.B. voor de berekening van het aandeel KE wordt dus dezelfde noemer gebruikt als voor de berekening van de procesefficiëntie.

Stap 4

Bereken de intensivering KE in de periode 2006 t/m monitoringjaar:

$$KI_{KE} = BP_{KE(t)} - BP_{KE(2005)}$$

Omdat de besparing door ketenprojecten geen directe relatie heeft tot het energiegebruik van uw bedrijf c.q. de sector en de besparing van jaar tot jaar bovendien kan variëren, kan het aandeel KE ook dalen. Het jaarlijkse percentage is dan negatief.

4.3.4 Berekening aandeel duurzame energie

Omdat de besparing door duurzame energie vaak met grote sprongen ineens gaat, heeft het weinig zin om voor duurzame energie een jaarlijkse 'verbetering' te rapporteren. In plaats daarvan worden twee getallen gepresenteerd. Het eerste is het aandeel duurzame energie in het verslagjaar. Dit is eenvoudig de besparing door duurzame energie

gedeeld door het energieverbruik van dat jaar. Dit getal wordt zowel voor ingekochte als zelf opgewekte energie berekend.

Omdat het convenant een doelstelling ten opzichte van 2005 heeft, moet het aandeel duurzame energie gecorrigeerd worden voor DE-maatregelen die al voor 2005 werden uitgevoerd. Dit kan eenvoudig door het aandeel duurzame energie in het verslagjaar te verminderen met het aandeel duurzame energie in 2005. Zo krijgen we de intensivering van duurzame energie sinds 2005. In formulevorm: Intensivering DE = Aandeel DE (t) – Aandeel DE₂₀₀₅

Daarnaast kan eventueel ook de gemiddelde besparing over de looptijd van het convenant worden berekend. Gebleken is dat de inzet of inkoop van duurzame energie sterk kan fluctueren van jaar tot jaar. Door alleen naar het laatste jaar te kijken, kan wellicht een te positief of negatief beeld ontstaan. Door het gemiddelde aandeel over de looptijd van het convenant te bepalen, wordt een goed beeld verkregen over de inzet van duurzame energie in die hele periode.

Berekening aandeel duurzame energie

Methode : Aandeel DE en intensivering tov MEE-referentiejaar

- Stap 1 Bereken de teller: optelsom van alle ingekochte en zelf opgewekte DE in het monitoringjaar = B_{DE} (in Joule)
- Stap 2 Bepaal de noemer: het werkelijke energieverbruik (E_w) in het monitoringjaar (Joule)
- Stap 3 Bereken het aandeel duurzame energie (BP_{DE}) in het monitoringjaar:
 $BP_{DE} = 100\% * (B_{DE} / E_w)_{[monitoringjaar]}$
- Stap 4 Bereken de intensivering DE in de periode 2006 t/m monitoringjaar:
 $DI_{DE} = DPE_{DE(t)} - DPE_{DE(2005)}$
- (eventueel)
- Stap 5 Bereken het gemiddelde aandeel DE in de convenantperiode
Gemiddelde (DPE_{DE})

Op dezelfde wijze kan ook de verbetering ten opzichte van een bepaald jaar ten opzichte van vorig jaar of het begin van de EEP-periode berekend worden:

$$DI_{DE} = DP_{DE(t)} - DP_{DE(t')}$$

t: Monitoringsjaar

t': jaar voorafgaand aan het monitorjaar of aan de EEP periode

4.3.5 Totaalresultaat

Het totaalresultaat bestaat uit de optelling van de resultaten van de twee pijlers zoals in de voorgaande drie paragrafen beschreven (zie ook tabel 11). Duurzame energie wordt wel weergegeven maar telt niet mee in het eindresultaat voor het convenant.

Bijlagen

I Definities

Dienst

Onder 'dienst' wordt in deze handreiking verstaan: datgene dat aangeboden wordt aan de klant/afnemer. Het geheel van zowel het product(en) als de daarmee verbonden handelingen en/of werkzaamheden die ten behoeve van die klant/afnemer verricht worden.

Duurzame Energie

Duurzame energie is uit hernieuwbare energiebronnen opgewekte energie: energie opgewekt met installaties waarbij uitsluitend van hernieuwbare energiebronnen wordt gebruikgemaakt: waterkracht, wind- of zonne-energie, omgevingswarmte en biomassa. Ook het aandeel van de met hernieuwbare energiebronnen opgewekte energie in installaties die ook met conventionele energiebronnen werken valt onder deze definitie.

Binnen het MEE-convenant wordt ingekochte duurzame energie waarvoor een extra inspanning is geleverd apart weergegeven. Voor de definitie van duurzame energie wordt aangesloten bij het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie (Update 2010) van RVO.nl.

E EI

De Energie Efficiëntie Index (EEI) wordt louter nog gebruikt ter controle van de resultaten door uitgevoerde maatregelen. De EEI in het jaar x is het quotiënt van het werkelijk directe energieverbruik in het jaar x ($E_{\text{werkelijk}, x}$) en het referentie energieverbruik ($E_{\text{referentie}}$). Het referentie energieverbruik geeft aan welk direct energieverbruik nodig zou zijn geweest als het productievolume voor het jaar x zou zijn vervaardigd met hetzelfde energieverbruik per eenheid product als in het referentiejaar. Dit quotiënt wordt vermenigvuldigd met een factor 100 teneinde het als index te kunnen uitdrukken ten opzichte van het referentiejaar. Eventuele correcties worden verrekend met het werkelijk direct energieverbruik.

$$EEI = 100 * \frac{E_{\text{werkelijk}, x}}{E_{\text{referentie}, x}}$$

Waarin :

$E_{\text{werkelijk}, x}$ = werkelijk direct energiegebruik in jaar x

$E_{\text{referentie}, x}$ = referentie energiegebruik in jaar x

EEP

Het energie-efficiëntieplan (EEP) is een hulpmiddel voor het interne planningsproces voor het nemen van energie-efficiëntie verbeterende maatregelen. In het plan wordt vastgelegd wanneer welke maatregelen moeten zijn uitgevoerd. Het is daarnaast een verplicht element bij de meerjarenafspraken energie-efficiëntie (zowel MJA3 als MEE). Elk bedrijf dat deelneemt aan een meerjarenafpraak moet binnen negen maanden na ondertekening van of toetreding tot deze meerjarenafpraak, een concept EEP opstellen.

Energiebesparen

Het ondernemen van actie om tot een lager energieverbruik te komen.

Energiebesparing realiseren

Het uitvoeren van dezelfde activiteiten of vervulling van functies met minder energieverbruik.

Energie-efficiëntie

De energie-efficiëntie wordt bepaald door de besparingsomvang door maatregelen te relateren aan het energieverbruik.

Energieverbruik

De basis voor berekening van het energieverbruik van uw bedrijf is het energetisch, direct primair energieverbruik.

De begrippen energetisch – non energetisch, direct – indirect en primair – secundair worden hieronder toegelicht.

• **Direct – indirect**

Het in MJA3 / MEE gehanteerde directe energieverbruik van een onderneming betreft het netto gebruik van primaire energie, inclusief de inzet van duurzame energie.

Direct energieverbruik is het energieverbruik in het proces, gebruikt voor opwarmen, aandrijven van pompen, elektriciteit voor verlichting etc.

Kortom: direct energieverbruik bestaat uit de hoeveelheid kWh en kubieke meters gas die daadwerkelijk betaald moeten worden aan het einde van het jaar.

Het indirecte energieverbruik is het totaal van het energieverbruik vastgelegd of aanwezig in de materialen, èn het energieverbruik in de totale productlevensketen (grondstofwinning tot en met afdanking inclusief transport). Zeg maar: die energie die gebruikt is om bijvoorbeeld plastic bekertjes te produceren maar die 'er in blijft zitten' en weer vrijkomt bij bijvoorbeeld verbranding. De energie die nodig is om die bekertjes naar de verbrandingsoven te rijden moet ook worden opgeteld bij het indirecte energieverbruik.

Het indirecte energieverbruik van materialen wordt weergegeven door de Gross Energy Requirement (GER) ofwel het Cumulative Energy Demand (CED). Dit is de energie die is vastgelegd in de materialen (non-energetisch) én de energie die nodig is geweest voor de productie ervan.

