



Leidraad voor het verminderen van CO₂-uitstoot op bedrijventerreinen

Colofon

Deze publicatie kwam tot stand onder impuls van "Answers to the Carbon Economy" (ACE, overgang naar een koolstofarme economie), een samenwerkingsverband van het Interreg-programma IVa 2 Zeeën.. Zes projectpartners uit drie Europese landen (VK: Hastings Borough Council en Sea Change Sussex; België: wvi, Stad Gent en de Universiteit Gent; Frankrijk: ECOPAL) werkten actief samen en leverden de input voor deze publicatie. De publicatie is deels gebaseerd op casestudy's die tijdens het project in de 2 Zeeën regio uitgevoerd werden en deels op het proefschrift dat twee doctoraatstudenten van Universiteit Gent uitvoerden in het kader van het project.

Het ACE-project is gedeeltelijk gefinancierd door het IV A 2 Zeeën Programma (Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling) dat de grensoverschrijdende samenwerking wil bevorderen tussen de kustgebieden van vier lidstaten: Frankrijk (Nord-Pas de Calais), Engeland (ZW, ZO, O), België (Vlaanderen) en Nederland (zuidelijk kustgebied). Meer informatie over het Interreg IVa 2 Zeeën Programma kunt u vinden op <http://www.interreg4a-2mers.eu>.

De publicatie kan worden gedownload via: <http://www.ace-low-carbon-economy.eu/en/results-tools/manual/>

Neem voor meer informatie contact met ons op via e-mail: mrbb@ugent.be

Reproductie is toegestaan, mits bronvermelding. Voor gebruik/reproductie van auteursrechtelijk beschermd materiaal van derden, als dusdanig opgegeven, dient toestemming van de auteur te worden aangevraagd.

ISBN: 9789082233025

NUR: 950

Legal Deposit: D/2014/13.442/3

Auteurs: Timmerman J., Deckmyn C., Vandeveld L. en Van Eetvelde G.

Translated from English into Dutch by Wilkens c.s. Vertalers & Tolken

1^e editie – september 2014

Project team

- HBC: Pranesh Datta, Sara Marshall
- ECOPAL: Peggy Ricart
- wvi: Marianne Vancleemput, Kathy Danneels, Jeroen Verbeke
- City of Ghent: Björn De Grande, Barbara Govaert
- Ghent University: Christof Deckmyn, Jonas Timmerman, Véronique Victor
- Sea Change Sussex: John Williams

Disclaimer

De in deze publicatie geciteerde organisaties zijn niet gebonden door het samenwerkingsverband. Deze publicatie geeft de standpunten van de auteur weer. De overheden van het INTERREG IVA 2 Zeeën programma zijn niet aansprakelijk voor het gebruik van de gegeven informatie die hierin wordt verstrekt.

**Leidraad
voor het verminderen
van CO₂-uitstoot
op bedrijventerreinen**

Inhoud

1	PROJECT ACE	7
1.1	Achtergrond	8
1.2	Doelstellingen	8
1.3	Partners	8
1.4	Leidraad voor het verminderen van de CO ₂ -uitstoot op bedrijventerreinen	8
1.5	Overzicht van de hoofdstukken	9
2	KLIMAAT- EN ENERGIEBELEID	11
2.1	Inleiding	12
2.2	Klimaatverandering	12
2.2.1	Broeikaseffect	12
2.2.2	Opwarming van de aarde	12
2.3	De rol van de industrie	13
2.3.1	Uitstoot van broeikasgassen	13
2.3.2	Eindverbruik van energie	14
2.4	Europees klimaat- en energiebeleid	15
2.4.1	Kyoto-protocol	16
2.4.2	EU 2020-strategie	16
2.4.3	Climate and Energy Package	17
2.4.4	Energy Performance of Buildings Directive	19
2.4.5	Framework 2030	20
2.4.6	Roadmap 2050	20
2.4.7	Industrial Emissions Directive	21
2.4.8	Regelgeving uitstoot van F-gassen	21
2.4.9	Horizon 2020 instrumenten	21
2.4.10	Samenvatting	22
2.4.11	Uitdagingen van het beleid	22
2.4.12	Bronnen	24
2.5	Nationaal, regionaal en lokaal klimaat- en energiebeleid	25
2.6	Nationale en regionale beleidsmaatregelen voor de industrie	26
2.6.1	België	27
2.6.2	Frankrijk	31
2.6.3	Verenigd Koninkrijk	33
2.6.4	Nederland	37
2.6.5	Duitsland	39
2.6.6	Vergelijkende tabel maatregelen nationaal energiebeleid	42
3	CO₂-ARME BEDRIJVENTERREINEN	43
3.1	Inleiding	44
3.2	Concepten voor de duurzaamheid van bedrijventerreinen	44
3.2.1	Duurzame bedrijventerreinen	44
3.2.2	Eco-industriële parken	45
3.2.3	Groene industrieparken	46
3.2.4	CO ₂ -arme bedrijventerreinen	46
3.3	Trias Energetica	46
3.4	Toepassingsniveaus van energiemaatregelen	47
3.5	Carbon footprintCarbon footprint	48
3.6	CO ₂ -neutraliteit	50

3.7	Beleid en regelgeving	51
3.8	Stimuleren en bewustmaken	51
3.9	Voorbeelden uit de hele wereld	52
3.10	Bronnen	53
4	ENERGIESYSTEEM VAN EEN BEDRIJVENTERREIN	55
4.1	Inleiding	56
4.2	Bovenbouw energiesysteem	56
4.3	Overzicht technologische energiemaatregelen	57
4.4	De thermodynamische kwaliteit van energievraag en -aanbod afstemmen	57
4.4.1	Definities	57
4.4.2	Beknopte theorie van exergie	58
4.4.3	De factor kwaliteit	58
4.4.4	Verwarmings- en koelsystemen met exergie efficiëntie	59
4.4.5	Afstemmen van energievraag en -aanbod	60
4.5	Energiemodellen	61
4.5.1	Tijdgebonden profielen van energievraag en -aanbod	61
4.5.2	Technisch-economisch energiemodel	62
4.5.3	Indeling van modellen	63
4.5.4	Toepassing bij energiesystemen van bedrijventerreinen	64
4.6	Bronnen	65
5	ENERGIEGEBRUIK VAN BEDRIJVEN	67
5.1	Inleiding	68
5.2	Profiel van het energiegebruik van een bedrijf	68
5.2.1	Energiediensten of energie-functies	68
5.2.2	Tijdgebonden profielen	70
5.2.3	Temperatuurniveaus van thermische vraag	70
5.3	Energiebeheer	71
5.3.1	ISO 50001	72
5.3.2	Energieaudit	72
5.3.3	Energiemonitoring	74
5.3.4	Energiebeheersysteem	75
5.3.5	Casestudy's	75
5.4	Energie-efficiëntie	78
5.4.1	Energie-efficiënte maatregelen - Gebouwen	78
5.4.2	Voorschriften energieprestaties gebouwen	81
5.4.3	BREEAM	83
5.4.4	Energie-efficiënte maatregelen - Proces	83
5.4.5	Regelgeving energieprestatieprocessen	84
5.4.6	Het evalueren van investeringen	85
5.4.7	Belemmeringen	86
5.4.8	Casestudy's	86
5.5	Pinch analyse	86
5.5.1	Berekening van energetische belasting voor opwarmen en afkoelen	86
5.5.2	Berekening van maximum warmteterugwinning en minimum nutsvoorzieningen voor verwarming en koeling	87
5.5.3	Integratie van energieomzettingstechniek	87
5.5.4	Ontwerp van warmtewisselaarnetwerk	88
5.5.5	Regels	89
5.6	Totale analyse van de locatie	89
5.7	Bronnen	91

6	KOOLSTOFARME ENERGIEPRODUCTIE	93
6.1	Inleiding	94
6.2	Energiebronnen	94
6.3	Energieomzettingstechnologie	94
6.4	Energieopslagtechnologie	95
6.5	Hernieuwbare energieproductie	95
6.5.1	Zonne-energie	95
6.5.2	Windenergie	97
6.5.3	Geothermische energie	98
6.5.4	Biomassa	101
6.6	Warmtepompen en koelcycli	101
6.7	Warmtekrachtkoppeling	102
6.8	Condensatieketels	103
6.9	Garanties van oorsprong en certificaten	104
6.9.1	EU	104
6.9.2	Vlaanderen	104
6.9.3	Brussel	105
6.9.4	Wallonië	105
6.9.5	Frankrijk	106
6.9.6	VK	106
6.10	Casestudy's	106
6.10.1	Industriepark "The Loop"	106
6.10.2	Site suikerfabriek Veurne	106
6.10.3	Site suikerfabriek Veurne	106
6.10.4	Bedrijfsverzamelgebouw Veurne	106
6.11	Bronnen	107
7	ENERGIE CLUSTEREN	109
7.1	Industriële ecologieconcepten	110
7.2	Fysieke energie clusteren	110
7.2.1	Collectieve energieproductie	110
7.2.2	Lokale energienetwerken	111
7.2.3	Uitwisseling van warmte	111
7.2.4	Uitwisselen van grondstoffen	111
7.3	Clusteren van energiegerelateerde diensten	112
7.4	Complementaire energieprofielen	112
7.5	Bedrijfsplannen voor collectieve energieproductie	112
7.6	ESCO-bedrijven	113
7.7	Warmtenetten op wijk- en lokaal niveau	113
7.8	Microgrids	114
7.9	Haalbaarheid van energieclustering	114
7.10	De rol van de bedrijventerreinontwikkelaar in energieclustering	114
7.11	Belemmeringen en oplossingen voor energieclustering	115
7.12	Casestudy's	115
7.12.1	The Loop	115
7.12.2	Gent Zuid 1	115
7.12.3	Roeselare West	116
7.12.4	Warmte-uitwisseling tussen afvalverbrandingsinstallatie en glastuinbouwzone	116
7.12.5	Warmtekaart en rekenmodel voor warmtenetten	116
7.12.6	Suikerfabriek Veurne	116
7.13	Bronnen	117

8	SLIM ENERGIEBEHEER	119
8.1	Inleiding	120
8.2	Microgrids	120
8.2.1	Opnieuw uitvinden van het netwerk	120
8.2.2	Van bedrijventerrein tot microgrid	120
8.2.3	Structuur en kenmerken	121
8.2.4	Verspreide energiebronnen	121
8.2.5	Vraag naar elektriciteit	122
8.3	Energiebeheer	122
8.3.1	Energiebeheersysteem	123
8.3.2	Besturingsarchitectuur	124
8.4	Bronnen	126
9	NIEUWBOUW EN AANPASSING BESTAANDE INFRASTRUCTUUR	127
9.1	Ontwikkeling van een nieuw industriepark met lage CO ₂ -uitstoot	128
9.1.1	Ontwikkelingsfases	128
9.1.2	Integratie van energiemaatregelen voor lage CO ₂ -uitstoot bij ontwikkeling van bedrijventerreinen	128
9.1.3	Uitgiftevoorwaarden	131
9.2	Aanpassing bestaande industrieparkinfrastructuur	132
9.3	Combinatie van aanpassing bestaande industrieparkinfrastructuur en uitbreiding met lage CO ₂ -uitstoot	135
9.4	Controle op de duurzaamheid van industriepark projectontwikkeling	135
9.5	Casestudy's	135
9.6	Bronnen	136
10	CASESTUDY'S	137
10.1	Begeleidingstraject voor energiemanagement	138
10.2	Industriepark Gent Zuid 1	140
10.3	Industriepark Wiedauwkaai/Wondelgemse Meersen	142
10.4	Industriepark "The Loop"	147
10.5	Industriepark Roeselare West	152
10.6	Glastuinbouwgebied Roeselare	156
10.7	Thermografische kaartweergave voor afval en rekenmodel voor warmtenetten	158
10.8	Site van de suikerfabriek van Veurne	160
10.9	Bedrijfsmodel voor collectieve hernieuwbare energieproductie	165
10.10	Elektrische laadstations	167
10.11	Industriepark De Spie	169
10.12	Bedrijfsverzamelgebouw Veurne	172
10.13	Ondersteuningstraject voor bedrijven in industrieparken met lage koolstofuitstoot	176
10.14	Warmtenet industriepark "2 Synthe"	178
10.15	Collectieve afvalophaling en -verwerking	179
10.16	Theaklen Drive renovatieproject	182

LOW
CARBON
BUSINESS
PARK
MANUAL

Hoofdstuk 1

Project ACE

1 ACE-project

1.1 Achtergrond

Answers to the Carbon Economy (ACE) is een project in het INTERREG IVA 2 Zeeën programma. Het is een initiatief dat grensoverschrijdende samenwerking stimuleert tussen de kustgebieden van vier Europese lidstaten: Frankrijk (Nord-Pas de Calais), Engeland (ZW, ZO, O), België (Vlaanderen) en Nederland (zuidelijk kustgebied). ACE richt zich op de 2^{de} prioriteit van het 2 Zeeën programma: het bevorderen en ontwikkelen van een veilig en gezond milieu. Het project wordt gefinancierd door het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, Communauté Urbaine de Dunkerque en Agentschap Ondernemen. De totale begroting van het project bedraagt iets meer dan 4 miljoen euro.

1.2 Doelstellingen

ACE wil een duurzame economische groei stimuleren en biedt hiermee een antwoord op de klimaat- en energiedoelstellingen van de Europese Unie. Het project zet deze doelstellingen om in kansen die het concurrentievermogen van bedrijven en bedrijventerreinen in het projectgebied verhogen. ACE ondersteunt zijn projectpartners in het opstarten van koolstofarme initiatieven en projecten door het uitwisselen van kennis en good practices. Juridische, economische, sociale, technische en ruimtelijke maatregelen ter vermindering van de CO₂-uitstoot door energiegebruik worden op 3 niveaus bevorderd: van het individuele bedrijfsniveau, via clusters van bedrijven naar het niveau van bedrijventerreinen (en zelfs tot op regionaal niveau).

1.3 Partners

Voor een succesvolle transitie naar een koolstofarme economie is internationale samenwerking onontbeerlijk. Om een maximale impact te bereiken, moeten succesvolle ideeën snel worden gedeeld. Hiervoor werd een speciaal samenwerkingsverband tussen zes partners op touw gezet. Dit samenwerkingsverband wordt geleid door Hastings Borough Council (HBC). Samen met Sea Change Sussex vormt HBC de Zuidoost-Engelse poot van het project. Partner ECOPAL is gevestigd in Noord-Frankrijk en drie partners (wvi: West-Vlaamse Intercommunale, stad Gent en Universiteit Gent) zijn gehuisvest in Vlaanderen.



1.4 Leidraad voor een bedrijventerrein met lage CO₂-uitstoot

De leidraad voor CO₂-arme bedrijventerreinen is een belangrijk eindresultaat van het ACE-project. Dit document verzamelt de opgedane ervaringen van de zes projectpartners uit drie lidstaten van de Europese Unie in de loop van dit 3 jaar durende project. Het handboek vormt een leidraad voor bedrijven en ontwikkelaars van bedrijventerreinen en biedt naast uitgebreide achtergrondinformatie ook een overzicht van maatregelen voor koolstofarme energie. Bovendien beschrijft het handboek de praktische implementatie van deze maatregelen aan de hand van casestudy's uitgevoerd door de projectpartners. Tot slot is het doel van het handboek om bedrijventerreinontwikkelaars en -beheerders, lokale overheden en bedrijven te helpen bij hun transitie naar een koolstofarme economie.