• **Energetisch – non energetisch**

Een energiedrager is een grondstof als bron voor energie (olie, gas, steenkool) en vormen van duurzame energie (indien daarmee elektra wordt opgewekt).

Olie, gas en steen- en bruinkool zijn fossiele of **primaire** energiedragers.

Secundaire energie is energie die opgewekt is na omzetting van primaire energie (bijvoorbeeld elektriciteit uit een centrale).

Bij de berekening van het primair energiegebruik wordt het energieverbruik van secundaire energiedragers teruggerekend naar de stookwaarde (onderste verbrandingswaarde) van de primaire energiedragers.

Energetisch gebruik van energiedragers: de inzet van energiedragers om energie op te wekken.

Met **non-energetisch** gebruik van energiedragers wordt bedoeld op energie die wordt opgenomen in het product en daaruit in principe weer kan vrijkomen. Een plastic bekertje heeft bijvoorbeeld weer zijn eigen verbrandingswaarde. Eerst komt er energie in terecht, dat er later in principe weer uitgehaald kan worden.

Uw energetisch gebruik is gelijk aan de totale netto energietoevoer aan uw bedrijf verminderd met het non-energetisch gebruik.

Energieverbruik in de keten

In het energieverbruik in de hele levensketen van het product worden de volgende vijf fases onderscheiden: *Grondstof*, *Productie*, *Distributie*, *Gebruik*, *Afdanking- of hergebruik*.

Het energieverbruik over de hele levensketen van het product is de optelsom van het energieverbruik van elk van de vijf fases:

Fase *Grondstof*: de energie-inhoud van de grondstoffen (alle materialen, inclusief hulpstoffen, die nodig zijn om het product te maken);

Fase *Productie*: het energieverbruik voor de vervaardiging van het product;

Fase *Distributie*: het energieverbruik gebruikt tijdens de distributie van het product;

Fase *Gebruik*: het energieverbruik van het product zelf tijdens het gebruik hiervan;

Fase *Afdanking- of hergebruik*: Het energieverbruik dat nodig is voor inzameling, transport, verbranden, vergassen en/of storten van het (gedeeltelijk) afgedankte product. Maar ook het energieverbruik dat nodig is (gedeeltelijk) hergebruik mogelijk te maken (scheiden, transport, opwerking). Hier gaat dan weer de energie-inhoud af omdat bij dit hergebruik een gedeelte van de oorspronkelijke grondstof wordt vervangen/uitgespaard. Het energieverbruik in de hergebruikfase kan negatief zijn, omdat er vaak sprake is van een netto energieopbrengst.

Functie

Functie wordt in deze handreiking omschreven als de achterliggende behoefte die een product of dienst vervult.

Een auto bijvoorbeeld kost energie om te maken en gebruikt energie om te rijden, maar de achterliggende behoefte (functie) is transport.

Hybride installaties

Installaties voor de omzetting van energie die gebruik maken van meerdere energiebronnen.

Invloedfactoren

Factoren die direct van invloed zijn op het energieverbruik van het bedrijf.

Prestatiemaat

Maat voor de productie van het bedrijf.

Product

Product wordt in deze handreiking omschreven als datgene wat een bedrijf vervaardigt of voortbrengt. Het product kan een kant-en-klaar (eind)product zijn, maar ook een grondstof, een halffabricaat, een onderdeel van een eindproduct en zelfs een dienst of functie.

Productievolume

Het totale aantal producten of diensten dat in een jaar in de bedrijven wordt geproduceerd

Lijst van afkortingen

DE:	Duurzame Energie (door uw bedrijf zelf opgewekte en/of ingekocht).
CED:	Cumulative Energy Demand
ECN:	Energie onderzoek Centrum Nederland
e-MJV:	Elektronisch Milieu Jaarverslag
EI:	Energie-Efficiëntie-Index
EPP:	Energie-Efficiëntie Plan
EEV:	Energie-Efficiëntie Verbetering
ESD:	Energy Services Directive: Europese richtlijn Energie Efficiëntie en Energiediensten (ESD)(2006/32/EC)
GER:	Gross Energy Requirement
GJ:	GigaJoule (1 GJ is 1 miljard Joules)
J:	Joule
OD:	Onafhankelijk Deskundige
OGE:	Overleggroep MEE
KE:	Ketenefficiëntie
kJ:	Kilo Joules (1 kJ is 1000 J)
kW:	kiloWatt (1 kW is 1000 Watt)
kWh:	kilo Watt uur
MEE:	Meerjarenafpraak Energie-efficiëntie ETS-bedrijven
MJA:	MeerJarenAfspraak
MJ:	MegaJoule (1 MJ = 1 miljoen Joules)
MW:	Mega Watt
NEH:	Nederlandse Energiehuishouding
PE:	Procesefficiëntie
PJ:	PetaJoule (1 PJ is een biljard joules)
PME:	Protocol Monitoring Energiebesparing
PV:	Photo Voltaïsch
TJ:	TeraJoule (1 TJ is een biljoen Joules)
WKK:	Warmte Kracht Koppeling

II GER waarden

Om te kunnen uitrekenen of een besparingsmaatregel leidt tot afname van het energiegebruik over de gehele levenscyclus van het product (van grondstofwinning tot en met afdanking en zelfs inclusief transport) wordt gebruik gemaakt van de GER-waarde (Gross Energy Requirement).

De GER-waarden van materialen die RVO.nl hanteert zijn bepaald met behulp van gegevens in de Ecoinvent v 3.0 database (2015) en de impactanalysemethode 'Cumulative Energy Demand' (CED) [1,2]. Hoewel de termen verschillend zijn, drukken GER en CED hetzelfde uit: de totale energiebehoefte van een materiaal, in de keten vanuit de bron en alle primaire energie-inputs meegerekend. De eenheid is (MJ-eq./kg). De impactanalyse-methode CED bevat zowel de hernieuwbare en de niet hernieuwbare typen energiebronnen, die opgeteld de totale energiebehoefte vormen: de GER waarde.

Omdat MEE een energie-efficiëntie convenant is worden enkel CED-waarden gehanteerd, waarbij zowel de hernieuwbare als niet hernieuwbare energie wordt meegeteld.

[1] Verein Deutscher Ingenieure. VDI-richtlinie 4600:Cumulative Energy Demand, Terms, Definitions, Methods of Calculation; Verein Deutscher Ingenieure: Düsseldorf, 1997

[2] Frischknecht, R.; Heijungs, R.; Hofstetter, P. Einstein's Lessons for Energy Accounting in LCA. *Int. J. Life Cycle Assess.* 1998, 3, 266–272

III Rekenregels

In deze bijlage worden de rekenregels per fase van de levenscyclus toegelicht. Per rekenregel is telkens uitgelegd:

- voor welke verbeteropties de rekenregel te gebruiken is;
- welke parameters en formules in de rekenregel is gehanteerd (in kader);
- welke gegevens daarvoor nodig zijn (in kader).

Rekenregels ketenmaatregelen gebouwde omgeving

Voor het berekenen van de standaard ketenmaatregelen in de gebouwde omgeving zijn een aantal rekensheets gemaakt door adviesbureau Arcadis. Deze rekensheets met toelichting zijn te downloaden van de website van RVO.nl, zie <http://www.RVO.nl/subsidies-regelingen/meten-en-berekenen-van-keteneffecten-mja/mee>

Berekening materiaalbesparing

De grondstoffase is alleen van belang als de aard of de hoeveelheid grondstof van het product verandert. Daarnaast kan een wijziging in het energieverbruik dat een toeleverancier nodig heeft om deze onderdelen te maken in de grondstoffase worden ondergebracht.

Kwantificeren van veranderingen in de grondstoffase gebeurt eenvoudigweg door vergelijking van de soort en de hoeveelheid grondstof in de referentiesituatie en in de nieuwe situatie.

Voor veel grondstoffen is vastgesteld hoeveel energie er per kg nodig is om de grondstof te maken. Deze energiehoeveelheden worden vastgelegd in een zogenaamde Cumulative Energy Demand (CED)-waarde. Op de website van RVO.nl kunt u zien welke CED-waarden voorhanden zijn. Het energieverbruik dat in de grondstoffase aan een product wordt toegerekend, is het product van grondstofgebruik (kg) en CED-waarde voor de grondstof.

Minder materiaalgebruik per product geeft een energiebesparing door een afname van de energie-inhoud van het product. Overgang naar een ander materiaal heeft vaak zowel een andere massa per product als een andere CED-waarde voor de toegepaste grondstoffen tot gevolg. Dit kan dus een energiebesparing of -ontsparring tot gevolg hebben.

De verbeteroptie materiaalbesparing kan worden gekwantificeerd met de rekenregel 'materiaalbesparing'. Bij een verandering van de hoeveelheid of de soort grondstoffen die voor een product worden gebruikt, zal het indirecte energieverbruik van grondstoffen en materialen wijzigen. Het verschil tussen dit productgebonden energieverbruik in de referentiesituatie en in de nieuwe situatie (na het doorvoeren van de verbeteroptie) is het besparingseffect.

Rekenregel 'materiaalbesparing'

$$\begin{aligned}\Delta E &= E_{\text{ref}} - E_{\text{nieuw}} \\ E_{\text{ref}} &= a_{\text{ref}} * EI_a + b_{\text{ref}} * EI_b \\ E_{\text{nieuw}} &= a_{\text{nieuw}} * EI_a + b_{\text{nieuw}} * EI_b\end{aligned}$$

ΔE	= De verandering in het energieverbruik door de maatregel per product [MJ / product]
EI_m	= Productgebonden energieverbruik van materiaal of grondstof [CED-waarde in MJ/kg]
a_{ref}, b_{ref}	= Hoeveelheid grondstof of materiaal dat nodig is in de referentie [kg / product]
a_{nieuw}, b_{nieuw}	= Hoeveelheid grondstof of materiaal dat nodig is in de nieuwe situatie [kg / product]

Dit wil zeggen: het energie-effect per fysieke eenheid product is de energie-inhoud in de referentie (MJ) minus de energie-inhoud van die eenheid in de nieuwe samenstelling (MJ).

Benodigde gegevens:

- Hoeveelheden materialen / grondstoffen in referentie en nieuwe situatie per fysieke eenheid.
- Specifieke energie-inhoud van deze 'inputs', aangeduid met CED-waarden (in de bijlage van de Handreiking vindt u een overzicht met meest gebruikte CED-waarden).

In tabel 13 geven we het voorbeeld van het vervangen van een glazen frisdrankfles door een PET-fles. Om de fles te maken is 100 gram PET nodig, terwijl dit 1 kg glas was in de referentiesituatie.

Tabel 13. Voorbeeld materiaalbesparing PET fles

Parameter	Huidig	Nieuw	Delta	Eenheid
Soort grondstof	glas	PET		
CED-waarde*	10,57	79,53		MJ/kg
Grondstof hoeveelheid	1,00	0,10		kg/stuk
Energieverbruik	10,57	7,95	2,62	MJ/stuk

*De CED waarden kunnen in de loop der tijd aangepast worden. Kijk voor de meest actuele CED waarden op de website van RVO.nl.

Voorbeelden Materiaalbesparing

Door de samenstelling van een product te wijzigen, verbetert u vaak de energie-efficiëntie. Dit kunt u doen door minder materiaal te gebruiken (dematerialisatie) of door een ander materiaal te gebruiken (materiaalsubstitutie).

Dematerialisatie

Vermindering van grondstof per eenheid product leidt tot energiewinst. Bijvoorbeeld bij het maken van een suikerzakje. Het is fabrikanten gelukt om de hoeveelheid papier voor een zakje terug te brengen met 40 procent. Minder papierverbruik betekent ook een lagere papierproductie, met energiebesparing tot gevolg.

Materiaalsubstitutie

Bij de keuze voor een energiezuinigere grondstof is minder materiaal nodig. Grondstofvervanging is mogelijk door toepassing van gerecyclede materialen, zoals kunststof recycalaat. De cementindustrie vervangt momenteel het portlandcement door hoogovencement. Portlandcement komt van uitputbare grondstoffen. Hoogovencement bestaat daarentegen voor driekwart uit een restproduct van de hoogovens, namelijk slak. De productie kost minder energie, terwijl het product zelf een vergelijkbare kwaliteit heeft.

Geen massieve betonnen vloeren meer

Het bedrijf VBI is Europa's grootste producent van kanaalplaatvloeren. Deze betonnen systeemvloeren hebben veel toepassingen in de woningbouw en utiliteitsbouw. De kanalen in de platen leveren een aanzienlijke materiaalbesparing ten opzichte van massieve vloeren: 40% minder beton en 50% minder staal. Door een laag eigen gewicht in combinatie met de voorspanwapening kunnen grote overspanningen worden gebouwd, met minder dragende wanden. Het resultaat: minder funderingspalen en lichtere structuren. Een ander voordeel is dat de prefab-kanaalplaten 'custom made' zijn; daardoor hebben ze direct de juiste afmetingen. Op de bouwplaats hoeft daarom niet meer op maat gezaagd te worden. Ook sparingen voor kruipluiken en trapgaten zijn niet meer nodig. De nieuwe vloer heeft geen hijsogen meer nodig, die je er na gebruik af moet zagen. Afval ontstaat daardoor niet meer op de bouwplaats, maar in de fabriek. Het afval krijgt direct een nieuwe bestemming.

Bioplastics

Bioplastics zijn kunststoffen op basis van bijvoorbeeld maïs. De milieubelasting van bioplastics is doorgaans lager dan die van 'traditionele' kunststoffen. Overschakelen van 'traditionele' kunststoffen op bioplastics bespaart meestal energie. Oerlemans Plastics, AEP Flexible Packaging, maakte bioplastics met enkele aanpassingen geschikt voor verwerking op blaas- en vlakfoliemachines. Daardoor kunnen bioplastics worden geproduceerd met verschillende stijfheid, sterkte en transparantie. Zo ontstaan meer verpakkingstoepassingen voor deze bioplastics.

Berekening energiebesparing door samenwerking op locatie

In de referentiesituatie wekken alle bedrijven afzonderlijk energie op in hun eigen installaties. Na uitvoering van samenwerkingsmaatregelen wekt één van de oorspronkelijke bedrijven of een nieuw opgezet bedrijf

centraal één of meer energiedragers, zoals perslucht of stoom, op. Ook bij doorlevering van elektriciteit of warmte afkomstig van een WKK kan een besparingseffect worden opgevoerd. Uit de beschrijving moet blijken welke wijzigingen er als gevolg van de maatregel optreden in de in- en verkoop van fossiele energie.

In de nieuwe situaties zullen bedrijven die het opwekken van perslucht, warmte en stoom hebben afgestoten, minder energie (in de vorm van elektriciteit, gas of andere brandstof) gebruiken dan in de referentiesituatie. Het bedrijf dat centraal alle benodigde utilities opwekt, koopt juist meer gas in. Om per bedrijf een vergelijkbare energiesituatie op te stellen moeten de levering van utilities en de inkoop van utilities worden omgezet in leveringen, respectievelijk inkopen van primaire energie. Per bedrijf moet hiervoor het kental uit de referentiesituatie worden gehanteerd. Hiermee wordt het nieuwe primaire energieverbruik per bedrijf bepaald.

De besparing is hierna te berekenen door het energieverbruik ten behoeve van utilities in de nieuwe situatie te vergelijken met de optelling van de energieverbruiken die via de hierboven genoemde kentallen aan de utilities worden toegeschreven.

De bereikte besparing moet verdeeld worden over de drie bedrijven. De regels voor toewijzing staan toegelicht in hoofdstuk 3.4.4.

De berekening van energiebesparing bij de gezamenlijke opwekking van utilities wordt hieronder geïllustreerd met een voorbeeld waarbij perslucht centraal wordt opgewekt.

Tabel 14. Voorbeeld Samenwerking op locatie

Referentiesituatie	Eenheid	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Totaal
Elektriciteit t.b.v. perslucht	[kWh]	200.000	240.000	540.000	980.000
	[GJ _{prim}]	1.800	2.160	4.860	8.820
Perslucht opwekking	[Nm ³]	1.333.000	1.297.000	4.000.000	6.630.000
Specifiek energieverbruik*	[kWh/Nm ³]	0,150	0,185	0,135	0,148
	[MJ _{prim} /Nm ³]	1,350	1,665	1,215	1,330

* Het specifieke energiegebruik is de hoeveelheid energie (in kWh of in GJ) die benodigd is voor de productie van één Nm³ perslucht.