1.5 Overzicht van de hoofdstukken

- **Hoofdstuk 2** beschrijft op een beknopte manier de problematiek van klimaatverandering, en becijfert de bijdrage van de industriesector in het Europees en nationaal finaal energiegebruik, en de overeenkomstige CO₂-uitstoot. In dit hoofdstuk worden het huidige Europese, nationale en regionale energiebeleid onderzocht. Er wordt een overzicht gegeven van de beleidsmaatregelen die een invloed hebben op bedrijven en bedrijventerreinen. Tot slot wordt het energiebeleid van België, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Nederland en Duitsland met elkaar vergeleken.
- **Hoofdstuk 3** verduidelijkt aan de hand van mondiale voorbeelden mogelijke duurzaamheidsconcepten voor bedrijventerreinen. De prioritaire strategie voor het toepassen van maatregelen om de CO₂-uitstoot te verminderen (Trias Energetica) wordt uitgelegd en de verschillende niveaus waarop deze strategie kan worden toegepast komen aan bod: individueel bedrijfsniveau, bedrijvenclusterniveau, bedrijventerreinniveau en bij uitbreiding regionaal niveau. De begrippen CO₂-voetafdruk en CO₂-neutraliteit worden geïntroduceerd en het beleid en de regelgeving omtrent het ontwikkelen van CO₂-arme bedrijventerreinen worden geanalyseerd.
- In **hoofdstuk 4** wordt een algemeen overzicht gegeven van een energiesysteem voor een bedrijventerrein. Hierbij worden de technologische maatregelen voor CO₂-reductie aangegeven. Het belang van het afstemmen van de temperatuurvraag en -aanbod komt in detail aan bod. Daartoe worden een aantal thermodynamische begrippen gedefinieerd. De nadruk wordt gelegd op het gebruik van technisch-economische energiemodellen. Met deze modellen kunnen we de configuratie en werking van een energiesysteem met de laagste kosten en de laagste CO₂-uitstoot berekenen.
- In **hoofdstuk 5** wordt geïllustreerd hoe het energiegebruikprofiel van een bedrijf op te delen is in energiefuncties voor het gebruik van het gebouw enerzijds en energiefuncties voor de productieprocessen anderzijds. In dit hoofdstuk komen methoden voor energiebeheer op bedrijfsniveau aan bod (certificering, energieaudit, energie controle/management systeem). Er wordt een overzicht gegeven van energie-efficiëntie maatregelen voor gebouwgebruik en processen en de relevante regelgeving wordt onderzocht. Technieken als Pinch-analyse en 'Total Site Analyse' komen in detail aan bod. Deze tools kunnen worden gebruikt voor het beoordelen van het potentieel aan warmte-uitwisseling tussen processen op bedrijfsniveau of zelfs op niveau van het bedrijventerrein.
- **Hoofdstuk 6** richt zich op hernieuwbare of efficiënte energieproductietechnologieën. De beschikbaarheid van zonne-energie, geothermische energie, windenergie en biomassa wordt besproken, alsook de verschillende technieken en hun opbrengst. Voorts wordt de werking en de toepassing van warmtepompen uitgelegd. Het basisprincipe van warmtekrachtkoppeling en de werking van een condensatietekel worden uitgelegd. Ten slotte wordt aandacht besteed aan het Europese systeem voor garanties van oorsprong, groenestroomcertificaten en warmtekrachtkoppelingcertificaten.
- **Hoofdstuk 7** beschrijft de verschillende mogelijkheden en voordelen van samenwerking tussen verschillende bedrijven op het vlak van energievoorziening en energiegerelateerde diensten (energieclustering). dit hoofdstuk toont hoe bedrijven met complementaire energieprofielen synergievoordeel kunnen halen op het vlak van energie. Men beschrijft mogelijke business cases voor collectieve energieproductie en de potentiële rol van energiebedrijven (Energy Service Companies, ESCO) hierin. Voorts komen concepten voor warmtenetten op wijkniveau en slimme microgrids aan bod. Vervolgens wordt besproken hoe bedrijventerreinontwikkelaars energieclustering kunnen bevorderen en welke obstakels hiervoor moeten worden overwonnen. Ten slotte wordt energieclustering geïllustreerd aan de hand van praktische ACE-casestudy's.
- **Hoofdstuk 8** focust op microgrids en energiemanagement. Aan de hand van voorbeelden over de hele wereld worden de structuur en eigenschappen van microgrids beschreven. In dit hoofdstuk komt ook energiemanagement aan bod, zowel op het niveau van individuele productie-eenheden, als op het niveau van energie-uitwisseling met het elektriciteitsnet en op het niveau van de energievraag (verschuiving van de belasting, peak shaving, actieve controle van de belasting).

- **Hoofdstuk 9** behandelt de koolstofarme reconversie van bedrijventerreinen of de ontwikkeling van nieuwe CO₂-arme bedrijventerreinen. Een praktische activiteitentabel biedt een leidraad voor de toepassing van koolstofarme energiemaatregelen in de verschillende ontwikkelingsfasen van het project met aanduiding van de verschillende stakeholders
- In **hoofdstuk 10** komen 16 case studies, uitgevoerd in het kader van het ACE-project, aan bod. De praktische uitvoering van koolstofarme energiemaatregelen en de belemmeringen op economisch, juridisch, sociaal of ruimtelijke niveau worden in dit hoofdstuk besproken. Na de voorstelling van elke casestudie volgt een evaluatie door de betrokken partners.

LOW
CARBON
BUSINESS
PARK
MANUAL

Hoofdstuk 2

**Klimaat-
en energiebeleid**

2 Klimaat- en energiebeleid

2.1 Inleiding

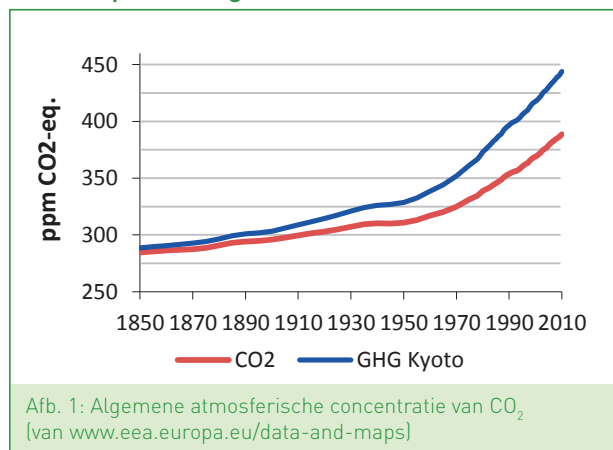
Om de klimaatverandering te matigen, dient de komende decennia de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd drastisch te worden beperkt. Het energie- en klimaatbeleid wordt ontwikkeld op verschillende bestuurlijke niveaus. In dit hoofdstuk concentreren we ons op de beleidsmaatregelen van de sectoren industrie en energie, want het zijn die sectoren die verantwoordelijk zijn voor een groot deel van de uitstoot van broeikasgassen. Dit hoofdstuk beschrijft het Europese klimaat- en energiebeleid en hoe dit op nationaal niveau wordt vertaald. Vervolgens komen nationale beleidsmaatregelen aan bod die van toepassing zijn op de industrie- en energie-sector en worden deze maatregelen ingedeeld volgens hun aanpak. Deze analyse wordt niet alleen uitgevoerd voor Vlaanderen, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk, maar ook voor Brussel, Wallonië, Nederland en Duitsland.

2.2 Klimaatverandering

2.2.1 Broeikasgaseffect

Ongeveer één derde van de zonnestraling die de aarde bereikt wordt direct weerkaatst naar de ruimte door het aardoppervlak en de atmosfeer. Een ander gedeelte wordt geabsorbeerd en omgezet in lange infraroodstraling (warmte). Wanneer warmte opnieuw uitgestraald wordt door het aardoppervlak wordt een bepaald gedeelte geabsorbeerd door de broeikasgassen in de atmosfeer, terwijl de rest terug de ruimte wordt ingestuurd. De broeikasgassen stralen de geabsorbeerde warmte terug uit in alle richtingen en op die manier worden water, land en lucht opgewarmd. Dit natuurlijke broeikasgaseffect houdt de gemiddelde temperatuur van het aardoppervlak op een leefbaar niveau van ongeveer 15°C.

2.2.2 Opwarming van de aarde

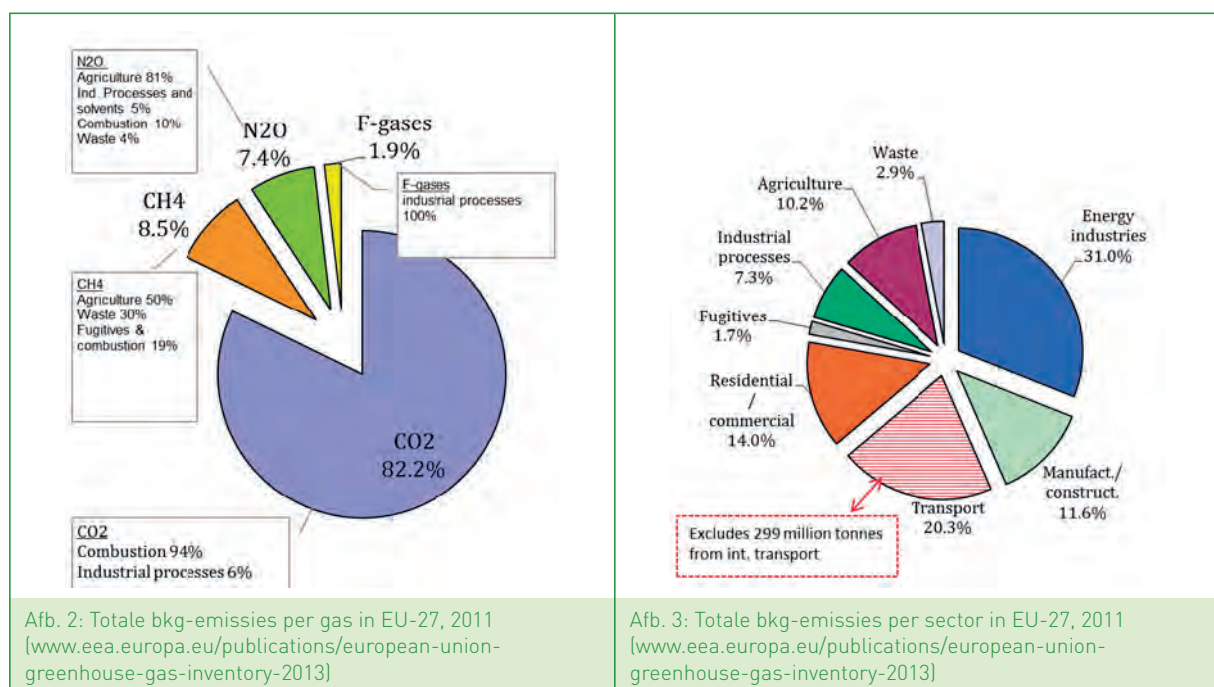


Tijdens de laatste decennia is, in lijn met de industrialisatie en de bevolkingsgroei, de emissie van antropogeen (door mensen veroorzaakt) broeikasgas (bkg) drastisch toegenomen. Het natuurlijk evenwicht tussen de uitstoot en de opname van broeikasgassen is verstoord. Hierdoor stijgen de atmosferische bkg-concentraties (zie afb. 1) waardoor het broeikasgaseffect steeds intenser wordt. Dit leidt tot een globale opwarming van het klimaat. Symptomen zijn globale temperatuurstijgingen, het smelten van poolijs en gletsjers, zeespiegelstijging, verzuring van oceanen en extreme weersomstandigheden zoals droogte, hittegolven en overstromingen. Dit leidt tot ernstige sociale, economische en ecologische schade (IPCC, 2013). Een stijging

van de globale gemiddelde temperatuur met 2°C in vergelijking met het pre-industriële tijdperk, wordt beschouwd als "point of no return". Voorbij dit punt kan de stabiliteit van het klimaat niet langer worden gewaarborgd. Om met een relatief hoge zekerheid onder deze temperatuurgrens te blijven dienen de atmosferische broeikasgasconcentraties onder de 400 ppm CO₂-equivalenten te worden gestabiliseerd, terwijl een limiet van 450 ppm slechts 50% zekerheid biedt. De concentratie bereikt op dit moment evenwel al 478 ppm en neemt toe met 2,1 ppm per jaar. Om deze bedreigende evolutie om te keren dienen de bkg-emissies hun piek te bereiken rond 2020 en vervolgens tegen 2050 meer dan gehalveerd te zijn in vergelijking met het jaar 1990. Het globale klimaatbeleid en de maatregelen die vandaag genomen worden zijn bepalend voor de omvang van de klimaatverandering.

De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), distikstofmonoxide N₂O, perfluorkoolstoffen (PFK's) en zwavelhexafluoride (SF₆). Deze stoffen ontstaan door verbranding van brandstoffen (met inbegrip van industriële verbranding) en chemische reacties in industriële processen, oplosmiddelen, afvalverwerking en de landbouw (zie afb. 2). Het warmteabsorberend vermogen (global warming potential, GWP), is afhankelijk van het type broeikasgas, en daarom wordt het uitgedrukt relatief ten opzichte van dat van koolstofdioxide, over een tijdsduur van 20, 100 of 500 jaar. Over een tijdspanne van 100 jaar bedragen deze vermogens in GWP uitgedrukt: CO₂: 1, CH₄: 25, N₂O: 298, SF₆: 22.800, enz. De GWP-waarden worden door het IPCC gepubliceerd maar worden bijgesteld in hun 5de evaluatieverslag zodat terugkoppelingen tussen het opwarmende klimaat en koolstofemissies kunnen worden opgenomen. De New Scientist ontwikkelde een uitgebreide interactieve kaart die de evolutie van de opwarming van de aarde weergeeft van 1894 tot 2013.

Websites	
478 ppm:	globalchange.mit.edu/news-events/news/news_id/273
2°C grens:	www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Climate-Reports/Point-of-No-Return/
CO ₂ trends film	www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html
GWP	www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html
New Scientist kaart	warmingworld.newscientistapps.com
gtime lapse van het wereldwijd opwarmingsproces	www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=gaJJtS_WDml



2.3 De rol van de industrie

2.3.1 Broeikasgasemissies

Van globaal tot regionaal niveau zijn zowel de industrie- als de energiesector verantwoordelijk voor een groot deel van de broeikasgasemissies (zie afb. 3). In de context van klimaat- en energiebeleid worden emissies vaak toegewezen aan eindgebruiksectoren en in dit geval dus aan de industriële sector (zie tabel 1). De energiesector wekt elektriciteit en warmte op en levert de vereiste hoeveelheid aan de industriële sector. Bijgevolg kunnen bkg-emissies van de industriële sector worden onderverdeeld in **directe emissies** gerelateerd aan het

verbranden van brandstof binnen de sector zelf, en **indirecte emissies** gerelateerd aan de warmte en de elektriciteit ontvangen van de energiesector. Broeikasgassen kunnen ook worden uitgestoten door industriële (chemische, biologische) processen. Deze emissies worden aangeduid als emissies gerelateerd aan **niet-energetisch gebruik**.

Het is een complexe taak om indirecte emissies te berekenen op basis van nationale energiebalansen. Daarom wordt vaak de term **koolstofintensiteit** gebruikt, die de gemiddelde emissie gerelateerd aan elektriciteit aan geeft in $\text{gCO}_2/\text{kWh}_{\text{elektr.}}$. Deze factor hangt af van het type brandstof en van de efficiëntie van de gebruikte technologieën voor elektriciteitsopwekking in de energiesector (zie laatste kolom van tabel 1). De koolstofintensiteit van hernieuwbare energiebronnen is nul.

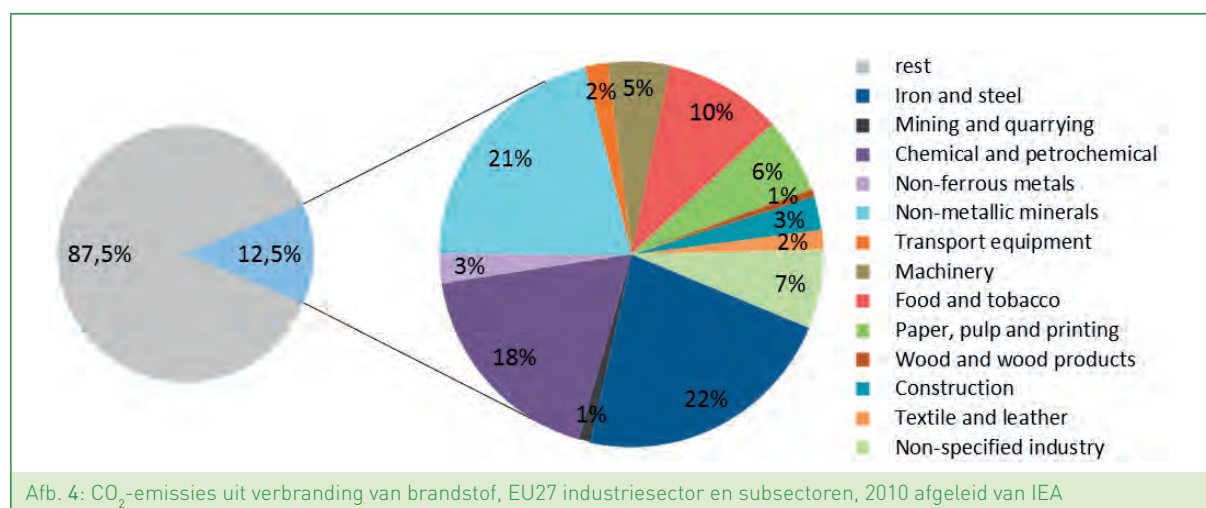
Tabel 1: CO₂-emissies afkomstig van brandstofgebruik en niet-energetisch gebruik in de energiesector (2010), koolstofintensiteit van elektriciteitsopwekking (2010)

CO ₂ -emissies (miljoen ton)	Totaal	industriële productie en bouw*				Koolstofintensiteit g CO ₂ /kWh _{electr.}
		excl. indirecte emissies		incl. indirecte emissies		
België	106,4	24,6	→23,1%	35,1	→33,0%	220
Frankrijk	357,8	62,6	→17,5%	75,1	→21,0%	79
Verenigd Koninkrijk	483,5	51,1	→10,6%	109,0	→22,5%	461
Nederland	187,0	42,3	→22,6%	63,9	→34,2%	415
Duitsland	761,6	116,0	→15,2%	244,5	→32,1%	457
EU27	3659,5	546,9	→14,9%	1005,9	→27,5%	347

*exclusief niet toegewezen zelfproducenten

bron: www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,32870,en.html

In Afb. 4 worden de CO₂-emissies gerelateerd aan brandstofgebruik (directe emissies) binnen de industriële sector van de EU toegewezen aan de belangrijkste subsectoren. Hierbij zijn emissies gerelateerd aan niet-energetisch gebruik, geïmporteerde elektriciteit of warmte (indirecte emissies) niet inbegrepen. De grafiek is opgemaakt met gegevens van het Internationaal Energieagentschap IEA. De sectoren ijzer en staal niet-metaalhoudende mineralen en de chemie en petrochemie zijn de grootste CO₂-uitstoters, gevolgd door de sector levensmiddelen en tabak, en de papier-, pulp- en grafische sector.