In de referentiesituatie wekt ieder van de bedrijven nog zijn eigen perslucht op. Elk bedrijf doet dit met een eigen specifiek energieverbruik (kWh/m³). In de nieuwe situatie wekt bedrijf 3 op energie-efficiënte wijze perslucht op voor alle drie de bedrijven.

Tabel 15. Voorbeeld Samenwerking op locatie (2)

Nieuwe situatie	Eenheid	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3	Totaal
Elektriciteit t.b.v. perslucht	[kWh]			838.695	838.695
Energieverbruik nieuw	[GJ _{prim}]			7.548	7.548
Persluchtopwekking	[Nm ³]			7.293.000	7.293.000
Persluchtgebruik		1.480.000	1.350.000	4.463.000	7.293.000
Specifiek energiegebruik referentie*	[MJ _{prim} /Nm ³]	1,350	1,665	1,215	1,326
Energieverbruik referentie	[GJ _{prim}]	1.998	2.248	5.423	9.669
Besparing	[GJ _{prim}]				2.121

Hierdoor gebruikt bedrijf 3 aanmerkelijk meer elektrische energie ten behoeve van persluchtopwekking. Op basis van de kentallen uit het referentiejaar wordt per bedrijf berekend hoeveel energie de perslucht in de referentiesituatie zou hebben gekost (energiegebruik referentie). Dit wordt gedaan door het persluchtgebruik te vermenigvuldigen met het specifieke energiegebruik in de referentie situatie. De besparing is het verschil tussen het werkelijke energiegebruik van bedrijf 3 en de fictieve som van de noodzakelijke energiegebruiken van bedrijf 1, 2 en 3. De energiebesparing wordt conform de verdeelsleutel (zie 3.4.4) verdeeld over de convenantspartijen.

Voorbeelden samenwerking op locatie

Van ketenefficiëntie is ook sprake als de productieprocessen verbeteren bij de andere bedrijven uit de keten. Bijvoorbeeld door energiebesparing bij een bedrijf 'downstream' (een afnemer) of 'upstream' (een toeleverancier). Of door gezamenlijk gebruik van energie-utilities. Ook kunt u bijvoorbeeld gebruikmaken van de restenergie van andere bedrijven.

Dierlijke vetten en eiwitten

Door vestiging van bedrijfsmatig aan elkaar gerelateerde bedrijven op één terrein (een 'eco-cluster') worden transportafstanden kleiner en zijn sommige processtappen overbodig. Een voorbeeld is de samenwerking tussen Ten Kate Groningen, Gelita Nederland, AFB en Avebe. Deze bedrijven liggen op hetzelfde bedrijventerrein en leveren elkaar onderling eindproducten, halffabricaten en energie. Dit eco-cluster maakt transport-, scheidings-, invries- en ontdooistappen overbodig. Met energiebesparing als gevolg.

Het werkt als volgt: Ten Kate Groningen smelt varkensspek en haalt hieruit hoogwaardige vetten en eiwitten. De vetten verwerkt Ten Kate zelf. De eiwitten gaan via een pomp naar Gelita. Dit bedrijf isoleert de gelatine uit de nog warme eiwitstroom. Alle restproducten gaan vervolgens terug naar Ten Kate. Een deel van de resterende eiwitten gaat naar AFB. Dit bedrijf zet de eiwitten om in smaakstoffen voor honden- en kattenbrokjes.

Elke levering gebeurt zonder het terrein te verlaten. Daardoor zijn er geen transportkosten, wat jaarlijks een besparing oplevert van ongeveer 500.000 vrachtwagenkilometers. Er is geen tijdverlies. Ook blijft de

kwaliteit constant en goed controleerbaar. De warmtekrachtcentrale van Avebe voorziet daarbij het hele cluster van energie. Het stroomgebruik is met ruim de helft teruggelopen en de gezamenlijke energierekening daalde met 35%.

Berekening besparing door transport

Bij de berekening van de besparing in de distributiefase is zowel de aard van het transport als de gemiddelde afstand van belang. Daarnaast is de beladingsgraad een belangrijke parameter. Naarmate een vrachtwagen een hogere beladingsgraad heeft, zal het energieverbruik per eenheid product lager liggen.

Kwantificeren van het energieverbruik in de distributiefase gebeurt op basis van het aantal tonkilometers en het specifiek energieverbruik per tonkilometer van het type transportmiddel.

Het gaat daarbij om de combinatie van het type vervoermiddel, de transportafstand, het gewicht van de te vervoeren producten en de beladingsgraad van het vervoermiddel. De rekenregel wordt hieronder weergegeven.

Rekenregel 'transportoptimalisatie'

$$\begin{aligned}\Delta E &= E_{\text{ref}} - E_{\text{nieuw}} \\ E_{\text{ref}} &= E_{\text{tr,ref}} * A_{\text{ref}} * \text{gewicht}_{\text{ref}} \\ E_{\text{nieuw}} &= E_{\text{tr,nieuw}} * A_{\text{nieuw}} * \text{gewicht}_{\text{nieuw}}\end{aligned}$$

ΔE = verandering in het energieverbruik door de maatregel per product [MJ / functionele eenheid]

E_{tr} = energieverbruik van het transportmiddel [MJ/tonkm]

Hierbij is E_{tr} een emissiefactor die is gebaseerd op de gemiddelde beladingsgraad, zoals die in de energiekentallen database is gehanteerd. De gemiddelde beladingsgraad is vaak zo'n 70%.

gewicht = het gewicht per functionele eenheid [ton/ functionele eenheid]

A = de totale afstand (inclusief een eventuele lege retourtrip) die het product aflegt van de productielocatie tot de handel [km]

Het energie-effect als gevolg van transport optimalisatie wordt berekend door:

- 1 Vervoersmiddel: het verschil in het energieverbruik van het vervoermiddel per tonkm in de referentie minus de nieuwe situatie vermenigvuldigd met de afgelegde transportafstand en de massa (in tonnen per functionele eenheid).
- 2 Afstand: het verschil in afstand in de referentie en de nieuwe situatie te vermenigvuldigen met het energieverbruik van het vervoermiddel per tonkm en de massa (in ton per functionele eenheid).
- 3 Gewicht: het verschil in massa (kg) van de referentie en het nieuwe product te vermenigvuldigen met het energieverbruik van het transportmiddel per tonkm en de af te leggen afstand (km).

Benodigde gegevens

- energieverbruik van het transportmiddel per tonkilometer;
- gemiddelde transportafstand in kilometer;
- gewicht per product (ton/product);

In onderstaand voorbeeld komt een besparing tot stand door een efficiënter transport. In de huidige situatie is de vrachtwagen begrensd op 20 ton (gewicht), waardoor twintigduizend glazen flessen kunnen worden vervoerd. In de nieuwe situatie, met vervoer van de lichtere PET-fles, wordt de lading begrensd door de omvang, wat een totale lading oplevert van dertigduizend stuks. Het totale energieverbruik van het transport per stuk neemt af.

Tabel 16. Voorbeeld Transportbesparing PET fles

Parameter	Huidig (glas)	Nieuw (PET)	Eenheid
Transport middel	20 tons truck	20 tons truck	
Gewicht	1	0,1	Kg/fles
Kental energieverbruik	1,98	1,98	MJ/tonkm
Gemiddelde afstand	100	100	Km
Max. belading	20	20	ton/truck
Belading	20	3	ton/truck
Aantal flessen/transport	20.000	30.000	stuks/transport
Totaal energieverbruik	3960	594	MJ/transport
Energieverbruik	0,198	0,0198	MJ/stuk

In de formule wordt het energieverbruik van transport evenredig gesteld met de belading. Door het hanteren van deze formule zou een belading van 0 zorgen voor een energieverbruik van 0. In werkelijkheid is dit niet terecht. Een meer geavanceerde aanpak zou zijn om een correctiefactor voor de beladingsgraad toe te passen.