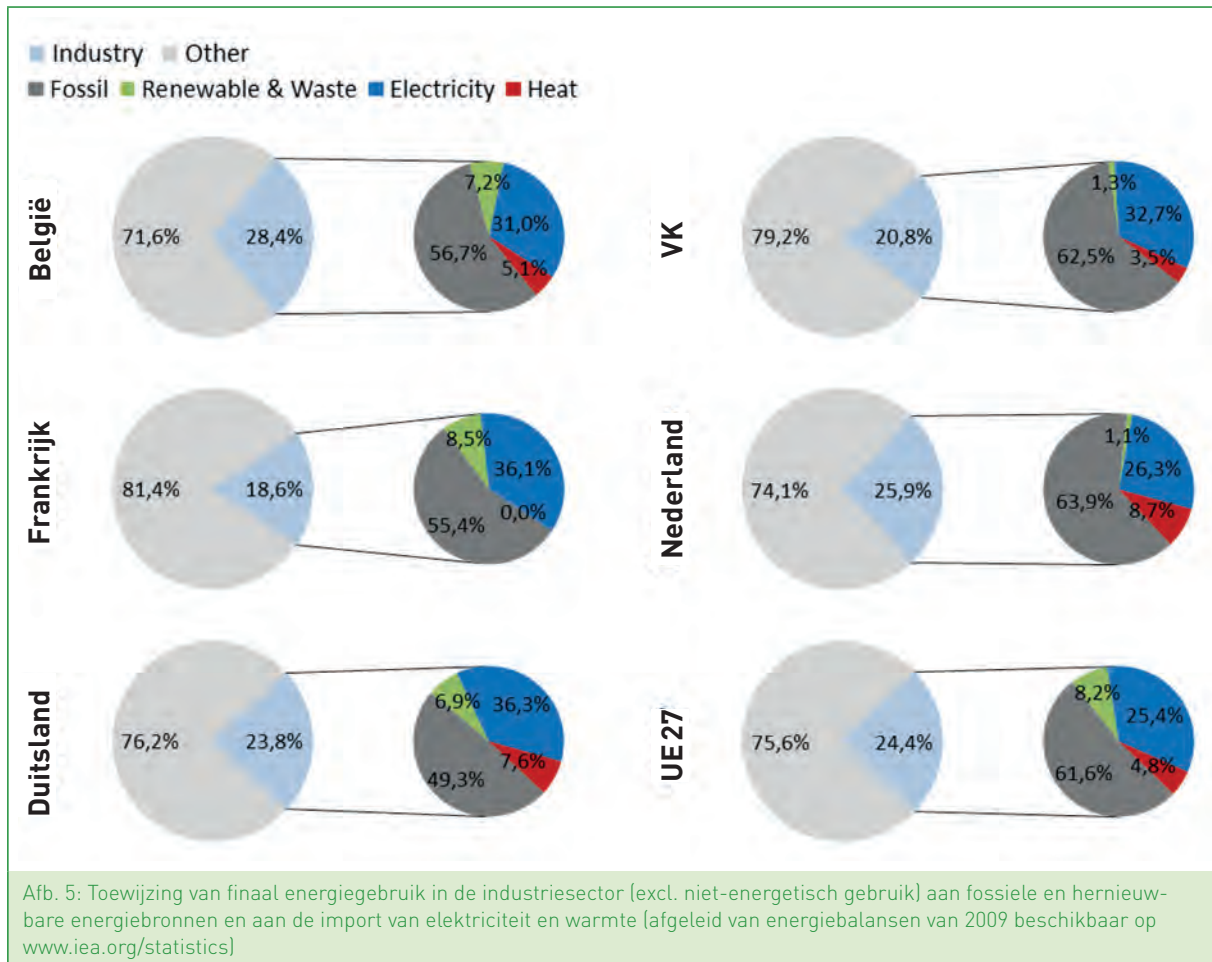


Afb. 4: CO₂-emissies uit verbranding van brandstof, EU27 industriële sector en subsectoren, 2010 afgeleid van IEA

2.3.2 Finaal energiegebruik

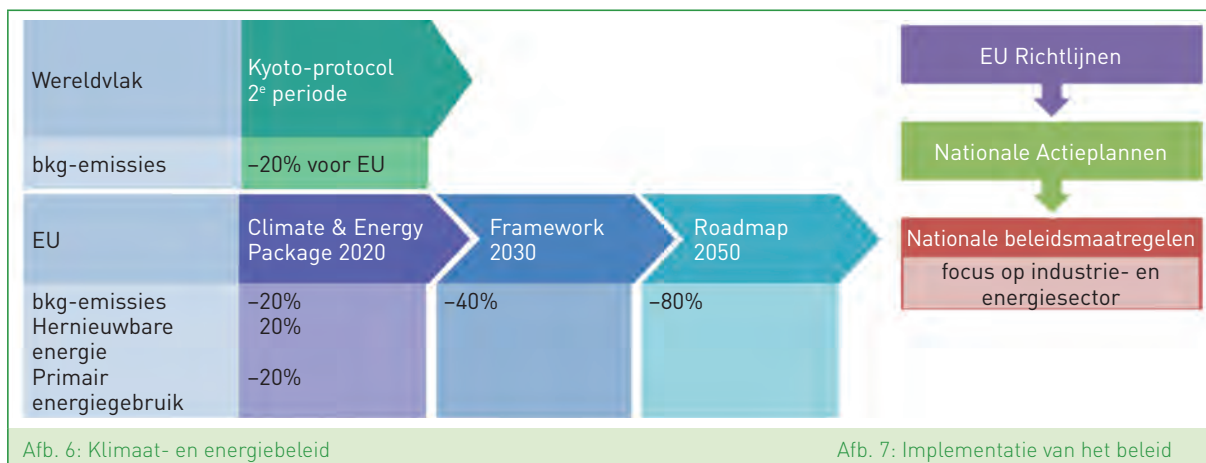
Voor elk land in Afb. 5, wordt het aandeel van de industriële sector in het totale nationale energiegebruik weer gegeven. Energiegebruik van energiedragers voor niet-energetische doeleinden is niet inbegrepen. Vervolgens is het eindverbruik binnen de industriële sector toegewezen aan direct gebruik van fossiele of hernieuwbare energiebronnen en aan de import van warmte en elektriciteit afkomstig van en opgewekt in de energiesector. Het aandeel van hernieuwbare energiebronnen in warmte- en elektriciteitsverbruik verschilt

van land tot land en is afhankelijk van de mix van technologieën in de energiesector waarmee warmte en elektriciteit worden opgewekt. De nationale mix is ook belangrijk bij het berekenen van de hoeveelheid primaire energie die overeenkomt met een bepaalde hoeveelheid ingevoerde warmte of elektriciteit. De grafieken in Afb. 5 zijn gebaseerd op de nationale energiebalansen van 2009 opgemaakt door het Internationaal Energieagentschap (www.iea.org/statistics).



2.4 Europees klimaat- en energiebeleid

Deze paragraaf biedt een overzicht van het Europese klimaat- en energiebeleid. De EU heeft zich er op wereldvlak toe verbonden de doelstellingen van het Kyoto-protocol te bereiken. Bovendien heeft zij een overgang naar een koolstofarme economie uitgestippeld en opgestart. De belangrijkste elementen hiervan zijn: Climate and Energy Package (2020), Framework 2030 en Roadmap 2050 (Afb. 6). Het Climate and Energy Package omvat richtlijnen die samen met andere klimaat- en energiegerelateerde richtlijnen moeten worden omgezet in nationale beleidsplannen. Deze moeten in de praktijk worden omgezet door de nationale overheden via concrete nationale beleidsmaatregelen (Afb. 7). Bovendien vormt het Climate and Energy Package een onderdeel van de overkoepelende Europa 2020-strategie.



2.4.1 Kyoto Protocol

Het Kyoto-protocol is het enige wettelijk bindende verdrag op wereldvlak om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Het werd in 1997 aangenomen en trad in werking aan het begin van 2005. Het protocol omvat de broeikasgassen koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), distikstofmonoxide (N₂O), zwavelhexafluoride (SF₆), perfluorkoolstoffen (PFK's) en vanaf 2013 ook stikstoftrifluoride (NF₃). Omdat CO₂ de grootste absolute invloed op de klimaatopwarming heeft, worden de emissies van de andere broeikasgassen omgezet in overeenkomstige hoeveelheden CO₂ die hetzelfde opwarmingsvermogen of GWP (in CO₂-equivalenten) hebben over een bepaalde termijn. De reductiedoelstellingen worden vervolgens ingesteld op de totale bkg-emissies uitgedrukt in CO₂-equivalenten.

In de **eerste verbintenisperiode** van 2008 tot 2012 dienden de deelnemende ontwikkelde landen jaarlijks hun bkg-emissies over de gehele periode met een gemiddeld percentage van 5% te verminderen ten opzichte van het niveau van 1990. De 15 EU-lidstaten besloten evenwel om in 2002 hun collectieve reductiedoelstelling te verhogen naar 8% onder het niveau van 1990. Door de **Burden Sharing Agreement (BSA)** werd dit vertaald in nationale doelstellingen met percentages van -28 tot +27% afhankelijk van de relatieve rijkdom van het land (VK: -12.5%, Frankrijk: 0%, België: -7.5%, Nederland: -6%, Duitsland: -21%). Later tot de EU toegetreden landen hebben individuele doelstellingen bepaald. Het standaard referentiejaar voor emissiereducties is 1990, maar sommige landen in de overgang naar een markteconomie maken gebruik van verschillende referentiejaar. Bovendien hanteren sommige landen voor HFK's, PFK's en SF₆ 1995 als referentiejaar. In 2011 lagen de EU-15 emissies al 14,9% en de jaarlijkse EU-27 emissies zelfs 18,4% onder de niveaus van 1990.

In de **tweede verbintenisperiode** van 2013 tot 2020 hebben de 28 EU-lidstaten en IJsland zich ertoe verbonden om over de gehele periode hun gezamenlijke jaarlijkse emissies gemiddeld 20% lager te houden dan het niveau van 1990. Op nationaal niveau gelden dezelfde referentiejaar als in de eerste verbintenisperiode.

Om de Kyoto-doelstellingen te bereiken wordt van de landen in de eerste plaats verwacht dat ze interne beleidsmaatregelen nemen om de uitstoot te verlagen of om de koolstofopname te verbeteren. Daarnaast kunnen emissiekredieten worden verhandeld tussen de ontwikkelde landen of kunnen deze worden verdiend door het financieren van emissiereducerende projecten in zowel de ontwikkelde landen als in ontwikkelingslanden. Voor EU-landen wordt dit geregeld door het Emissions Trading System (zie 2.4.3).

2.4.2 EU 2020-strategie

In de overkoepelende Europa 2020-strategie stelt de EU slimme, duurzame en inclusieve groei als belangrijkste prioriteit voorop (zie Afb. 8). Deze prioriteit wordt geconcretiseerd in **vijf kerndoelen**: werkgelegenheid, onderzoek en ontwikkeling, onderwijs en opleiding, klimaat en energie en sociale inclusie en armoedebestrijding. Vervolgens worden deze algemene doelstellingen vertaald naar het nationale niveau. **Zeven vlaggen-schipinitiatieven** zorgen voor het kader om deze doelstellingen te bereiken. De doelstellingen voor klimaat en energie worden gebundeld in het Climate and Energy Package en kreeg de naam 20/20/20 doelstellingen.

De uitvoering van de Europa 2020-strategie zal de veiligheid van de energievoorziening verbeteren en het concurrentievermogen van de industrie verhogen. Daarnaast streeft de Europese Commissie naar het verhogen van het aandeel van het BBP van de industrie met 20% in 2020, om zo te zorgen voor een solide industriële basis.



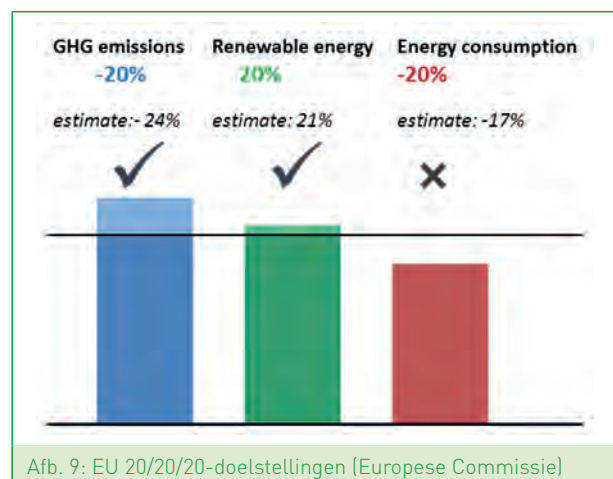
Afb. 8: Europa 2020-strategie

2.4.3 Climate and Energy Package

Om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen, heeft de Europese Unie voor 2020 drie belangrijke doelstellingen, ook wel aangeduid als de **20/20/20** doelstellingen: vermindering van de jaarlijkse **uitstoot** van broeikasgassen met **20%** onder het niveau van 1990, verhoging van het aandeel **hernieuwbare energie** in het finaal energiegebruik tot **20%** en vermindering van het jaarlijkse **primaire energiegebruik** met **20%** ten opzichte van "business as usual (BAU)"-scenario's voor 2020. De emissiereductie kan zelfs worden opgevoerd naar 30% als andere grote economieën hun inspanningen verhogen. De eerste twee doelstellingen worden uitgewerkt en uitgesplitst naar het nationale niveau in het **Climate and Energy Package** dat in 2009 werd gelanceerd. Via EU-richtlijnen wordt een juridisch kader gecreëerd dat verplichte eindresultaten oplegt aan lidstaten die opgenomen moeten worden in hun nationale wetgeving en beleid.

20% emissiereductie

Om praktische redenen werd de beoogde emissiereductie opnieuw geformuleerd als een vermindering van 14% van de emissies ten opzichte van 2005. De inspanningen worden verdeeld over twee complementaire regelingen voor emissieboekhouding, met name het **Emissions Trading system (ETS)** en de **Effort Sharing Decision (ESD)**. Onder het ETS dient een collectieve emissiereductie van 21% te worden bereikt, terwijl onder het ESD nationale streefcijfers worden ingesteld. Het resultaat is een totale emissiereductie van 10% ten opzichte van de niveaus van 2005.



Afb. 9: EU 20/20/20-doelstellingen (Europese Commissie)

Emissions Trading System (ETS):

Het Emissions Trading System van de Europese Unie is een beleidsinstrument om geleidelijk de broeikasgassen in heel Europa te doen afnemen. Het omvat koolstofdioxide (CO₂)-emissies van elektriciteitscentrales, energie-intensieve industriële installaties en commerciële luchtvaartmaatschappijen, distikstofmonoxide (N₂O) emissies gegenereerd door de productie van bepaalde zuren en emissies van perfluorkoolstoffen (PFK's) uit de aluminiumindustrie. Elk jaar zijn de bedrijven die in het systeem zijn opgenomen verplicht om één emissiekrediet per uitgestoten ton CO₂-equivalent in te dienen. Voor elk ontbrekend krediet dient een zware boete te worden betaald. De vermindering van de totale uitstoot wordt bereikt door geleidelijk aan de totale hoeveelheid emissierechten die in het systeem beschikbaar zijn te verminderen. Afhankelijk van de

sector worden een deel van de beschikbare emissierechten gratis toegekend volgens de geharmoniseerde EU-regels die goede voorbeelden van productie met lage uitstoot belonen.

Industrieën die te kampen hebben met aanzienlijke concurrentie uit regio's buiten de EU met minder strenge klimaatwetgeving worden een hoger aandeel gratis emissiekredieten toegekend. Om tot een volledige dekking van hun emissies te komen, kunnen bedrijven bijkomende kredieten kopen op een veiling van andere bedrijven of van erkende emissiereducerende projecten over de hele wereld. Aan de andere kant kunnen overtollige rechten worden geveild of opgespaard voor gebruik op een later tijdstip. Ze kunnen echter slechts eenmaal gebruikt worden en worden vernietigd na indiening. Minstens de helft van de inkomsten van de veiling moet worden geïnvesteerd in koolstofarme technologieën in Europese of andere landen. Uiteindelijk was het de bedoeling van het ETS om een prijs te plakken op broeikasgasemissies en om bedrijven aan te zetten tot investeringen in technologieën met lage uitstoot.

Het Emissions Trading system (ETS) werd in 2003 opgericht onder de **Emissions Trading Directive (ETD)** en werd herzien in 2009. De derde periode van dit Emissions Trading system, 2013-2020, omvat meer dan 11.000 elektriciteitscentrales en industriële installaties in 31 landen (28 EU-landen plus IJsland, Noorwegen en Liechtenstein) en nationale en internationale vluchten. Het omvat bijgevolg ongeveer 45% van de totale uitstoot van 2013. Voor elektriciteitscentrales en industriële installaties, wordt een dalend emissieplafond opgelegd dat begint bij 2,04 miljard ton CO₂ in 2013. Vervolgens neemt het elk jaar af met 1,74% van het jaarlijkse gemiddelde van de periode 2008-2012 zodat in 2020 een reductie bereikt wordt van 21% ten opzichte van het niveau van 2005. Luchtvaart is echter onderworpen aan een apart plafond en regelgeving. Vanaf 2013 wordt de gratis toewijzing van emissierechten geleidelijk afgebouwd en hierdoor wordt de veiling de belangrijkste methode. In de meeste landen worden in de elektriciteitssector alle kredieten uitsluitend geveild. Niettemin worden in de verwerkende industrieën in 2013 nog steeds 80% van de kredieten gratis verleend. Tegen 2020 wordt dit teruggebracht naar 30%. Het Union Register, een online database, zorgt ervoor dat de boekhouding bijgehouden wordt van alle emissiekredieten in het ETS. Jammer genoeg kent het ETS-systeem momenteel een kortetermijnprobleem omdat door de economische crisis een overschot ontstaan is aan emissierechten, waardoor de koolstofprijs momenteel erg laag is.

Effort sharing Decision (ESD):

De Effort Sharing Decision legt emissiereductiedoelstellingen vast voor de meeste sectoren die niet in het ETS opgenomen zijn zoals transport (uitgezonderd luchtvaart), gebouwen, landbouw, afval en het niet-ETS gedeelte van energie en industrie. Tegen 2020 moeten de emissies die onder de ESD vallen verlagen met 10% in vergelijking met het niveau van 2005. Dit is vertaald in nationale reductiedoelstellingen, variërend van -20% tot +20%, rekening houdend met de relatieve welvaart van elk land. Voor de minst welvarende lidstaten betekenen de stijgingen van de uitstoot tegenover het referentiejaar 2005 toch een daling in vergelijking met voorspelde "business as usual"-emissies. Vanaf 2013 moeten de jaarlijkse nationale emissies lineair verminderen startend van de gemiddelde niveaus van 2008-2010 tot het vooropgestelde doel in 2020. Om die doelstellingen te bereiken kunnen landen of regio's flexibiliteitsmechanismen toepassen en aanvullende emissiekredieten verwerven. De doelstellingen van de verdeling van de inspanningen zijn te zien in de Tabel 2. (België: -15%, Frankrijk: -14%, VK: -16%, Nederland: -16%, Duitsland: -14%).

Als aanvulling op de vermindering van de CO₂-uitstoot, kan CO₂ uit industriële installaties en elektriciteitscentrales worden opgevangen en opgeslagen in ondergrondse geologische formaties (Carbon Capture and Storage - CCS), waar het niet aan de opwarming bijdraagt. De richtlijn voor koolstofafvang en -opslag (CCSD) legt een wettelijk kader hiervoor vast zodat de implementatie van CCS-technologieën veilig gebeurt vanuit milieuoogpunt.

20% hernieuwbare energie

De **Renewable Energy Directive (RED)** biedt een wettelijk kader om het gebruik van hernieuwbare energiebronnen en de overgang naar milieuvriendelijker transport te bevorderen. Het zet de collectieve EU-doelstelling van 20% hernieuwbare energie in het finale energiegebruik om naar bindende nationale doelstellingen. Die variëren van 10% tot 49%, afhankelijk van de beginpunten en mogelijkheden van de verschillende lidstaten (België: 13%, Frankrijk: 23%, UK: 15%, Nederland: 14%, Duitsland: 18%). Bovendien dient elke lidstaat in 2020 een aandeel van 10% hernieuwbare energie te bereiken in het finale energiegebruik van de transportsector. In dit verband komen biobrandstoffen alleen in aanmerking als ze als "duurzaam" gekwalificeerd zijn. Om dit in de praktijk te zetten worden **nationale hernieuwbare energie actieplannen (NREAP) opgesteld en**

procedures voor het gebruik van biobrandstoffen. Lidstaten kunnen uit hernieuwbare energiebronnen opgewekte energie uitwisselen met statistische overdracht of samenwerken in collectieve hernieuwbare energieprojecten binnen of buiten de EU.

20% vermindering van het primair energiegebruik

Tegen 2020 wil de EU haar jaarlijkse verbruik van primaire energie verminderen met 20% ten opzichte van de voorspellingen. Het streefcijfer voor energie-efficiëntie is echter niet direct vastgelegd in het Climate and Energy Package, maar in de **Energy Efficiency Directive (EED)**. Deze richtlijn voegt eerdere richtlijnen samen (de Energy end-use Efficiency and Energy Services Directive en de Cogeneration Directive) en wijzigt de **Eco-design Directive** en de **Energy Labelling Directive (EDD en ELD)**.

Kortom, de Energy Efficiency Directive (EED) vormt een wettelijk kader voor de implementatie van energie-efficiëntiebeleid en -maatregelen die worden voorgesteld in het **Energy Efficiency Plan (EEP)**. De maatregelen omvatten alle stadia van de energieketen, van de opwekking tot het eindverbruik. Vooral in de sectoren energie, industrie, gebouwen en transport zijn grote energiebesparingen mogelijk. De publieke sector wordt geacht het voortouw te nemen. Voor overheidsgebouwen is het vanaf 2014 verplicht om elk jaar 3% van het vloeroppervlak energetisch te renoveren. De maatregelen omvatten bevordering van warmtekrachtkoppeling in de energie- en de industriële sector, stadsverwarming en -koeling, smartgrids, energiemonitoring en -audits voor kleine en middelgrote ondernemingen, energiebeheersystemen, slimme meters voor gebouwen, de etikettering van de energieprestaties van gebouwen en apparaten, ecodesign van producten, enz.

De EU-lidstaten zijn verplicht om **nationale energie-efficiëntie actieplannen (NEEAP's)** op te stellen waarin de strategieën en maatregelen beschreven worden om nationale indicatieve energie-efficiëntie doelstellingen voor 2020 te bereiken. Deze nationale plannen moeten om de drie jaar worden herzien en verbeterd.

Samenvatting van de nationale 2020 doelstellingen

In Tabel 2 zijn de nationale doelstellingen tot 2020 zowel volgens het Climate and Energy Package als volgens het Kyoto-protocol samengevat voor de in dit hoofdstuk geanalyseerde landen.

Tabel 2: nationale 2020 doelstellingen volgens het Kyoto-protocol en het Climate and Energy Package

Nationale 2020 doelstellingen		België	Frankrijk	VK	Nederland	Duitsland
<i>Kyoto 2^{de} periode</i>						
Emissiereductie		-20%	-20%	-20%	-20%	-20%
referentiejaar CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O		1990	1990	1990	1990	1990
referentiejaar F-gassen		1995	1990	1995	1995	1995
<i>Climate and Energy Package</i>						
Emissiereductie	ESD	-15%	-14%	-16%	-16%	-14%
referentiejaar		2005	2005	2005	2005	2005
Hernieuwbare energie	RED (Richtlijn hern. energiebronnen)	13%	23%	15%	14%	18%
Energie-efficiëntie	EED	Indicatieve streefcijfers, verschillende definities zie: ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/reporting_en.htm				

2.4.4 Energy Performance of Buildings Directive

De **Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)** vormt een wettelijk kader om de afname van energiegebruik in de sector gebouwen te bevorderen. Dat verbruik vertegenwoordigt op dit moment 40% van het totale energiegebruik in de EU. Volgens deze richtlijn moeten EU-lidstaten minimumeisen vastleggen en energieprestatiecertificaten opstellen voor bestaande en nieuwe gebouwen naast regelmatige inspectie van boilers en airconditioningsystemen en het invoeren van koolstofarme technologieën voor verwarming en koeling en elektriciteitsopwekking. Tegen 2021 zouden alle nieuwe gebouwen **bijna-energie neutrale (BEN) gebouwen** moeten zijn. Elke lidstaat dient een nationaal BEN-plan op te stellen.

2.4.5 Framework 2030

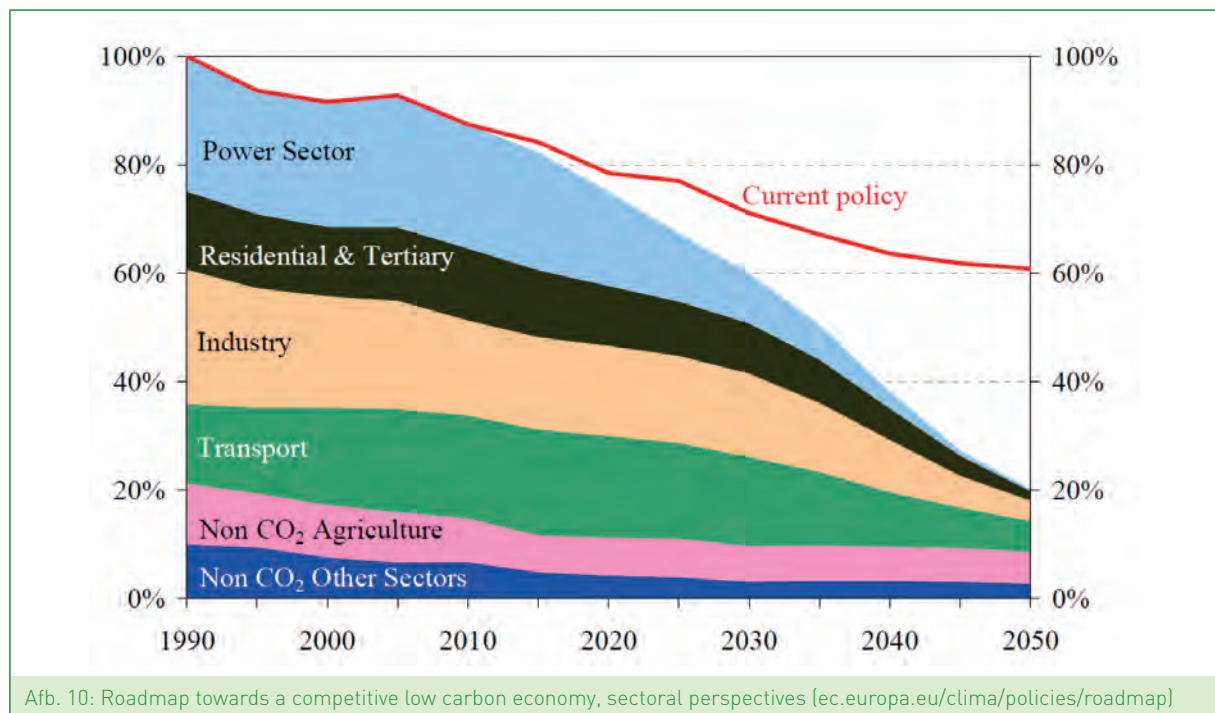
De EU werkt momenteel aan een groenboek voor een 2030 kader inzake het klimaat- en energiebeleid van de EU, op basis van lessen uit het 2020 kader en rekening houdend met opties van de Roadmap 2050.

2.4.6 Roadmap 2050

De 'roadmap naar een concurrerende koolstofarme economie' van de EU definieert een kosteffectieve weg om broeikasgasemissies tegen 2050 te verminderen met 80 tot 95% ten opzichte van het niveau van 1990, met tussenstappen van 40% in 2030 en 60% in 2040. De inspanningen worden verdeeld tussen de verschillende economische sectoren, op basis van hun technologisch en economisch potentieel om emissies te verminderen.

De energiesector heeft het grootste potentieel en zou tegen 2050 vrijwel volledig de bkg-uitstoot kunnen elimineren door het volledig inzetten van hernieuwbare en koolstofarme technologieën. Dit vereist een sterke daling van het ETS-emissieplafond voor de energiesector en investeringen in smartgrids. Transport en verwarming zullen gedeeltelijk overschakelen van verbranding van fossiele brandstoffen naar elektriciteit, terwijl zwaar transport en luchtvaart afhankelijk zullen zijn van biobrandstoffen. In de transportsector is het mogelijk om emissiereducties van 60% te bereiken door het verbeteren van de efficiëntie van traditionele motoren en brandstoffen, gevolgd door een overschakeling op hybride en elektrische motoren en door een betere benutting van de transportnetwerken.

In de residentiële en tertiaire sector is een emissiereductie van ongeveer 90% mogelijk door het verbeteren van de energieprestaties van bestaande gebouwen, de invoering van koolstofarme technologieën voor individuele productie van elektriciteit en verwarming van ruimten, en door overschakeling op stadsverwarming. Bovendien worden vanaf 2021 bijna-energie neutrale gebouwen de nieuwbouwnorm. Energie-intensieve industrieën kunnen hun uitstoot met ongeveer 80% verminderen door gebruik van milieuvriendelijkere en efficiëntere processen en door technologieën voor koolstofafvang en -opslag. De emissies van de landbouwsector dienen ingeperkt te worden door efficiëntere landbouwmethoden en de omzetting van dierlijke mest naar biogas. De roadmap zou in 2050 uiteindelijk moeten leiden tot 30% vermindering van het energiegebruik ten opzichte van het niveau van 2005. Het gewenste traject voor de energiesector, wordt uitgewerkt in de Energy Roadmap 2050 (zie Afb. 10).



2.4.7 Industrial Emissions Directive

De **Integrated Pollution Prevention and Control Directive (IPPCD)** wordt in 2014 samen met zes sectoriële richtlijnen vervangen door de **Industrial Emissions Directive (IED)** die een bredere focus heeft. De IED is gericht op het verminderen van de vervuiling door industriële bronnen, met name de emissies van broeikasgassen en verzurende substanties, afvalwater en afval. Hogere materiaal- en energie-efficiëntie wordt hierbij nagestreefd. Om die reden worden milieuvergunningen gekoppeld aan een positieve evaluatie van de globale milieuprestatie van een bedrijf en toepassing van de Best Beschikbare Technieken (BBT) die worden beschreven in de Best Beschikbare Technieken Referentiedocumenten (BREF's).

2.4.8 Regelgeving uitstoot van F-gassen

De regelgeving voor de uitstoot van F-gassen is bedoeld om de gefluoreerde bkg-emissies van industriële processen, koelinstallaties en warmtepompen op EU-niveau in te perken. De maatregelen omvatten monitoring, etikettering, beperkingen op het gebruik van bepaalde producten die F-gassen bevatten, certificering van personeel, beperkte toegang tot producten die F-gassen bevatten, het voorschrijven van alternatieven, enz. Deze regelgeving is opgenomen in de nationale wetgevingen.

2.4.9 Horizon 2020 instrumenten

Het **vlaggenschipinitiatief 'Innovation Union'** (2014-2020) in het kader van de Europa 2020-strategie is gericht op het veiligstellen van Europa's concurrentievermogen en wordt financieel geïmplementeerd via het **Horizon 2020-programma**. Horizon 2020 dient de kloof te dichten tussen onderzoek en markt. Als gevolg hiervan worden PPP's (Publiek-Private Partnerschappen), ETP's (Europese technologieplatforms) en Joint Technology Initiatives (JTI's) opgericht, die industrieel onderzoek, roadmaps en prioriteiten voor innovatie opstellen.