Voorbeeld Optimalisatie distributie

Bij distributie is veel energie-efficiëntiewinst te behalen. Hoe efficiënter de logistiek, des te lager het energieverbruik. U kunt een andere transportvorm overwegen (per boot of trein) of een reductie van het aantal transportkilometers.

Frisdranksiroop

Door frisdrank als geconcentreerde siroop te vervoeren, gaat minder water mee met het transport. Bovendien nemen de verpakkingen met de siroop minder ruimte in dan frisdrankflesjes in kratten. Het transportvolume en het gewicht nemen af, waardoor de energie-efficiëntie verbetert. Fabrikanten en distributeurs die overstapten van flesjes naar siroop, bespaarden al 649 MJ per 1000 liter frisdrank. Dit is een besparing van liefst 70%.

Berekening besparing Energieverbruik tijdens gebruiksfase

Gewoonlijk kan het energieverbruik in de gebruiksfase door slechts enkele parameters worden beschreven. Het gaat bijvoorbeeld om kWh voor elektrische apparaten, brandstof voor motorvoertuigen, etc. Met behulp van deze parameters moet worden beoordeeld welke invloed de wijziging op het productontwerp heeft op het energieverbruik bij de functievervulling van het product gedurende de gehele levensduur. Denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van nieuwe auto's: het brandstofgebruik van auto's per 100 km daalt en de verwachte levensduur in aantal kilometers per auto stijgt.

Als een wijziging van het productontwerp een belangrijke verandering van de gemiddelde levensduur tot gevolg heeft, dan kan ook worden

gekeken of dit een belangrijke invloed heeft op het energieverbruik voor het maken, vervoeren het afdanken van het product per levensduurjaar. Hiervoor moet de som van het energieverbruik in respectievelijk de grondstof-, de productie-, de distributie- en de afdankingfase worden gedeeld door het aantal levensduurjaren.

Soms heeft een maatregel ook invloed op het energiegebruik bij de productie van het product. Bijvoorbeeld de productie van isolatieglas kost meer energie dan standaard glas. In zo'n geval is het verstandig de verandering in het energiegebruik tijdens de productie apart op te geven als procesefficiëntie maatregel of als invloedfactor.

Kwantificeren van het energieverbruik in de gebruiksfase gebeurt op basis van het soort energiedrager en de hoeveelheid die hiervan wordt gebruikt. Om de besparing uit te rekenen kan de rekenregel 'energieverbruik in gebruiksfase' gebruikt worden.

Er zijn twee kenmerken van belang in de rekenregel. Allereerst is dat de bepalende eenheid voor het energieverbruik. Dat kan bijvoorbeeld zijn het aantal km, aantal kopieën, of het aantal wasbeurten, etc. Ten tweede betreft dit de grootte die de levensduur bepaalt. Dit hoeft niet altijd het aantal jaar te zijn: bij auto's is in veel gevallen het aantal kilometers bepalend of bij wasmachines het aantal wasbeurten.

De formule ziet er als volgt uit.

Rekenregel 'energieverbruik in gebruiksfase'	
ΔE	$= E_{ref} - E_{nieuw}$
E_{ref}	$= E_{prim} / \text{bep.eenheid}_{ref} * \text{eenheden} / \text{levensduur}_{ref}$
E_{nieuw}	$= E_{prim} / \text{bep.eenheid}_{nieuw} * \text{eenheden} / \text{levensduur}_{nieuw}$
ΔE	= de verandering in het energieverbruik per functionele eenheid door de maatregel
Elektr./jaar	= elektriciteitsverbruik per jaar in kWh
Gas/jaar	= gasverbruik per jaar in m ³
brandstof/jaar	= verbruik van motorbrandstoffen per jaar in tonnen
levensduur	= gemiddelde levensduur in jaren. Levensduur kan ook worden uitgedrukt in levensduurbepalende eenheden
Energieverbruik wordt berekend in primair energieverbruik. Voor brandstoffen dienen CED-waarden gehanteerd te worden. (zie bijlage)	
Benodigde gegevens:	
<ul style="list-style-type: none">• elektriciteits-, gas- en /of brandstofgebruik in de gebruiksfase per jaar (oude en nieuwe situatie);• levensduur in jaren (gebruik hiervoor een schatting van de gemiddelde feitelijke levensduur).	

De rekenregel berekent de reductie van het energieverbruik tijdens de gebruiksfase van het product. Dit gebeurt vooraf op basis van de verwachte levensduur en het verschil in energieverbruik (elektriciteit, gas, en motorbrandstof) in de referentiesituatie en de nieuwe situatie over de levensduur.

De rekenregel kan ook worden gehanteerd wanneer efficiëntiewinst tijdens het gebruik het gevolg is van het inzetten van een andere energiedrager (bijvoorbeeld elektrische verwarming vervangen door gasverwarming, zoals bij een hotfill-wasmachine).

Vermindering van het energieverbruik tijdens productgebruik

Een lager energieverbruik, en dus lagere energiekosten, is aantrekkelijk voor veel consumenten.

Een kopieerapparaat zonder opwarmtijd

Het bedrijf Océ ontwikkelde een apparaat dat minder energie gebruikt in vergelijking met andere breedformaat elektrofotografische kopieerapparaten en printers. De machine heeft namelijk geen opwarmtijd nodig, zodat de machine uit staat als zij niet in gebruik is. Het energieverbruik is daarmee aanzienlijk lager dan bij andere grote kopieerapparaten. De energiewinst is circa 3,8 GJ per apparaat per jaar. Andere voordelen zijn de lagere gebruikskosten en een reductie van 30% van het verpakkingsmateriaal. Waar mogelijk gebruikte Océ gerecycled kunststof en aluminium. De toner is hervulbaar en de machine is helemaal geschikt voor hergebruik en recycling van de materialen.

Voorbeeld optimalisatie functievervulling

Naast de bovengenoemde fasen uit de productlevenscyclus is het ook mogelijk om eerst eens goed te kijken naar de precieze functie die een bepaald product moet hebben. Wellicht is het namelijk mogelijk om een geheel nieuw innovatief product op de markt te zetten dat dezelfde functie vervult. Dit noemen we: optimalisatie van de functievervulling. Door innovatieve nieuwe producten te ontwerpen die dezelfde functie vervullen kunt u wellicht veel energie besparen. Deze optie wijkt af van alle andere besparingsopties omdat we hierbij verder kijken dan het product alleen. Voorbeelden zijn vooral te vinden in product-dienstcombinaties (PDC's):

Autodelen

In veel Nederlandse steden is het mogelijk om een auto te delen. Bijvoorbeeld via ConnectCar of Greenwheels. Autodelen is een product-dienstcombinatie: de dienst is mobiliteit en het product een deelauto. Het systeem is erg efficiënt. Een abonnee kan 24 uur per dag en zeven dagen in de week via telefoon of internet een auto reserveren. Met een chipcard kan de gebruiker de gereserveerde auto openen. De boardcomputer registreert het gebruik. De gebruiker ontvangt automatisch een factuur. De deelauto wordt vaker gebruikt dan een 'normale' privé-auto en wordt daardoor beter benut.

Berekening besparing door Levensduursverlenging

Het energieverbruik per eenheid product is te verlagen door de levensduur van een product te optimaliseren. Het is bijvoorbeeld mogelijk om de levensduur te verlengen door deze zo dicht mogelijk te laten aansluiten bij de technische levensduur. Dat wil zeggen: zorgen dat een product zo lang mee kan gaan als dit technisch mogelijk is. Voor de verbeteroptie kan het wel zo zijn dat door wijziging van de

materialensamenstelling in de nieuwe situatie meer energie nodig is, die 'uitgesmeerd' wordt over meer jaren levensduur.

Voor berekening van deze energiebesparing kunt u de rekenregel in het volgende kader toepassen.