SPIRE (Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency) is een publiek-privaat partnerschap tussen de Europese Commissie en de Europese verwerkende industrie, met inbegrip van de sectoren cement, keramische producten, chemicaliën, engineering, mineralen en ertsen, non-ferro metalen, staal en water. Het partnerschap ondersteunt de ontwikkeling van technologieën die de Europese industrie duurzamer maken op vlak van concurrentievermogen, ecologie en werkgelegenheid. Voor het jaar 2030 heeft SPIRE twee doelstellingen die in lijn liggen met de Europese klimaat- en energiestrategie. Ten eerste is een daling van 30% in fossiele energie-intensiteit, ten opzichte van het huidige niveau (2008-2011) vooropgesteld. Ten tweede wordt een reductie van 20% in de intensiteit van niet-hernieuwbare, primaire grondstoffen ten opzichte van het huidige niveau beoogd. Daartoe werd een roadmap opgesteld die maatregelen met betrekking tot energie- en materiële hulpbronnen uiteenzet. Deze maatregelen omvatten optimalisatie van energiesystemen, energierecuperatie, hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling, procesoptimalisatie, innovatieve energiebesparende processen, recycling, hernieuwbare grondstoffen, procesintensificatie, industriële symbiose, het beter delen van kennis en good practices, het verbreden van maatschappelijke betrokkenheid, enz.

2.4.10 Samenvatting

Jaar	Beleid	EU-doelstellingen	Nationale doelstellingen	Nationale plannen
2012	Kyoto Protocol 2008-2012 BSA	Gem. uitstoot -8% EU-15	EU-15: gem. uitstoot. -28% tot +27%; rest EU: -5% tot -8% t.o.v. verschillende referentiejaar	
2020	Kyoto protocol** 2013-2020 Climate and energy package	Gem. uitstoot -20% EU, Kroatië, IJsland Uitstoot -20% (-30%)	gem. uitstoot -20%	
	ETD rev. (ETS)	Uitstoot -21% t.o.v. 2005		
	ESD (niet-ETS)	Uitstoot -10% t.o.v. 2005	Uitstoot -20% tot +20% t.o.v. 2005	
	RED	20% RE (transport: 10%)	10% tot 49% HE	NREAP
	EED*	PEG -20%	Indicatieve streefcijfers	NEEAP
	CCSD			
	EPBD		nieuwbouw: BEN tegen 2021	nationaal BEN plan
2030 2040 2050 }	2030 Framework Roadmap 2050	Uitstoot -40% Uitstoot -60% Uitstoot -80-95%		
IED, EDD, ELD, F-gassen Regelgeving, PPP's, ETP's				
Uitstoot	jaarlijkse bkg-emissies in CO ₂ -equivalenten vermindering t.o.v. niveau in 1990, tenzij ander referentiejaar in de tabel vermeld			
PEG	jaarlijks primair energiegebruik, vermindering ten opzichte van verwachte niveaus voor 2020			
HE	aandeel hernieuwbare energie in finaal energiegebruik			
rev.	revisie			
*	niet direct een onderdeel van het Climate and Energy Package			
**	Het Kyoto-protocol en het Europese Climate and Energy Package omvatten niet dezelfde economische sectoren en het Kyoto-protocol maakt voor sommige landen gebruik van verschillende referentiejaar in plaats van één collectief referentiejaar.			

2.4.11 Beleidsuitdagingen

Kyoto

Ondanks alle inspanningen is het Kyoto-protocol niet voldoende om de wereldwijde uitstoot van broeikasgasen in te perken. Er worden namelijk geen bindende streefcijfers opgelegd aan grote opkomende economieën (bijv. China, India, Brazilië, Indonesië), de Verenigde Staten hebben het nooit geratificeerd en Canada heeft zijn steun ingetrokken.

Aan de tweede Kyoto-periode nemen alleen de EU en een klein aantal andere landen deel, wat slechts een klein deel van de wereldwijde uitstoot vertegenwoordigt (13,4% in 2010). In 2013 lag de wereldwijde CO₂-uitstoot ongeveer 60% boven het niveau van 1990. Daarom is een nieuw wereldwijd wettelijk bindend verdrag met emissiereductiedoelstellingen noodzakelijk. Dit was het onderwerp van opeenvolgende jaarlijkse internationale klimaatconferenties op initiatief van het United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Uiteindelijk zou de klimaatconferentie in Parijs van 2015 moeten leiden tot een nieuw wereldwijd verdrag dat zou ingaan vanaf 2020.

Ondanks de alarmerende conclusies van het IPCC over de door de mens veroorzaakte klimaatverandering, werd weinig vooruitgang geboekt tijdens de conferentie over klimaatverandering in Warschau in november

2013 en belangrijke milieu- en maatschappelijke organisaties verlieten de conferentie. Het lijkt erop dat het vrijwel onmogelijk wordt de globale temperatuurstijging onder de 2°C-drempel houden.

EU-ETS

Het EU-ETS heeft te kampen met verschillende problemen op korte termijn. In 2013, stortte de koolstofprijs in elkaar tot 5 €/ton CO₂-equivalenten door een overschot aan emissiekredieten op de koolstofmarkt (zie afb. 11). Er zijn twee redenen voor dit **overschot**.

Ten eerste was bij het begin van de tweede ETS handelsperiode (2008-2012) het totale volume van emissierechten slechts met 6,5% gedaald ten opzichte van het niveau van 2005. Het grootste deel van deze rechten (90%) werd gratis aan bedrijven toegekend, evenredig met hun tijdens de eerste periode gerapporteerde emissies. Toen op het einde van 2008 de **financiële crisis** uitbrak, daalde de industriële productie, waardoor een groeiend overschot aan ongebruikte emissierechten ontstond en de koolstofprijs daalde (zie afb. 11).



Ten tweede overspoelden een aantal Chinese chemische bedrijven de koolstofmarkt, waardoor het kredietoverschot nog verder toenam en de koolstofprijs in elkaar stortte. Een groot deel van deze certificaten was afkomstig van een **koelmiddelenproducent** die de emissies van het bijproduct HFC 23 verminderde door het op te vangen en te verbranden. Dit broeikasgas is 11700 maal krachtiger dan CO₂ en bijgevolg werden een enorm aantal certificaten aangemaakt en verkocht op de koolstofmarkt. Het bedrijf vergrootte zelfs haar productiecapaciteit met als enige doel meer koolstofkredieten te verdienen. Vanaf mei 2013 schafte het ETS nieuwe certificaten van dit type af, maar grote industriële vervuilers hadden al grote hoeveelheden goedkope koolstofcertificaten gekocht om zichzelf te verzekeren van genoeg emissieruimte voor de toekomst. Bijgevolg werden investeringen in nieuwe koolstofarme technologieën uitgesteld.

Energie-intensieve, op fossiele brandstoffen gebaseerde industrieën beweren dat het Europese klimaatbeleid hun marktpositie in gevaar brengt vergeleken met regio's buiten Europa met minder strenge klimaatwetgeving. Hierdoor zijn ze gedwongen om hun fabrieken te sluiten en hun productie te delokaliseren. Dit zogenaamde koolstoflek (carbon leakage) zou negatieve effecten op de lokale economie hebben. Europese emissies zouden dalen, maar elders proportioneel toenemen. Daarom hebben een aantal nationale regeringen ervoor gekozen om gratis emissierechten toe te kennen aan ETS-bedrijven en installaties die gevoelig zijn voor "carbon leakage" of om de kosten voor emissierechten die via elektriciteitsprijzen worden aangerekend te vergoeden. Het is duidelijk dat deze aanpak de verlenging van de operationele levensduur bevordert van oudere, minder efficiënte technologieën.

Om emissiereductiedoelstellingen te bereiken kunnen landen en bedrijven extra emissierechten verwerven door projecten voor **koolstofcompensatie (carbon offset)**. Als gevolg van zwakke regelgeving zijn sommige compensatieprojecten twijfelachtig of werken ze averechts.

2.4.12 Bronnen

Websites	
EU 2020-strategie	ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/index_en.htm
Kyoto:	unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php ec.europa.eu/clima/policies/g-gas
Kyoto:referentiejaar	unfccc.int/ghg_data/kp_data_unfccc/base_year_data/items/4354.php
Climate & Energy Package (ETD, ESD, RED, CCSD)	ec.europa.eu/clima/policies/package
Industrie GDP doelstelling	ec.europa.eu/enterprise/initiatives/mission-growth
EED, EEP, EPBD, EDD, ELD:	ec.europa.eu/energy/efficiency
Roadmap 2050:	ec.europa.eu/clima/policies/roadmap
Energy Roadmap 2050:	ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap
Groenboek 2030:	ec.europa.eu/energy/green_paper_2030_en.htm
EID:	ec.europa.eu/environment/industry/stationary/index.htm
BREF's	eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference
F-gas:	ec.europa.eu/clima/policies/f-gas
Horizon 2020	ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm
SPIRE:	www.spire2030.eu
1990-2013: +60% CO ₂	www.globalcarbonproject.org/carbonbudget
IPCC	www.ipcc.ch www.climatechange2013.org
HFC-23-project	cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1136817489.89/view
Subsidies fossiele brandstoffen	www.iisd.org/gsi/fossil-fuel-subsidies
Koolstofmarkt	www.pointcarbon.com

Wetgeving	
ETD	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003L0087:20090625:EN:PDF
ESD	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0136:0148:EN:PDF
CCSD	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0114:0135:EN:PDF
RED	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:EN:PDF
EED	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:EN:PDF
EEP	eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075&from=EN
EPBD	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:EN:PDF
Roadmap 2050	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF
EnergyRoadmap 2050	eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:EN:PDF

Referenties	
IEA 2012. CO ₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights - 2012 Edition.	
IPCC 2013. Summary for Policymakers. In: STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G.-K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V. en MIDGLEY, P. M. (eds.) <i>Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change</i> . Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press	
MUKERJEE, M. 2009. A Mechanism of Hot Air A popular carbon-off set scheme may do little to cut emissions. <i>Scientific American</i> , 300, 18-+.	
VALENTINO, S. 2013. Europese klimaatfraude brengt gezondheid Gentse jongeren in gevaar. <i>MO*</i> . Brussels: Wereld-mediahuis vzw.	

2.5 Nationaal, regionaal en lokaal klimaat- en energiebeleid

De nationale doelstellingen betreffende bkg-emissies, hernieuwbare energie en energie-efficiëntie die de EU oplegt via het Climate and Energy Package moeten in nationaal beleid en wetgeving worden omgezet. De lidstaten zijn verplicht om bij de Europese Commissie nationale actieplannen in te dienen met een uitvoerige beschrijving van de maatregelen die zij zullen nemen in navolging van de Renewable Energy Directive (RED), de Energy Efficiency Directive (EED) en de Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). Op nationaal niveau kunnen deze plannen worden samengesteld uit regionale plannen of kunnen ze verschillende thematische plannen omvatten.

In België bijvoorbeeld, is het actieplan Groene Warmte een onderdeel van het nationale Actieplan Hernieuwbare Energie, bestaande uit één federaal en drie regionale plannen. Ook nationale of regionale plannen die alle 20/20/20-doelstellingen tegelijk aanpakken kunnen worden opgesteld, zoals het Vlaams Mitigatieplan (VMP) dat een kader biedt om te voldoen aan de niet-ETS emissiereductiedoelstelling. De in verschillende beleidsmaatregelen uitgestippelde plannen worden vertaald in regelgeving, zoals het Vlaams Energiedecreet en het Energiebesluit die alle regelgeving betreffende energie bundelen.

Sommige landen, zoals Duitsland, werkten al lang voordat er sprake was van het EU Climate and Energy Package een uitgebreid klimaat- en energiebeleid uit. De Wet Hernieuwbare Energie (REA) legde sinds 2000 feed-in tarieven vast voor hernieuwbare energie. Deze werd in 2009 aangevuld met de Wet Hernieuwbare Warmte (REHA) die oplegt dat een gedeelte van ruimteverwarming moet gebeuren via warmterecuperatie. De Wet Warmtekrachtkoppeling (CHPA) dateert uit 2002 en subsidieert elektriciteitsopwekking via kwalitatieve warmtekrachtkoppelingcentrales (WKK-centrales).

De EU lanceerde de Covenant of Mayors om het Climate and Energy Package op het niveau van steden en gemeenten in de praktijk vast te leggen. De betrokken partijen zijn verplicht om een nulmeting op te maken en een actieplan op te stellen voor hernieuwbare energie (deelnemers: België: 67, Frankrijk: 112, VK: 33, Nederland: 16, Duitsland: 53). Een aantal Europese steden stelt zelfs nog hogere eisen en streeft op lange termijn naar klimaatneutraliteit (bijv. Gent, Leuven, Mechelen en Antwerpen in België, Kopenhagen in Denemarken).

Websites	
NREAPs	ec.europa.eu/energy/renewables/action_plan_en.htm
FMP	www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/milieuvriendelijke/Nuttige_documenten/Nationaal_actieplan_HE.pdf
REA, REHA	www.erneuerbare-energien.de/die-themen/gesetze-verordnungen
CHPA	www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/
CoM	www.covenantofmayors.eu/index_en.htm

2.6 Nationale en regionale beleidsmaatregelen voor de industrie

Het Europese klimaat- en energiebeleid is opgenomen in het nationaal en regionaal beleid, dat op zijn beurt door een reeks beleidsmaatregelen in de praktijk wordt omgezet. De maatregelen in de industrie- en energiesector kunnen worden onderverdeeld op basis van hun benadering: regelgeving, financiële steun, fondsen en leningen, vrijwillige overeenkomsten en informatieverbreiding.

Bouwvoorschriften volgen het EPBD en voorschriften voor milieuvergunningen voor industriële processen en energieproductie-installaties zijn gebaseerd op de EID- of de voormalige IPPCD. Producten en apparaten vallen onder de Europese richtlijnen voor en energie-etikettering. Emissies van F-gassen van industriële processen en -installaties vallen onder een regelgeving voor de gehele EU. Mechanismen voor financiële steun omvatten inkomstenbelastingverlaging, (proportionele) investeringssteun, (vaste) energiepremies, certificaten voor energieproductie of koolstofcompensatie, subsidies voor studies, audits, onderzoek en ontwikkeling, subsidies voor energiemonitoringsystemen, subsidies voor ontwikkeling van bedrijventerreinen. De verspreiding van informatie wordt gedaan door middel van consultancy, bewustmakingscampagnes, opleidingen en informatieve websites.

Beleidsmaatregelen worden hierna eerst per land of regio gepresenteerd en vervolgens wordt een internationaal overzicht gegeven in een vergelijkende tabel. Maatregelen die niet specifiek gericht zijn op energie- of eco-efficiëntie, hernieuwbare energie of de uitstoot van broeikasgassen zijn niet inbegrepen.

Tabel 3: soorten beleidsmaatregelen

Regelgeving	<ul style="list-style-type: none"> • Gebouw • Proces • Product
Financiële steun	<ul style="list-style-type: none"> • Belastingaftrek • Investeringssteun • Energiepremies • Exploitatiesteun • Certificaten • Subsidies voor audits, studies, onderzoek en ontwikkeling • Subsidies voor energiemonitoring • Subsidies voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen
Fondsen en leningen	
Vrijwillige overeenkomsten	
Informatieverbreiding	

Bronnen van het internationale overzicht met beleidsmaatregelen

Energie-efficiëntie maatregelen voor KMO's	www.energiesparen.be/node/3687
Energie-efficiënte maatregelen voor gebouwen	www.sustainablebuildingscentre.org/pages/beep
Global buildings performance network	www.gbpn.org
Belastingen en premies voor hernieuwbare energie	www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/taxes-incentives-renewable-energy-2012.pdf
Industrial Efficiency Policy Database	iepd.iipnetwork.org

2.6.1 België

2.6.1.1 Regelgeving

Gebouw

De regelgeving EnergiePrestatie en Binnenklimaat (**EPB**) legt doelstellingen op voor energieprestatie en isolatie, stelt grenzen aan de energiebehoefte voor ruimteverwarming en vereist een minimum aandeel hernieuwbare energie voor nieuw of grondig gerenoveerde gebouwen. Zowel in Vlaanderen als in Brussel en Wallonië worden de energieprestaties van gebouwen met hetzelfde verplichte EPB-softwareprogramma geëvalueerd. Niettemin zijn de richtwaarden in de drie regio's verschillend (zie 5.4.2). In Vlaanderen is het verplicht om voor nieuwe bouwprojecten een haalbaarheidsstudie uit te voeren voor het implementeren van hernieuwbare energiesystemen.

Proces

In overeenstemming met de IPPC-richtlijn, stimuleert het **Besluit Energieplanning** van de Vlaamse regering het implementeren van de meest energie-efficiënte technologieën die economisch haalbaar zijn (BATNEEC: de best beschikbare technieken die geen excessieve kosten met zich meebrengen), voor energie-intensieve processen. Bedrijven moeten deze investeringen identificeren en analyseren in een **energiestudie** of **energieplan** dat gekoppeld is aan de milieuvergunning (zie 5.4.5). Brussel heeft een geïntegreerde regelgeving aangenomen met de naam **COBRACE** (Code of Brussels for Air, the Climate and Energy Control). Wallonië integreerde de IPPCD-principes in het **Décret Permis d'Environnement**.

2.6.1.2 Financiële steun

Belastingaftrek

De federale regering bevordert industriële investeringen in rationeel energiegebruik, energie-efficiëntie en warmterecuperatie door vermindering van de belastbare winst met een bepaald percentage. Deze zogenaamde **verhoogde investeringsaftrek** bedraagt 14,5% voor het inkomstenjaar 2013. Voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen die het door de EPB-regelgeving vastgelegde energieprestatieniveau behalen of overtreffen wordt automatisch een **vermindering** toegekend van de **onroerende voorheffing**. Een energieniveau van E50 (E40 vanaf 2014) of lager, geeft recht op een belastingvermindering van 50%, terwijl de onroerende voorheffing volledig wordt kwijtgescholden voor E30 of lager. In beide gevallen is dit geldig voor een periode van 5 jaar. Ook **energiescans** zijn **fiscaal aftrekbaar**. In Brussel en Wallonië bestaan geen extra regionale fiscale stimulansen voor energie-efficiënte investeringen.

Investeringssteun

Vlaamse bedrijven met een aansluiting op het elektriciteitsnet tot 70kW, van de Belgische transmissienetbeheerder **Elia** kunnen subsidies voor energiebesparende investeringen ontvangen. De investeringen moeten met een energiestudie onderbouwd zijn en een terugverdientijd hebben tussen de 2 en 5 jaar. Projecten die in aanmerking komen voor groene stroom of WKK-certificaten worden niet in aanmerking genomen. De subsidie kan oplopen tot 40% van de investeringskosten, met een maximum van 200.000 euro. De Vlaamse overheid stimuleert investeringen in geavanceerde groene en milieuvriendelijke procestechologieën door de financiering van een bepaald deel van de extra investeringskosten. De **Ecologiepremie** is enkel geldig voor een limitatieve lijst van best beschikbare technologieën en kan niet worden gecombineerd met groene stroom of WKK-certificaten en de Groene Waarborg (zie 2.6.1.3). **Strategische ecologiesteun** is bedoeld voor uitzonderlijke technologieën, die direct bijdragen aan oplossingen voor milieu- of energieproblemen en die gesloten energie- en materiaalstromen gebruiken, zoals geothermische systemen, warmtenetten, het gebruik van CO₂ als grondstof, enz. Beide premies kunnen oplopen tot 70% van de extra investeringskosten, met een maximum van één miljoen euro per drie jaar. De productie van **groene warmte** (>1MW), warmtenetten en restwarmterecuperatie komen in aanmerking voor financiële steun. Bedrijven kunnen zich aanmelden voor de steun via een halfjaarlijks oproep.

In Brussel kunnen KMO's 30 tot 40% van hun kapitaalinvesteringen in energie-efficiëntie of hernieuwbare energie recupereren dankzij **'Investeren om ons leefmilieu te verbeteren'**. Deze subsidie kan worden verhoogd met 5% via het ISO 14000-certificaat of het label eco-dynamische onderneming. In Wallonië bestaat een soortgelijk investeringssteunmechanisme voor energie-efficiënte en hernieuwbare energie (met uitzon-

dering van fotovoltaïsche zonnepanelen) en WKK (**Aide à l'investissement Environnement et Utilisation durable de l'énergie**). De subsidie kan oplopen tot 30 à 40% (50% voor WKK) van de extra kosten in vergelijking met conventionele technologieën.

Energiepremies

In Vlaanderen worden **netbeheerders** verplicht om rationeel energiegebruik bij hun klanten te promoten door bewustmakingscampagnes en financiële stimulansen. Er worden premies uitgereikt voor de installatie van warmtepompen of zonneboilers. Voor bestaande gebouwen, wordt bovendien financiële steun verleend voor het isoleren van daken, zolders, vloeren en wanden, de installatie van hoogrendementsglas, optimalisatie van de verwarmingsinstallatie, energiebesparende verlichting en om het even welke energiebesparende maatregel onderbouwd met een energieaudit.

Brussel geeft **energiepremies** voor isolatie van de gebouwschil en het algemeen bereikte thermische prestatieniveau, voor efficiënte ventilatie- en verwarmingssystemen, waaronder warmtepompen, voor hernieuwbare energieproductie en WKK en voor andere energie-efficiënte investeringen in nieuwe en bestaande tertiaire en industriële gebouwen. Groendaken, zonnepanelen en relighting komen ook in aanmerking.

Wallonië verleent **premies** voor de installatie van condenserende of stralende luchtverwarmers, condensatieketels, automatisch gevoede biogasketels, zonneboilers, WKK, warmtepompen voor warm sanitair water, isolatie, relighting, warmterecuperatiesystemen voor uitlaatgassen, systemen voor energiebeheer van elektrische installaties, optimalisering van koelcycli, aardgasbranders voor industriële processen, modulatiesystemen voor ketels en branders, frequentiegestuurde pompen, ventilatoren en compressoren en de aansluiting van warmtegenerators op een stadsverwarmingsnet.

Exploitatiesteun

Vlaanderen, Brussel en Wallonië hebben geen feed-in tariefregelingen om duurzame elektriciteitsproductie te ondersteunen.

Certificaten

In Vlaanderen worden hernieuwbare elektriciteitsproductie en warmtekrachtkoppeling (WKK) financieel beloond met **groenestroom-** en **WKK-certificaten** (GSC en WKKC). De hoeveelheid ontvangen certificaten is evenredig met de opgewekte groene stroom of met de primaire energie die werd bespaard door warmtekrachtkoppeling. Brussel en Wallonië hebben echter geen aparte certificaatregelingen voor groene stroom en WKK. In plaats daarvan wordt het aantal **groene certificaten (GC's)** voor kwalitatieve WKK of hernieuwbare energie installaties berekend volgens de CO₂-besparing die wordt bereikt in vergelijking met referentieinstallaties. Brussel kent één certificaat toe per 217 kg bespaarde CO₂. In Wallonië komt één certificaat overeen met een CO₂-reductie van 456 kg. Netbeheerders op federaal en regionaal niveau zijn verplicht deze certificaten aan te kopen tegen gegarandeerde minimumprijzen die in Vlaanderen variëren volgens het type technologie. Voor meer informatie, zie 5.19.

Subsidies voor audits, studies, onderzoek en ontwikkeling

Vlaanderen biedt geen subsidies voor energieaudits of -studies. Brussel geeft premies voor energieaudits, **energie ontwerpstudies** en **blower door tests**. Wallonië biedt financiële steun voor een aantal audits, over het totale energiegebruik, het elektriciteitsverbruik, thermische verliezen door de gebouwschil (infrarood thermografie), naast **haalbaarheidsstudies** voor productie van hernieuwbare energie (wind en biogas) en audits die een holistisch energie-efficiëntieplan uitwerken. Wallonië kent ook een premie toe voor de certificering van producten die bijdragen tot energiebeheer.

Subsidies voor energiemonitoring

Wallonië en Brussel verlenen subsidies voor energiemonitoringsystemen.

Subsidies voor de ontwikkeling van bedrijventerreinen

Enkel in Vlaanderen zijn **subsidies** voor de **ontwikkeling van bedrijventerreinen** gekoppeld aan CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik (zie 3.7). In 2013 werd de regelgeving aangepast. Nu richt die zich op de herontwikkeling van brownfields en greenfields die niet zonder financiële steun kunnen worden ontwikkeld. De provincie

Oost-Vlaanderen verleent een extra subsidie voor duurzame bedrijventerreinen, tot 75% van de in aanmerking komende investeringen, met een maximum van 15.000 euro.

2.6.1.3 Fondsen en leningen

In Vlaanderen kunnen leningen voor investeringen voor energiebesparende technologieën genieten van een lagere rente dankzij de **Groene Waarborg**. Deze is geldig voor technologieën uit een beperkte lijst van technologieën met een maximale terugverdientijd van 10 jaar. De Groene Waarborg kan worden toegepast op maximaal 75% van het totale krediet. In Brussel en Wallonië bestaan er geen specifieke fondsen die ontwikkeld zijn voor groene technologieën, maar in Wallonië biedt Novalia achtergestelde leningen voor investeringen in innovatieve producten of processen.

2.6.1.4 Vrijwillige overeenkomst

In Vlaanderen worden Audit- en Benchmark convenanten (zie 5.4.5) opgevolgd door de **Energiebeleidsovereenkomst** (zie 5.4.5). In deze overeenkomst verbinden industriële bedrijven zich om op regelmatige basis rendabele energie-efficiëntie maatregelen toe te passen en energiestudies uit te voeren. In ruil hiervoor verleent de Vlaamse regering vrijstelling van aanvullende beleidsmaatregelen inzake energie-efficiëntie en emissies. Brussel heeft geen dergelijke overeenkomsten afgesloten. De **Accords de Branche** in Wallonië zijn akkoorden tussen industriële sectoren en de Waalse regering, vergelijkbaar met de Audit- en Benchmark convenanten in Vlaanderen. Bedrijven die de overeenkomst ondertekenen verbinden zich ertoe meer energie-efficiëntie en hernieuwbare energie maatregelen te implementeren en hiervan jaarlijks een voortgangsrapport in te dienen. In ruil daarvoor ontvangen zij diverse administratieve en financiële voordelen, zoals belastingvermindering, lagere heffingen, vrijstelling van de toekomstige koolstofbelasting en 75% subsidie op energieaudits.

2.6.1.5 Verspreiding van informatie

De Vlaamse overheid stelt **energieconsultants** ter beschikking van sectorfederaties en niet-gouvernementele organisaties om advies te geven aan KMO's, huishoudens en professionals in de bouw over energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie. Agentschap Ondernemen biedt geïnteresseerde KMO's een gratis **energiescan** (5.3.5) of een eco-efficiëntiescan aan. Bedrijven die de scan laten uitvoeren, ontvangen een extra bonus voor de Ecologiepremie. Er is ook een softwareprogramma ontwikkeld om zelf de scan uit te voeren, dat beschikbaar is via de website van het Agentschap Ondernemen.

Via haar website **energiesparen.be** biedt het Vlaams Energie Agentschap (VEA) specifieke informatie voor elke groep belanghebbenden over regelgeving en financiële stimuli voor energie-efficiënte maatregelen en hernieuwbare energieproductie. Het Agentschap Ondernemen biedt informatie over energieregerelateerde regelgeving en financiële steun, specifiek voor KMO's, via de website **agentschapondernemen.be**.

In Brussel zorgt de openbare dienst **Facilitator Duurzame Gebouwen** voor ondersteuning bij nieuwbouw, renovatie en beheer van gebouwen uit duurzaamheidsoogpunt. Het **Brussels Gewest** verleent het label **Eco-dynamische Onderneming** aan bedrijven die een goed milieubeleid voeren, zowel voor energie als voor afval, grondstoffen en mobiliteit. Over duurzame gebouwen worden seminars en opleidingen gegeven en de informatie wordt verspreid via **www.leefmilieubrussel.be**

De Waalse regering voorziet een netwerk van **facilitators** die bedrijven helpen met informatie over en begeleiding bij energiemaatregelen. De Waalse regering organiseert ook de **opleiding** tot energiemanager en energieauditor in bedrijven, cursussen over energieprestaties van gebouwen en publiceert technische rapporten. Op **energie.wallonie.be** staat een duidelijk overzicht van de energiebeleidsmaatregelen.

2.6.1.6 Bronnen

Vlaanderen	
Regelgeving	
Gebouw	www.energiesparen.be/bouwenverbouwen www.energiesparen.be/milieuvriendelijke/wetgeving
Proces	www.energiesparen.be/energieplanning
Financiële steun	
Belastingaftrek	www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek www.onroerendevoorheffing.be/nlapps/docs/default.asp?id=170
Investeringssteun	www.agentschapondernemen.be/themas/ecologiepremie www.elia.be/nl/producten-en-diensten/reg-actieplan www.energiesparen.be/node/3934
Energiepremies	www.eandis.be/eandis/klant/k_overzicht_premies_P.htm
Exploitatiesteun	
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	
Energiemonitoring	
Certificaten	www.vreg.be/systeem-groenestroomcertificaten-en-garanties-van-oorsprong www.vreg.be/systeem-warmte-krachtcertificaten
Bedrijventerreinen	www.agentschapondernemen.be/maatregel/ontwikkeling-en-herontwikkeling-van-bedrijventerreinen www.agentschapondernemen.be/maatregel/provinciale-subsidie-duurzame-bedrijventerreinen-oost-vlaanderen
Fondsen en leningen	www.energiesparen.be/node/3301
Vrijwillige overeenkomsten	www.agentschapondernemen.be/artikel/moet-ik-een-energiebeleidsovereenkomst-afsluiten energiesparen.be/node/3341
Informatie	www.energiesparen.be/KMO agentschapondernemen.be
Brussel	
Regelgeving	
Gebouw	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32586
Proces	www.leefmilieubrussel.be/Templates/news.aspx?id=37885
Financiële steun	
Belastingaftrek	www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek
Investeringssteun	www.werk-economie-emploi.irisnet.be/nl/pme-investir-pour-ameliorer-notre-environnement
Energiepremies	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=36443
Exploitatiesteun	
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=36443
Energiemonitoring	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=36443
Certificaten	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32621 www.elia.be/nl/producten-en-diensten/groenestroomcertificaten/Minimumprice-legalframe-documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/IF_Energie_berekening_GSC_NL_juni2012.PDF?langtype=2067
Bedrijventerreinen	
Fondsen en leningen	
Vrijwillige overeenkomsten	
Informatie	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32196 www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/niveau2.aspx?maintaxid=11771&taxid=11789

Wallonië

Regelgeving	
Gebouw	energie.wallonie.be/fr/la-reglementation-peb.html?IDC=6232
Proces	environnement.wallonie.be/aerw/pe/
Financiële steun	
Belastingaftrek	www.energiesparen.be/verhoogdeinvesteringsaftrek
Investeringssteun	forms6.wallonie.be/formulaires/BrochureENV-UDE.pdf
Energiepremies	energie.wallonie.be/nl/aides-et-prim.es.html?IDC=6358 energie.wallonie.be/fr/prim.es-energie.html?IDC=7029
Exploitatiesteun	
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	energie.wallonie.be/fr/etudes-audit-global-comptabilite-energetique-amure.html?IDC=6374
Energiemonitoring	energie.wallonie.be/nl/mise-en-place-d-un-systeme-de-comptabilite-energetique-amure.html?IDC=6374&IDD=12271
Certificaten	energie.wallonie.be/nl/systeme-d-octroi-de-certificats-verts.html?IDC=6384&IDD=12277 www.energik.be/belcogen
Bedrijventerreinen	
Fondsen en leningen	energie.wallonie.be/nl/soutien-a-la-recherche-industrielle-de-base-au-sein-des-pme-et-des-grandes-entreprises.html?IDC=7625&IDD=63635
Vrijwillige overeenkomsten	energie.wallonie.be/nl/les-accords-de-branche.html?IDC=6244
Informatie	energie.wallonie.be/fr/demander-conseil.html?IDC=7886 energie.wallonie.be/fr/la-formation.html?IDC=6136

2.6.2 Frankrijk

2.6.2.1 Regelgeving

Gebouw

De '**Réglementation Thermique 2012**' legt streefcijfers vast voor de energieprestatie van nieuwe gebouwen en voor gebouwbuitbreidingen. Het focust op een efficiënt bio-klimatisch bouwontwerp en beperkt het jaarlijks primair energiegebruik gerelateerd aan gebouwgebruik. Oververhitting in de zomer moet vermeden worden. Het energiegebruik van het gebouw dient bij grote niet-residentiële renovaties lager te liggen dan een bepaalde referentiewaarde en minstens 30% lager ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. Voor kleine verbouwingen is het verplicht om energie-efficiënte bouwmaterialen toe te passen. Meer details worden gegeven in 5.4.2.

Proces

De wettelijke bepalingen van de IPPC-richtlijn zijn overgenomen in de nationale **milieuvoorschriften voor ICPE-installaties** (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement), die zijn opgenomen in de Milieuwetgeving (**Code de l'environnement**).

2.6.2.2 Financiële steun

Investeringssteun

Investeringssteun in hernieuwbare energieproductie en energie-efficiëntie worden bevorderd door middel van **subsidies** berekend als een bepaald percentage van de investeringskosten en door **energiepremies**. Ze worden verleend door het Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) en haar regionale afdelingen.