Rekenregel 'levensduurverlenging'

$$\Delta E = \left[\left[\frac{\text{totale } E}{\text{levensduur}} \right]_{REF} - \left[\frac{\text{totale } E}{\text{levensduur}} \right]_{NIEUW} \right] \times \text{levensduur}_{NIEUW}$$

- ΔE = de verandering in het energieverbruik door een maatregel over de hele levensduur van het product [MJ / functionele eenheid]
- Totale E = totale energie (in de gehele keten) nodig om het product te maken en af te danken [MJ]
- Levensduur = feitelijke levensduur van het product [jr]

Benodigde gegevens

- De totale energie de totale energie in de keten, exclusief de energie in de gebruiksfase.
- De levensduur moet u inschatten, waarbij u uit dient te gaan van een behoedzame schatting

Voor de levensduur kunt u de gemiddelde feitelijke levensduur (voor en na de maatregel) nemen.

Voorbeeld optimalisatie levensduur

Verlenging van de levensduur van een product betekent minder energie per gebruikstijd. Door bijvoorbeeld onderdelen met een hoge slijtage makkelijk vervangbaar te maken, verlengt u de levensduur van producten.

Asfaltcollector

Ooms Avenhorn, WTH Vloerverwarming en Tipspit werken samen aan een asfaltcollector: een energiebesparend leidingensysteem in de asfaltweg en in de bodem. Door de collector zijn er minder temperatuurwisselingen in het asfalt, wat gunstig is voor de levensduur van het wegdek. Vervanging van en onderhoud aan de weg zijn minder snel nodig. Ook is bij vorst minder pekkel nodig omdat de asfaltweg sneeuw- en ijsvrij wordt gehouden door de warmte. De energie uit het asfaltwegdek kan woningen en gebouwen verwarmen. De gemiddelde jaaropbrengst is ongeveer 0,8 GJ/m². Stel: een wegvak van 1 kilometer lang (18.000 m²) krijgt warmtewisselaars en wordt voor 70% benut. In dat geval is de gemiddelde opbrengst 10.000 GJ per jaar en per kilometer. Naast besparing leidt het nieuwe wegdek tot minder gladheid. De kans op files bij koud en slecht weer is daardoor kleiner. In de ondergrondse leidingen kunnen ook detectiekabels komen, voor metingen van bijvoorbeeld verkeersbewegingen.

Berekening besparing Productafdeling/herverwerking

Aan het eind van de levensduur van een product kan het product op verschillende wijzen worden afgedankt:

- herverwerken tot een nieuw product;
- recyclen tot nieuwe grondstof;
- verbranden;
- storten.

Voor een aantal stoffen is per type verwerkingsmogelijkheid bekend welk energieverbruik met de verwerking gepaard gaat. Over het algemeen zal dit energieverbruik zijn uitgedrukt in een specifiek energieverbruik per kg. Voor de herverwerking tot een nieuw product en het recyclen tot nieuwe grondstof komen in het algemeen negatieve getallen naar voren. Een negatief getal bij recyclen betekent dat recyclen minder energie kost dan nieuwe grondstof maken.

Kwantificeren in de afdankingfase gebeurt door te bepalen welke percentages of onderdelen van een product op welke wijze worden verwerkt. Met het specifiek energieverbruik per verwerkingsmethode wordt inzicht in de referentie en de nieuwe situatie verkregen.

Het energieverbruik in de afdanking- en hergebruikfase is afhankelijk van de verdeling van de totale hoeveelheid product over fracties die worden hergebruikt, gerecycled, verbrand of gestort. Zo kan een materiaal uit een afgedankt product, in plaats van te worden verbrand, worden teruggewonnen en opnieuw voor de productie gebruikt. Dit uit zich bijvoorbeeld in een verandering van de fractie hergebruik (van h naar h' in onderstaande formule). Zo is nylon uit tapijt terug te winnen, zodat het niet meer hoeft te worden verbrand en opnieuw te gebruiken is voor de productie van nieuw tapijt. Hierdoor veranderen de fracties h en v in onderstaande formule.

Door de manier van verwerking van het product te veranderen in de afdankingfase, is energie te besparen in de grondstoffase: het uitsparen van virgin materiaal. De maatregel mag worden opgevoerd in de categorie optimalisatie productafdeling en –herverwerking. Onderstaande rekenregel moet voor alle materialen waarvoor de verwerking verandert, worden doorlopen. De optelsom van de effecten per materiaal is het effect van deze fase van de levenscyclus.

Rekenregel productherverwerking

$$\begin{aligned}\Delta E &= E_{\text{ref}} - E_{\text{nieuw}} \\ E_{\text{ref}} &= h \cdot M \cdot E_h + r \cdot M \cdot E_r + v \cdot M \cdot E_v + s \cdot M \cdot E_s \\ E_{\text{nieuw}} &= h' \cdot M \cdot E_h + r' \cdot M \cdot E_r + v' \cdot M \cdot E_v + s' \cdot M \cdot E_s\end{aligned}$$

waarbij:

$$\begin{aligned}h+r+v+s &= 100 \\ h'+r'+v'+s' &= 100\end{aligned}$$

Let op!! Dit dient voor alle materialen te gebeuren waarbij veranderingen optreden in de manier van afdanken en de manier van herverwerking.

$$\Delta E = \text{de verandering in het energieverbruik per product door de maatregel [MJ]}$$

M	= hoeveelheid materiaal dat gebruikt wordt per product [kg / functionele eenheid]
h,r,v,s	= respectievelijk fractie hergebruik, recycling, verbranden en storten voor de referentiesituatie [-]
h',r',v',s'	= respectievelijk fractie hergebruik, recycling, verbranding en storten voor de nieuwe situatie [-]
Eh	= energie-effect per kg hergebruikt materiaal [MJ/kg]
Er	= energie-effect per kg gerecycled materiaal [MJ/kg]
Ev	= energie-effect per kg verbrand materiaal [MJ/kg]
Es	= energie-effect per kg gestort materiaal [MJ/kg]

Let op: bij papier, glas en ook andere materialen wordt er in de energiekentallen reeds van uitgegaan dat gemiddelde percentages gerecycled worden, zodat men eventuele verandering van de fracties van deze materialen niet met behulp van deze formule kan kwantificeren. Dit wordt impliciet meegenomen in de grondstoffase met behulp van de CED-waarden.

Benodigde gegevens

- Het energie-effect voor de verschillende wijzen van afdanking. U kunt in de bijlage een overzicht vinden van de meest gebruikte kentallen.
- De totale hoeveelheid 'materiaal' (in kilogram) dat verwerkt is in één product.
- De fracties hergebruik / gerecycled / verbrand / gestort van het betreffende materiaal in oude en nieuwe situatie.

Verder is een aandachtspunt hoe veranderingen in de verwerking van papier en glas moeten worden verrekend. In de CED-waarden van papier en glas is uitgegaan van recycling in de afdanking-/hergebruikfase. Dit is immers de gewoonte binnen Nederland. Veranderingen in de recyclingpercentages van deze materialen moeten daarom altijd worden gecombineerd met een aanpassing en onderbouwing van de CED-waarde. Wanneer dat niet gebeurt, kunnen veranderingen in de verwerkingsroute niet worden gekwantificeerd.

Heeft u, meer dan in de referentiesituatie (2005), intern recycelaat (zoals uitval en opstartverlies) in het productieproces ingezet? Hierdoor spaart uw bedrijf virgin materiaal, en daarmee energie uit. U kunt onderstaande maatregel invullen.

De eventuele extra energiekosten zoals het malen en ontstoffen van uitval en opstartverlies zijn niet meegerekend in deze berekening, en zou u later nog met de uitkomst moeten verrekenen. Indien door de maatregel binnen het bedrijf veel extra energie gebruikt moet worden, is het verstandig dit effect apart weer te geven als invloedfactor.

Het transport dat uitgespaard wordt door verlaagde toevoer van virgin materiaal is niet meegenomen, omdat de energiebesparing daarvan relatief gering is.

In de referentiesituatie werd het afval mogelijk verbrand en werd daaruit energie opgewekt. Deze energieopwekking dient te worden afgetrokken van de energiebesparing die ontstaat door recycling. Voor de kunststofindustrie is die waarde vastgesteld op -35 GJ/ton. In het onderstaande voorbeeld wordt met die sectorspecifieke waarde gewerkt.