Energiepremies

Zie investeringssteun

Exploitatiesteun

Het door ADEME beheerde **Fond Chaleur** verleent subsidies, die over 20 jaar gespreid worden, aan hernieuwbare warmteproductie door installaties, zoals verwarmingssystemen op biomassa, thermische zonnecollectoren, grondgekoppelde warmtepompen, enz. Deze premies kunnen oplopen tot 20 à 60% van de investeringskosten. Grote biomassa-installaties die meer dan 11,6 GWh warmte per jaar opwekken, kunnen zich elk jaar aanmelden voor de subsidieoproep BCIAT (Biomasse Chaleur Industrie Agriculture Tertiaire). Alle kleinere projecten voor hernieuwbare warmte worden gesubsidieerd door de regionale ADEME-afdelingen.

Netbeheerders zijn verplicht om elektriciteit te kopen van producenten van hernieuwbare energie en WKK tegen vaste, technologieafhankelijke feed-in tarieven over een periode van 15 tot 20 jaar. Ook voor lokaal geproduceerd biogas bestaat een soortgelijke wettelijk verplichte afname door de netbeheerder, al werd die nog niet in de praktijk toegepast.

anaf 2013 heeft de Franse regering de financiële steun voor fotovoltaïsche zonne-energie versterkt. Jaarlijks kan men een aanvraag voor subsidiëring indienen voor vrijstaande of op het dak gemonteerde PV-installaties met een nominaal vermogen hoger dan 100 kWp. Kleinere op het dak gemonteerde PV-systemen worden financieel ondersteund door middel van een feed-in tarief dat elk trimester wordt aangepast.

Certificaten

Grote energieleveranciers zijn gebonden aan driejaarlijkse energiebesparingsdoelstellingen evenredig met hun omzet. Ze verbinden zich ertoe om een overeenkomstige hoeveelheid energiebesparingscertificaten in te dienen (**ESC's**). De leveranciers kunnen deze certificaten verwerven door het uitvoeren van erkende energiebesparingscampagnes bij hun klanten of ze kunnen certificaten op de markt kopen van derden (gemeenten, huisvestingsmaatschappijen, verhuurders), die zelf goedgekeurde energiebesparende maatregelen hebben uitgevoerd. Grote bedrijven kunnen zelf geen certificaten verwerven, maar ze kunnen dat wel doen door middel van samenwerking met de energieleveranciers.

Subsidies voor audits, studies, onderzoek en ontwikkeling

Het agentschap voor milieu- en energiemangement (ADEME) subsidieert audits en studies voor bedrijven in verband met milieuverontreinigende emissies, energie-efficiëntie, hernieuwbare energie en innovatieve projecten. ADEME subsidieert ook analyses en haalbaarheidsstudies over luchtvervuiling, carbon footprint, recycling, energie-efficiëntie, hernieuwbare energie en -materialen, milieubeheer en milieuvriendelijke producten, te vervuilde sites of gronden en transport.

2.6.2.3 Fondsen en leningen

Investerings in diepe geothermische installaties zijn onderhevig aan onzekerheid over de ondergrond. Daarom is een speciaal fonds opgericht dat de korte termijnrisico's door mislukte boringen beperkt en het lange termijnrisico dekt op uitputting van de geothermische bron en schade aan installaties over een periode van 20 jaar. Het **AQUAPAC**-fonds biedt een vergelijkbare garantie voor ondiepe hydrothermische installaties met warmtepompen boven 30 kW. **OSEO**, dat sinds 2013 **Bpifrance** heet, biedt ook groene leningen aan KMO's voor investeringen in energie-efficiënte en hernieuwbare energie.

2.6.2.4 Vrijwillige overeenkomsten

Er bestaan verschillende vrijwillige overeenkomsten tussen de overheid en individuele **bedrijven** of **industriële** sectoren. Deze overeenkomsten zijn bedoeld om de emissies van en milieuverontreinigende stoffen in te dijken en om het aandeel van biomassa voor verbranding te verhogen.

2.6.2.5 Verspreiding van informatie

ADEME organiseert cursussen en seminars, levert consultancy en moedigt eco-ondernemerschap aan. De betreffende informatie wordt verspreid via de website www.developpement-durable.gouv.fr en www2.ademe.fr.

2.6.2.6 Bronnen

Frankrijk	
Regelgeving	
Gebouw	www.rt-batiment.fr
Proces	www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idSectionTA=LEGISCTA000006108640&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20120601 www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/reglementation-icpe-et-droit-environnemental-42439210/installations-classees-pour-la-protection-de-l-environnement-icpe-g4102/
Financiële steun	
Belastingaftrek	
Investeringssteun	www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?nocache=yes&m=3&sort=-1&cid=96&catid=14984&p1=0 www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25480
Energiepremies	idem investment support
Exploitatiesteun	www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25130 www.developpement-durable.gouv.fr/Les-tarifs-d-achat-de-l-12195.html www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/0825_plan_d_action_national_ENRversion_finale.pdf www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DP_photovoltaique.pdf www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Dossier_de_presse_Methanisation.pdf
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?nocache=yes&m=3&sort=-1&cid=96&catid=14981&p1=0
Energiemonitoring	
Certificaten	www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25007 www.developpement-durable.gouv.fr/-Certificats-d-economies-d-energie,188-.html www.eceee.org/events/eceee_events/energy-efficiency-obligations/2_ademe
Bedrijventerreinen	
Fondsen en leningen	www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25007 www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25480
Vrijwillige overeenkomsten	www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=article&id_article=11827
Informatie	www.developpement-durable.gouv.fr www2.ademe.fr

2.6.3 Verenigd Koninkrijk

2.6.3.1 Regelgeving

Gebouw

De **Building Regulations 2010** stellen eisen aan de energie-efficiëntie van nieuwe gebouwen en renovaties of uitbreidingen van bestaande gebouwen. Industriebanden, werkplaatsen en niet-residentiële gebouwen in de landbouw zijn hiervan vrijgesteld, op voorwaarde dat ze een lage energiebehoefte voor ruimteverwarming of -koeling hebben. Aan niet-vrijgestelde gebouwen met een lage energiebehoefte, waar uitsluitend lokale verwarming wordt toegepast of waar de verwarming enkel als vorstbeveiliging dient, worden minder strenge eisen gesteld. Voor alle soorten gebouwen die onder de bouwvoorschriften vallen zijn energieprestatiecertificaten (EPC's) vereist, als het gaat om nieuwe gebouwen en om bestaande gebouwen die worden verhuurd of verkocht. Op dit ogenblik worden voorschriften voor het vastleggen van een minimum EPC-peil opgesteld. Mogelijks zal vanaf 2018 een minimum EPC-peil worden opgelegd bij alle huurcontracten of enkel bij huurcontracten die vernieuwd worden.

Proces

Bedrijven met een jaarlijks elektriciteitsverbruik van meer dan 6.000 MWh, die niet onder de EU-ETS-regeling vallen of gebonden zijn door Climate Change Agreements (CCAs) dienen het Carbon Reduction Commitment (CRC) Energy Efficiency Scheme te onderschrijven. Ze zijn verplicht hun CO₂-emissies te rapporteren en emissierechten te kopen en in te dienen voor elke ton CO₂ die ze uitstoten. Deze verbintenis geldt ook voor niet energie-intensieve organisaties zoals supermarkten, watermaatschappijen, banken, lokale overheden en overheidsdiensten. Bovendien is de EID-richtlijn geïmplementeerd in de 'Environmental Permitting Regulations 2013'.

2.6.3.2 Financiële steun

Belastingaftrek

Dankzij de **Enhanced Capital Allowances (ECA's)** kunnen bedrijven tijdens het eerste jaar volledig vrijgesteld worden van belastingen op hun investeringen in energiebesparende technologie en producten opgenomen in de energietechnologielijst (ETL).

Investeringssteun

Het proefproject **Electricity Demand Reduction** is een stimulans voor permanente reducties in elektriciteitsvraag. Bedrijven die maatregelen toepassen die voor verifieerbare reductie van de elektriciteitsvraag zorgen, zoals bijv. efficiëntere motoren, airconditioning en verlichting, krijgen de mogelijkheid financiële steun aan te vragen. Het proefproject kan putten uit een fonds van minstens twintig miljoen pond. Het wordt gelanceerd in het voorjaar van 2014 en loopt 24 maanden.

Exploitatiesteun

De regeling voor **feed-in tarieven (FIT)** stimuleert **kleinschalige** koolstofarme elektriciteitsopwekking lager dan 5 MW (PV, wind, water, micro-WKK of anaerobe vergisting). Het bestaat uit een tarief voor de opgewekte stroom en een tarief voor de overtollige stroom die in het net wordt geïnjecteerd. De tarieven hangen af van de omvang en het type van de geïnstalleerde technologie en van het tijdstip van de installatie. De elektriciteitsleverancier betaalt deze tarieven aan de opwekker van de elektrische energie en de leverancier recupereert dit vervolgens via de elektriciteitsrekening van zijn klanten.

Het niet-residentiële **Renewable Heat Incentive (RHI)** subsidieert hernieuwbare warmteproductie, de productie van biomethaan voor injectie en warmtenetten in de industrie en de openbare sector. De technologieën die hiervoor in aanmerking komen zijn warmtepompen, diepe geothermische installaties, thermische zonnecollectoren, biogas of met biogas gestookte installaties en biomethaaninjectie. Driemaandelijksse betalingen - afhankelijk van het soort technologie, de omvang en volgens de hoeveelheid geproduceerde energie - worden gespreid over 20 jaar.

Het **Capacity Market** mechanisme dat onderdeel is van de Electricity Market Reform (hervorming van de elektriciteitsmarkt), zorgt ervoor dat voldoende capaciteit beschikbaar zal zijn om de elektriciteitsvoorziening in de toekomst te verzekeren. Via een veiling per opbod worden financiële stimulansen gegenereerd (**Capacity Payments**) voor aanbieders van capaciteit. In ruil daarvoor verbinden deze zich ertoe om energie te leveren wanneer nodig, en zo niet worden ze beboet. De eerste veiling vindt plaats in 2014 zodat er voldoende capaciteit geïnstalleerd zal zijn tegen de winter van 2018-2019.

De Renewables Obligation (RO) regeling, beschreven in de volgende paragraaf, wordt vervangen door de Electricity Market Reforms (EMR) regeling. Er is een overgangperiode (2014-2017) waarin beide regelingen naast elkaar zullen bestaan. De EMR-regeling introduceert **Contracts for Difference (CfD)**, wat overeenkomsten zijn met op voorhand afgesproken 'strike prices' voor elektriciteit, tussen elektriciteitsproducenten met lage CO₂-uitstoot (hernieuwbare, nucleaire en CCS-technologieën) en distributienetbeheerders of eindgebruikers. Wanneer de gemiddelde marktprijs (referentieprijs) voor elektriciteit lager ligt dan de 'strike price', krijgt de producent een compensatie voor het verschil. Wanneer de marktprijs hoger ligt dan de 'strike price' dan dienen de elektriciteitsproducenten het verschil terug te betalen aan de distributienetbeheerders of eindgebruikers. Dit creëert een stabiele en voorspelbare stimulans voor bedrijven om te investeren in energieopwekking met lage CO₂-uitstoot.

Certificaten

Het certificatensysteem in het Verenigd Koninkrijk is vergelijkbaar met dat in Vlaanderen, maar het omvat zowel hernieuwbare energieproductie als warmtekrachtkoppeling. Elektriciteitsleveranciers zijn volgens de Renewables Obligation (RO) regeling verplicht om jaarlijks een steeds groter aantal **Renewables Obligation Certificates (ROC's)** in te dienen. Die kunnen ze verwerven door hun eigen productie of door ze aan te kopen bij andere grote elektriciteitsproducenten. Leveranciers die hier niet aan voldoen worden beboet. ROC's vormen op die manier een financiële stimulans voor investeringen in hernieuwbare elektriciteitsproductie en WKK. Het aantal ROC's dat aan een installatie wordt toegekend, is gelijk aan de energieproductie in MWh, vermenigvuldigd met een banding-factor die afhangt van het type technologie (zie ook 5.19.12).

2.6.3.3 Fondsen en leningen

Carbon Trust en Siemens Financial Services bieden de **Energy Efficiency Financing (EEF) regeling aan**. Het voorziet flexibele en betaalbare financiering onder de vorm van leasing, lenen tegen verminderde rente en huurkoop van energie-efficiënte technologieën. Samen met de energiebesparingen zorgen deze financieringsvormen van bij het begin voor een positieve cashflow. De **Green Deal** bevordert energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie bij bedrijven (en particulieren) door ervoor te zorgen dat energemaatregelen geïmplementeerd kunnen worden tegen een lage kostprijs of zonder kosten a priori. De maatregelen worden door een erkende Green Deal-leverancier geïnstalleerd, die de investering kan terugvorderen van de elektriciteitsleverancier van het bedrijf. Deze laatste wordt in termijnen terugbetaald die toegevoegd worden aan de elektriciteitsrekening van het bedrijf op een zodanige wijze dat de totale factuur lager uitkomt dan zonder de energemaatregelen.

2.6.3.4 Vrijwillige overeenkomsten

De vrijwillige **Climate Change Agreements (CCA's)** stellen energie-efficiëntie en bkg-emissiereductie doelstellingen voorop voor energie-intensieve bedrijven. Deze overeenkomsten leggen specifieke doelstellingen op aan 51 industriële sectoren zodat er in 2020 een gezamenlijke verbetering in energie-efficiëntie van 11% wordt bereikt ten opzichte van het niveau van 2008. Bedrijven die de CCA-overeenkomsten onderschrijven krijgen een korting op de **Climate Change Levy (CCL)** van 90% voor elektriciteit en 65% voor aardgas, LPG en vaste brandstoffen.

De Climate Change Levy is een belasting op de energiefactuur van bedrijven met het doel hen aan te moedigen om hun energiegebruik te verlagen of om hernieuwbare energie aan te wenden. Er geldt een vrijstelling van deze heffing voor brandstoffen geleverd aan en elektriciteit geleverd door kwalitatieve WKK-installaties, elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen en brandstoffen geleverd aan zelfproducenten. Vanaf april 2013 zijn de fossiele brandstofvoorraden in de energiesector onderworpen aan de speciale tarieven van de Climate Change Levy. Deze CPS-tarieven (Carbon Price Support) zijn bedoeld om een duidelijke prijsbepaling te behouden voor CO₂-uitstoot en om elektriciteitsleveranciers en -producenten aan te moedigen om te investeren in koolstofarme technologie. Bij warmtekrachtkoppelingcentrales worden enkel de fossiele brandstoffen belast die bij de elektriciteitsopwekking worden ingezet.

2.6.3.5 Informatieverspreiding

De overheid voorziet een softwareprogramma dat bedrijven helpt om de milieueffecten, zoals de uitstoot van broeikasgassen, te meten en te rapporteren. De Carbon Trust helpt bedrijven om hun carbon footprint te verkleinen door het aanbieden van gepersonaliseerde expertise en advies over verschillende onderwerpen: ontwikkelen van een duurzame bedrijfsstrategie, monitoring en evaluatie van milieueffecten, identificatie, uitvoering en financiering van kostenbesparende koolstofarme technologieën en energie-efficiëntiemaatregelen, en gratis softwareprogramma's. Milieubewuste bedrijven kunnen zich ook aansluiten bij de **Carbon Trust Green Business Directory**. Op de website www.gov.uk staat een overzicht van alle ministeries, met inbegrip van het Department of Energy & Climate Change. De site geeft ook informatie over het huidige beleid, ook op het vlak van energie, klimaat en milieu. Bedrijven kunnen ook heel wat informatie vinden op www.carbontrust.com en www.environment-agency.gov.uk over milieu- en energievraagstukken.

2.6.3.6 Bronnen

VK	
Regelgeving	
Gebouw	www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/approveddocuments/partl/approved www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/approveddocuments/partj/approved www.legislation.gov.uk/ukxi/2010/2214/made
Proces	www.gov.uk/government/policies/reducing-demand-for-energy-from-industry-businesses-and-the-public-sector--2/supporting-pages/crc-energy-efficiency-scheme www.environment-agency.gov.uk/business/145770.aspx
Financiële steun	
Belastingaftrek	www.gov.uk/government/policies/reducing-demand-for-energy-from-industry-businesses-and-the-public-sector--2/supporting-pages/enhanced-capital-allowances-ecas www.hmrc.gov.uk/capital-allowances/fya/energy.htm
Investeringssteun	
Energiepremies	
Exploitatiesteun	www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/feed-in-tariffs-scheme www.gov.uk/renewableheatincentive www.gov.uk/government/publications/electricity-market-reform-capacity-market-proposals www.gov.uk/government/publications/electricity-market-reform-contracts-for-difference www.gov.uk/government/policies/reducing-demand-for-energy-from-industry-businesses-and-the-public-sector--2/supporting-pages/electricity-demand-reduction-project
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	
Energiemonitoring	
Certificaten	www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/the-renewables-obligation-ro
Bedrijventerreinen	
Fondsen en leningen	www.carbontrust.com/client-services/technology/implementation www.gov.uk/green-deal-energy-saving-measures/how-the-green-deal-works
Vrijwillige overeenkomsten	www.environment-agency.gov.uk/business/topics/pollution/136236.aspx www.gov.uk/government/news/industry-agree-stretching-energy-efficiency-targets-with-government www.hmrc.gov.uk/climate-change-levy/index.htm
Informatie	www.gov.uk/measuring-and-reporting-environmental-impacts-guidance-for-businesses www.carbontrust.com www.environment-agency.gov.uk

2.6.4 Nederland

2.6.4.1 Regelgeving

Gebouw

De **energieprestatienorm voor gebouwen (EPG)** bepaalt de te bereiken energieprestatiecoëfficiënten (EPC) voor alle nieuwe gebouwen, afhankelijk van de functie van het gebouw (kantoren: EPC = 1,1). Voor gebouwen met een industriële functie werd echter geen EPC-peil vooropgesteld. Ook wordt er geen verplicht software-programma voorgeschreven.