Tabel 17. Voorbeeld Hergebruik kunststof

Productvolume (stuks)	200.000	300.000	stuks / jaar	Overzicht verkoop
Virginmateriaal inkoop	10	12	ton / jaar	Overzicht inkoop
Soort materiaal	PP	PP	n.v.t.	Overzicht inkoop
CED-waarde van virgin materiaal*	75,1	75,1	GJ / ton	Tabel GER-waarden
Hoeveelheid afval	1,3	0,3	ton / jaar	Productie kentallen
CED-waarde verwerking afval*	-35	-35	GJ / ton	Tabel GER-waarden

CED-waarde referentiesituatie	waarde	eenheid
De CED-waarde van het materiaal in de referentiesituatie = (het totale gewicht aan materiaal * CED-waarde van het virgin materiaal) + (hoeveelheid afval referentie situatie * CED-waarde verwerking afval)	706	GJ / jaar
De CED-waarde per product = CED-waarde van het materiaal / aantal producten in de referentiesituatie	0,0035	GJ / stuk
CED-waarde huidige situatie		
De CED-waarde van het materiaal in de huidige situatie = (het totale gewicht aan materiaal * de CED-waarde van het virgin materiaal) + (hoeveelheid afval huidige situatie * CED-waarde verwerking afval)	891	GJ / jaar
De CED-waarde per product = CED-waarde van het materiaal / aantal producten in de huidige situatie	0,0030	GJ / stuk
Energiebesparing		
Energiebesparing per product (= CED-waarde oude situatie - CED-waarde nieuwe situatie)	0,0006	GJ / stuk
Energiebesparing totaal (= energiebesparing per product * productvolume)	168	GJ / jaar
Invullen in e-MJV:	0,1676	TJ / jaar
subcategorie 'Optimalisatie van (gedeeltelijke) productafdeling / productherverwerking'		

*De hier weergegeven CED waarden kunnen mogelijk verouderen. Kijk voor de meest actuele CED waarden op de website van RVO.nl onder 'Rekenvoorbeelden'.

Voorbeeld optimalisatie productafdeling en - herverwerking
De verwerking van afgedankte producten kost energie, maar kan u ook energie opleveren.

Jeans to jeans
Modemerk Dutch Spirit verkoopt spijkerkleding gemaakt van oude jeans. Kledinginzamelaar KICI zamelt oud spijkergoed in. Dit gaat naar recyclebedrijf S. Frankenhuis & Zoon dat het oude spijkergoed uit elkaar haalt en vermaalt, zodat alleen de vezels overblijven. De vezels worden opnieuw gesponnen tot draden en daarna geweven tot stof voor nieuwe jeans. De gerecyclede spijkerbroek kost op die manier geen nieuw katoen. De katoenteelt staat bekend om het hoge gebruik van water en bestrijdingsmiddelen. Hergebruik van jeans bespaart dus veel energie en vervuiling. Elke jeans to jeans-spijkerbroek bespaart 40 procent aan nieuwe grondstoffen.

Berekening sloop gebouw

Gebouw BVO: 10.000 m²
Totaal BVO verslagjaar: 240.000 m²
Energiegebruik gas: 1300 MJ/m² finaal
Energiegebruik elektriciteit: 700 MJ/m² finaal
Energiegebruik voorgaand verslagjaar: 350 TJp
Referentie energiegebruik: 1500 MJ/m²
Referentie energiegebruik verslagjaar: 1400 MJ/m²
Rendement elektriciteitsnet 42%

Volume effect:

$$\text{Primair energiegebruik vorig jaar} \times \left(\frac{\text{referentie energiegebruik verslagjaar}}{\text{referentie energiegebruik vorig jaar}} - 1 \right)$$

Het volume effect is:

$$350 \text{ TJp} \times \left(\frac{240.000 \times 1500}{250.000 \times 1500} - 1 \right) = 350 \text{ TJ} \times (0,96 - 1) = -14 \text{ TJp}$$

Deze besparing wordt automatisch berekend en in de decompositiegrafiek gezet. Het gebouw had een werkelijk energiegebruik van: $1300 \times 10.000 + 700 \times (1/0,42) \times 10.000 = 29,7 \text{ TJ}$ primair. Het verschil van 15,7 TJp kan als besparingsmaatregel worden opgegeven.

Berekening nieuwbouw

Referentie energiegebruik: 1900 MJ/m² primair
Er wordt een nieuw gebouw van 10.000 m² BVO opgeleverd. Dit gebouw heeft een verwacht energiegebruik van 400 MJ/m² finaal voor verwarming en 500 MJ/m² finaal voor elektriciteit.
Gebouw BVO: 10.000 m²
Totaal BVO verslagjaar: 240.000 m²
Energiegebruik voorgaand verslagjaar: 400 TJp

Door de toename van het volume zal er in de decompositie grafiek een toename te zien zijn bij het 'volume effect' van:

$$400 \text{ TJp} \times \left(\frac{240.000 \times 1900}{230.000 \times 1900} - 1 \right) = 400 \text{ TJp} \times (1,043 - 1) = 17,38 \text{ TJp}$$

Het gebouw verbruikt $10.000 \text{ m}^2 \times 400 \text{ MJ/m}^2 + (10.000 \text{ m}^2 \times 500 \text{ MJ/m}^2 \times (1/0,42)) = 15,9 \text{ TJp}$. Het verschil van $17,38 - 15,9 = 1,5 \text{ TJp}$ kan als besparingsmaatregel worden opgegeven.

Berekening vervangende nieuwbouw

Er wordt een gebouw gesloopt van 5000 m² BVO. Daarvoor in de plaats komt een gebouw van 10.000 m² BVO.
Referentie energiegebruik: 2500 MJ/m² primair
Energiegebruik voorgaand verslagjaar: 400 TJp
Energiegebruik sloopgebouw

Energiegebruik gas: 1300 MJ/m² finaal
Energiegebruik elektriciteit: 700 MJ/m² finaal
Rendement elektriciteitsnet 42%
Energiegebruik nieuwbouw
Energiegebruik verwarming: 400 MJ/m² finaal
Energiegebruik elektriciteit: 500 MJ/m² finaal

Het 'volume effect' gesloopte gebouw:

$$400 \text{ TJp} \times \left(\frac{230.000 \times 2500}{235.00 \times 2500} - 1 \right) = 400 \times (0,978 - 1) = -8,51 \text{ TJp}$$

Het gesloopte gebouw verbruikte $5.000 \text{ m}^2 \times 1300 \text{ MJ/m}^2 + (5.000 \text{ m}^2 \times 700 \text{ MJ/m}^2 \times (1/0,42)) = 14,8 \text{ TJp}$. Het verschil is $14,8 - 8,51 = 6,29 \text{ TJp}$ extra besparing.

Het 'volume effect' nieuwbouw:

$$400 \text{ TJp} \times \left(\frac{245.000 \times 2500}{235.00 \times 2500} - 1 \right) = 400 \times (1,0425 - 1) = 17,02 \text{ TJp}$$

De nieuwbouw verbruikt $10.000 \text{ m}^2 \times 400 \text{ MJ/m}^2 + (10.000 \text{ m}^2 \times 500 \text{ MJ/m}^2 \times (1/0,42)) = 15,9 \text{ TJp}$. Het verschil is $17,02 - 15,9 = 1,12 \text{ TJp}$.

Voor de vervangende nieuwbouw mag een extra besparing worden opgegeven van: $0,52 + 6,74 = 7,25 \text{ TJp}$.

Berekening 'indikking'

Berekening van een 'indikking' is vrij complex, omdat er 'plussen' en 'minnen' en gebouwkenmerken moeten worden meegenomen in één berekening. Daarom is er geen eenvoudige methode, alleen een zeer globale methode om alvast enig inzicht te geven.

In de CIBSE TM 41 'Degreedays theory and application' staat een methode hoe indikking berekend kan worden. Een andere methode is gebruik maken van een gebouwsimulatie programma zoals VABI VA114 of EPA-U rekenmethodiek.

Zeer globale berekening:

De 400 medewerkers van een gebouw (10.000 m² BVO, gas 1100 MJ/m²; 500 MJ/m² finaal) worden verdeeld over 2 andere kantoren. De beide andere kantoren hebben elk 500 medewerkers, BVO 15000 m².

Energiegebruik gas: 1300 MJ/m² finaal

Energiegebruik elektriciteit: 500 MJ/m² finaal

ICT elektriciteitsgebruik: 20%

Koeling elektriciteitsgebruik: 15%

Verlichting elektriciteitsgebruik: 30%

Mens + ict = 150 Watt

Aanwezigheid maximaal: 1800 uur stookseizoen

Verandering per kantoor:

Elektriciteitsgebruik: de toename van 200 mensen veroorzaakt een stijging van het elektriciteitsgebruik, meer ICT en meer koeling.

Toename ICT: $0,20 \times 500 \times 200/500 \times f = 40 \text{ MJ/m}^2 \times 15.000 \text{ m}^2 = 0,6 \text{ TJ}$ finaal. De reductiefactor f is in dit voorbeeld op 1 gezet. Deze is afhankelijk van de situatie, zoals gelijktijdigheid.

Toename koeling: $0,15 \times 500 \times 200/500 \times f = 30 \text{ MJ/m}^2 \times 15.000 \text{ m}^2 = 0,45 \text{ TJ}$ finaal. de reductiefactor f is in dit voorbeeld op 1 gezet. Deze is wel afhankelijk van de situatie.

Toename verlichting: de toename in verlichting wordt in dit voorbeeld op 0 gesteld, omdat verlichting meestal onafhankelijk is van het aantal mensen, tenzij er wordt gewerkt met aanwezigheidsdetectie. In dat geval zal de verlichting waarschijnlijk licht stijgen. Dit is afhankelijk van de situatie.

Verwarming: de toename van 200 mensen met computerwerkzaamheden veroorzaakt een vermindering van het energiegebruik voor verwarming.

Afname verwarming: $200 \times 150\text{W} \times f = 30\text{kW}$. De reductiefactor f is in dit voorbeeld op 1 gesteld, maar dit is afhankelijk van de gelijktijdigheid.

Besparing: $30 \text{ kW} / 31,65 \text{ MJ/m}^3 / 3,6 \text{ MJ/kWh} = 3,4 \text{ m}^3 \text{ gas per uur}$. Aantal branduren ketel waarvoor deze besparing geldt is maximaal de aanwezigheid van deze mensen: 1800 uur.

Besparing: $1800 \times 3,4 \times 31,65 \text{ MJ/m}^3 / 0,9 = 215,22 \text{ GJ} = 14,38 \text{ MJ/m}^2$

Besparing verlaten gebouw: $1100 \times 10.000 + (10.000 \times 500 \times 1/0,42) = 22,9 \text{ TJp}$

Totaal: $22,9 + 2 \times (0,215 - ((0,6 + 0,45) \times 1/0,42)) = 18,33 \text{ TJp}$

Het volume effect:

$$99 \text{ TJp} \times \left(\frac{30.000 \times 2475}{40.000 \times 2475} - 1 \right) = 99 \times (0,75 - 1) = -24,75 \text{ TJp}$$

Het verschil van 6,42 Tj is **een ontsparing**. Deze dient als **invloedsfactor** categorie B te worden opgegeven.

Berekening besparing bodemenergie

De bijdrage kan via warmtemeting of berekening worden vastgesteld. Indien de voorverwarmer voorzien is van warmtemeters kan de warmte direct uitgelezen en verrekend worden.

Uitgangspunten

Warme bron temperatuur: 15°C

Luchtbehandelingskast 108.000 m³/h, intredetemperatuur

voorverwarmer: 14°C, uittrede temperatuur 8°C, weerstand 120 Pa, η elektromotor 0,9, η ventilator 0,85, η v-snaar 0,9

Weerstation: De Bilt

Met de graaddagen formule kan de bespaarde warmte worden berekend.

Q (J) = graaddagen x volumestroom (m³/s) x soortelijk gewicht (kg/m³) x soortelijke warmte lucht (kJ/kg.K) x 24 (h) x 3600 (s).

Voor een voorverwarmer moet het aantal graaddagen worden aangepast aan de buitentemperatuur van 14°C (ipv 18°C, standaard in Nederland).

Via de website www.degreedays.net zijn deze op te zoeken.

Besparing: 1881 x 30 x 1,008 x 1,2 x 24 x 3600 = 8,534 TJ aan geleverde warmte. Om een warmteoverdracht te krijgen is er een temperatuurverschil nodig tussen verwarmers en buitenlucht. Een betere buitentemperatuur zou 12°C zijn, dan is het aantal graaddagen 1420 en de besparing 4,452 TJ aan geleverde warmte.

Als de voorverwarmer later geplaatst is neemt door de toegenomen weerstand het elektriciteitsverbruik toe. $P = \frac{m^3/s \times N/m^2}{(\eta \text{ elektromotor} \times \eta \text{ ventilator} \times \eta \text{ v-snaar})}$

$P = 30 \times 120 / (0,9 \times 0,85 \times 0,9) = 5,228 \text{ kW}$. Het extra energiegebruik is : $5,228 \text{ kW} \times 2500 \text{ h} \times 3,6 \text{ MJ/kWh} = 47,052 \text{ GJ}$ totaal.

Berekening besparing warmtepomp

Voorbeeld 1

Referentie situatie

Gasverbruik: 500.000 m³ gas 100% ruimteverwarming; gasketel η 90%

Elektriciteitsgebruik koelmachine: 200.000 kWh; SPF 3,2

Rendement elektriciteitsvoorziening: 42%

Nieuwe situatie

Warmtekuideopslag met warmtepomp; SPF 4

Gasverbruik 40.000 m³ gas

Elektriciteitsgebruik koelmachine 20.000 kWh;

Elektriciteitsgebruik bronpomp warme bron: 50.000 kWh

Elektriciteitsgebruik bronpomp koude bron: 30.000 kWh

Warmte

Het gebouw is niet aangepast, de warmtevraag blijft daarom gelijk aan de referentiesituatie, deze is dus $500.000 \times 0,90 = 450.000 \text{ m}^3 \text{ gas} = 14,242 \text{ TJ}$.

In de nieuwe situatie hebben de ketels 40.000 m³ gas gebruikt. Van de totale warmtevraag is dus $40.000 \times 0,9 \times 31,65 \text{ MJ/m}^3 = 1,139 \text{ TJ}$ door de ketels geleverd. De warmtepomp heeft dan $14,242 - 1,139 = 13,106 \text{ TJ}$ aan duurzame warmte geleverd.

De benodigde elektriciteit voor de warmtepomp bedraagt dan $13,106 \text{ TJ} / (4 \text{ (SPF)} \times 3,6 \text{ MJ/kWh}) = 909.903 \text{ kWh}$.

De bronpomp heeft 50.000 kWh gebruikt.

Totaal is er 959.903 kWh gebruikt, dit is $959.903 \times 3,6 \times (1/0,42) = 8,228 \text{ TJ}$ primair.

De besparing door de warmtepomp is dan $15,825 - 8,228 = 7,597 \text{ TJp}$

Koude

De koude wordt nu direct uit de koude bron geleverd, alleen bij pieklast wordt de koelmachine nog ingezet.

De besparing is: $200.000 - (30.000 + 20.000) = 150.000 \text{ kWh}$, dit is $1,350 \text{ TJp}$

Indien de koude ook door warmtepomp (zomerbedrijf) wordt geleverd dan is er een kleinere besparing: $200.000 - ((3,2/4) \times 200.000 + 30.000) = 10.000 \text{ kWh} = 90 \text{ GJp}$.

Omdat de klimatologische omstandigheden per jaar verschillen moet er nog wel een draaddagen correctie plaatsvinden op de referentiesituatie om de besparing juist te berekenen.

Berekening bijdrage bodemenergie volgens protocol 'Monitoring hernieuwbare energie', herziene versie 2014

Indien er weinig gegevens voorhanden zijn om berekeningen te maken, kan men ook gebruik maken van de formules en aanpak uit het protocol 'Monitoring hernieuwbare energie':

- Berekening bijdrage hernieuwbare energie voor bodemenergiesystemen met warmtepompen, zie § 4.2
- Berekening bijdrage hernieuwbare energie voor bodemenergie, zie § 4.3
- Berekening bijdrage hernieuwbare energie voor warmtepompen met lucht als bron, zie § 4.4
- Berekening bijdrage hernieuwbare energie uit oppervlakte water, zie § 4.5