Proces

De EID werd van kracht door het wijzigen van een reeks bestaande regelgevingen (**Activiteitenbesluit en de Wet Milieubeheer**).

2.6.4.2 Financiële steun

Belastingaftrek

De **Energie-investeringsaftrek (EIA)** biedt bedrijven een verlaging van het belastbaar inkomen met 41,5% van de investeringen in hernieuwbare of energie-efficiënte technologieën. In aanmerking komende technologieën zijn opgelijst in de Energielijst 2013 en omvatten de categorieën gebouwen, processen, transport en hernieuwbare energie. Investerings in energieconsultancy kunnen ook in aanmerking komen voor EIA. De **Milieu-investeringsaftrek (MIA)** biedt bedrijven een verlaging van het belastbaar inkomen met 13,5 tot 36% van de investeringen in milieuvriendelijke technologieën uit een beperkte lijst. De **Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil 2013)** laat afschrijvingen tot 75% toe van investeringen in dergelijke technologieën in een zelf gekozen jaar. Op die manier vermindert de inkomstenbelasting voor dat jaar.

Exploitatiesteun

De **SDE+** subsidieregeling vergoedt de extra kosten van de productie van hernieuwbare elektriciteit, warmte of gas ten opzichte van de productie op basis van fossiele brandstoffen. Dit feed-in tarief per kWh stijgt gedurende het jaar in 6 opeenvolgende stappen. Op die manier worden de goedkoopste technologieën het eerst gepromoot. De vergoeding wordt toegekend voor een periode van 5, 12 of 15 jaar.

Subsidies voor audits, studies, onderzoek en ontwikkeling

Specifiek voor audits of studies over energie-efficiëntie of hernieuwbare energie worden er geen financiële stimuli voorzien. Het programma **Energie Onderzoek Subsidie** stimuleert onderzoek en ontwikkeling van nieuwe technologieën die bijdragen tot duurzaam energiebeheer.

2.6.4.3 Fondsen en leningen

De **Regeling groenprojecten** staat in voor de ondersteuning van milieuvriendelijke projecten van de Nederlandse overheid zodat een bank een lening kan aanbieden tegen een lagere rente.

2.6.4.4 Vrijwillige overeenkomsten

De **'Meerjarenspraken energie-efficiëntie'** zijn overeenkomsten om de energie-efficiëntie van bedrijven en gemeenten te verhogen met een gemiddelde jaarlijkse stijging van 2%, door het stimuleren van energiemangement, efficiëntiemaatregelen in processen en productieketens en hernieuwbare energie. Bedrijven die de overeenkomst ondertekenen, verbinden zich ertoe de vooropgestelde doelen te bereiken en krijgen in ruil daarvoor steun van de overheid. Niet-ETS-bedrijven en gemeenten kunnen inschrijven op de meerjarenspraakafpraak **MJA**, terwijl de meerjarenspraakafpraak **MEE** uitsluitend bedoeld is voor ETS-bedrijven. Onder het MJA3-convenant, zijn bedrijven verplicht om binnen 3 jaar een systeem voor systematische energiezorg op te zetten gebaseerd op ISO 14001 of ISO 50001. Ze moeten ook hun eigen energiegebruik monitoren en rapporteren aan het Agentschap NL om te controleren of de energiedoelstellingen behaald werden. Bedrijven moeten een Energie-efficiëntieplan (EEP) indienen voor de periode 2013-2016, waarin de energie-maatregelen en de implementatie ervan worden beschreven. Maatregelen met een positieve netto contante waarde (NCW) bij een discontovoet van 15% of een terugverdientijd van maximaal 5 jaar, moeten volgens het Activiteitenbesluit en de Wet Milieubeheer worden geïmplementeerd. Een voorlopige versie dient opgemaakt

te worden binnen de eerste 9 maanden. Ten slotte is hernieuwbare energieproductie of -aankoop van hernieuwbare energie verplicht.

De MEE-overeenkomst verplicht de bedrijven niet om een energiebeheersplan in te voeren en ook niet om doelstellingen vast te leggen voor hernieuwbare energie, maar ze vereist wel energiemonitoring en -rapportering en het indienen van een Energie-efficiëntieplan. In ruil voor deze verbintenissen helpt Agentschap NL bedrijven om doelstellingen te bereiken door het verstrekken van nuttige informatie en het aanstellen van vakkundige consultancybedrijven. Voorts komen bedrijven met een intensief energiegebruik boven 10 GWh (excl. chemische reductie, elektrolyse en metallurgische procedés) in aanmerking voor de 'Teruggaveregeling energiebelasting' onder de Wetgeving Milieubelastingen.

2.6.4.5 Informatieverspreiding

De overheid helpt bedrijven om obstakels op het vlak van regelgeving, financiering en organisatie bij duurzame projecten weg te werken door het aanbieden van advies op maat (**Green Deals**). De nationale informatieve website www.agentschapnl.nl biedt bedrijven de nodige ondersteuning in hun duurzame, innovatieve ontwikkeling.

2.6.4.6 Sources

Nederland	
Regelgeving	
Gebouw	www.agentschapnl.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/energieprestatie-nieuwbouw-epn/regelgeving/bepalingsmethode
Proces	www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/bbt-ippc-brefs/richtlijn/implementatie/wijzigingen
Financiële steun	
Belastingaftrek	www.agentschapnl.nl/subsidies-regelingen/energie-investeringsaftrek-eia www.agentschapnl.nl/subsidies-regelingen/miavamil www.antwoordvoorbedrijven.nl/subsidies/zoek
Investeringssteun	
Energiepremies	
Exploitatiesteun	
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	www.agentschapnl.nl/subsidies-regelingen/energieonderzoek-subsidie-eos/formulieren-eos
Energiemonitoring	
Certificaten	
Bedrijventerreinen	
Fondsen en leningen	www.agentschapnl.nl/subsidies-regelingen/groen-beleggen
Vrijwillige overeenkomsten	www.agentschapnl.nl/subsidies-regelingen/meerjarenaafspraken-energie-efficiency
Informatie	www.agentschapnl.nl www.agentschapnl.nl/subsidies-regelingen/miavamil/onderwerpen-toegelicht/green-deals

2.6.5 Duitsland

2.6.5.1 Regelgeving

Gebouw

Energieprestaties van residentiële en niet-residentiële gebouwen worden gecontroleerd door het **Energiebesparingsbesluit (EnEV)**. Het jaarlijkse primair energiegebruik gerelateerd aan gebouwgebruik, berekend met een verplicht softwareprogramma mag niet boven de referentiewaarde voor dat gebouw liggen. In de berekening zitten de parameters HVAC (verwarming, ventilatie en airconditioning), warmwatervoorziening, verlichting (enkel niet-residentieel), bio-klimatisch ontwerp en de individuele hernieuwbare energieproductie. De **Wet Hernieuwbare Warmte (EEWG)** schrijft voor dat voor ruimteverwarming en -koeling in nieuwe gebouwen een minimum aandeel hernieuwbare warmte gebruikt moet worden. Het minimum aandeel voor hernieuwbare warmte hangt af van de technologie: 15% voor thermische zonnecollectoren, 50% voor installaties die aard- of omgevingswarmte gebruiken, 50% voor installaties op vaste of vloeibare biomassa en 30% voor biogas. Alternatieven die in aanmerking komen zijn restwarmterecuperatie, warmte uit efficiënte WKK, bouwschilisolatie die 15% efficiënter is dan de heersende regelgeving, of aansluiting op een stadverwarmingsnet.

Proces

De EID-richtlijn werd in de Duitse wetgeving opgenomen door het aanpassen van een reeks bestaande wetten (Wet op de bescherming tegen de schadelijke effecten van luchtverontreiniging, geluid, trillingen en soortgelijke verschijnselen, Wet tot bevordering van de circulaire economie en milieuvriendelijk afvalbeheer, Waterwet, Wet inzake milieueffectrapportage).

2.6.5.2 Financiële steun

Investeringssteun

Energie-efficiënte investeringen in nieuwe of bestaande airconditioning- of koelsystemen worden gesubsidieerd door het Federal Bureau voor Economie en Exportcontrole (BAFA) voor 15 tot 25% van de investeringskosten. Voor innovatieve systemen kan een extra bonus van 25 tot 35% verleend worden. Het Klimaat Initiatief subsidieert ook innovatieve koelsysteemprojecten en audits voor bedrijven en wordt gefinancierd met de veiling van emissierechten.

Energiepremies

Het **BAFA** verleent subsidies voor verwarmen met **hernieuwbare energie**. De subsidie geldt voor thermische zonnecollectoren, warmtepompen, met biomassa gestookte boilers voor procesverwarming, warm water, stadsverwarming en ruimteverwarming/-koeling in bestaande gebouwen. Bonussen kunnen verkregen worden bij gelijktijdige investeringen in verschillende technologieën, als de technologie toegepast wordt op een zeer energie-efficiënt gebouw, bij installatie van een condenserende ketel, als de thermische zonnecollector op een verwarmingsnetwerk aangesloten is of bij gebruik van een zeer efficiënte pomp.

Innovatieve technologieën worden gesubsidieerd als het gaat om nieuwe meergezinswoningen en niet-residentiële gebouwen. Deze technologieën omvatten grote thermische zonne-energiecentrales voor proces- of ruimteverwarming en automatisch gevoede biomassaketels. **WKK**-installaties tot 20 kW worden gesubsidieerd met een eenmalige premie. Per meter nieuw gelegde toevoerleiding van verwarmings- en koelnetwerken verleent men 100 euro premie, tot 30 à 40% van de investeringskosten, met een maximum van tien miljoen euro. Het BAFA bevordert bij KMO's de toepassing van efficiënte cross-cutting technologieën op twee manieren. Ten eerste, worden subsidies gegeven voor zeer energie-efficiënte elektromotoren, pompen, airconditioning systemen, persluchtsystemen en systemen die restwarmte recupereren uit de laatste twee. Het gaat over investeringen tussen 3.000 en 5.000 euro. KMO's kunnen tot maximum 30% subsidie krijgen, grote ondernemingen tot 20%. Ten tweede wordt een holistische optimalisatiebenadering van het gehele energiesysteem bevorderd. Bij een minimum investering van 30.000 euro en op voorwaarde dat er een energiestudie aan vooraf gaat en dat er ten minste twee cross-cutting technologieën geïmplementeerd worden, kan er een premie van maximum 100.000 euro worden verleend. Verder is het ook vereist dat er een reductie van ten minste 25% van het finale energiegebruik wordt bereikt.

Exploitatiesteun

Volgens de **WKK-wet** is het de elektriciteitsleverancier die voor grote en kleine WKK-installaties subsidies voorziet voor de opgewekte energie over een bepaalde tijdsperiode. Micro-WKK-installaties daarentegen krijgen een eenmalige premie. De **Wet Hernieuwbare Energie** legt feed-in tarieven vast en geeft voorrang op het net aan elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Netbeheerders zijn verplicht om gedurende 20 jaar groene stroom te kopen van exploitanten tegen vaste tarieven, afhankelijk van het soort en de grootte van de technologie. Op die manier is de return on investment (ROI) onafhankelijk van de elektriciteitsprijzen op de energiebeurs. Bovendien worden biobrandstoffen ondersteund via fiscale regelgeving.

Subsidies voor studies en onderzoek en ontwikkeling

Met haar programma '**Energie-efficiëntieadvies voor KMO's**' subsidieert de KfW-bank (Lening voor Wederopbouw), die in handen is van de overheid, energieaudits voor KMO's.

Subsidies voor energiemonitoring

Het **BAFA** subsidieert tot een bedrag van maximum 8.000 euro 80% van de kosten voor het verwerven en 20% van de kosten voor de certificatie van energiemonitoringsystemen voor bedrijven.

2.6.5.3 Fondsen en leningen

KfW biedt betaalbare groene leningen aan, met maximaal drie aflossingsvrije start-up jaren voor investeringen in milieuvriendelijke, energiezuinige, innovatieve en duurzame technologieën. Het dekt ook de risico's verbonden met geothermische installaties.

2.6.5.4 Vrijwillige overeenkomsten

In de **Overeenkomst klimaatbescherming** die dateert uit 2000 legde de Duitse regering streefdoelen vast voor energie-efficiëntie en reductie van broeikasgasemissies voor negentien industriële associaties. Ze moesten worden behaald tegen 2012 om in aanmerking te komen voor vrijstelling van aanvullende Europese milieuregels en verplichte energieaudits. De doelstellingen verschillen per sector in definitie (specifieke of absolute emissies) en in de broeikasgassen die zijn opgenomen in de inventaris. De algemene doelstelling om de emissies met 35% te verlagen ten opzichte van 1990 werd al in 2010 bereikt, terwijl dit resultaat slechts in 2012 moest behaald worden.

2.6.5.5 Informatieverspreiding

Het **Samenwerkingsverband voor Klimaatbescherming en Energie** is gebaseerd op twee pijlers. Ten eerste is er het initiatief **Klimaatbescherming-ondernemen** dat bedrijven bij elkaar brengt die zich engageren om energie-efficiëntie en bescherming van het klimaat in hun strategie op te nemen, hun resultaten te monitoren en regelmatig energie- en emissieaudits uit te voeren. De nadruk ligt op best practices. Ten tweede organiseren de Duitse kamers van industrie en koophandel (DIHK) informatiebijeenkomsten en zorgen ze voor gratis energieconsultancy en ook voor subsidies om personeel op te leiden tot energiemanager. Via de websites **www.bafa.de** en **www.kfw.de** kunnen bedrijven informatie bekomen over klimaat- en energieregerelateerde onderwerpen.

Bronnen

Duitsland	
Regelgeving	
Gebouw	www.buildup.eu/publications/30238 www.erneuerbare-energien.de/die-themen/gesetze-verordnungen/waermegesetz-eewaermeg
Proces	www.bfu-ag.de/index.php/en/industriemissionen-ied
Financiële steun	
Belastingaftrek	
Investeringssteun	www.bafa.de/bafa/de/energie/kaelteanlagen/index.html www.bmu.de/en/topics/climate-energy/climate-initiative/general-information www.klimaschutz.de/en/taxonomy/term/31
Energiepremies	www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/index.html www.bafa.de/bafa/de/energie/querschnittstechnologien/index.html
Exploitatiesteun	www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/index.html energytransition.de/2012/10/renewable-energy-act-with-feed-in-tariffs/ www.res-legal.eu/search-by-country/germany/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-eeg-feed-in-tariff/lastp/135
Audits, studies, onderzoek en ontwikkeling	www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/index-2.html
Energiemonitoring	www.bafa.de/bafa/de/energie/energiemanagementsysteme/index.html
Certificaten	
Bedrijventerreinen	
Fondsen en leningen	www.kfw.de/kfw.de-2.html
Vrijwillige overeenkomsten	iepd.iipnetwork.org/node/249 www.bdi.eu/Klimaschutzvereinbarung.htm
Informatie	www.klimaschutz-unternehmen.de energie-und-rohstoffe.ihk.de iepd.iipnetwork.org/node/255 www.bafa.de www.kfw.de

2.6.6 Vergelijkende tabel maatregelen nationaal energiebeleid

International overview policy measures industry

	Flanders	Brussels	Wallonia	France	United Kingdom	Netherlands	Germany
Regulation Building	EPB regulation	EPB regulation	EPB regulation	Règlementation Thermique 2012	The Building Regulations 2010	Energy Performance Regulation (EPG)	Energy Conservation Regulation (EnEV), Renewable Energy Heat Act (EEWG)
Process	Energy Planning Decree	COBRACE	Decree Environmental Permits	regulations for ICPE installations	Environmental Permitting Regulations 2013, Carbon Reduction Commitment (CRC)	Activities Decree and Law Environmental Management	IED in different national environmental laws
Financial support							
Tax deduction	federal enhanced investment deduction, property tax rebate, energy scans tax deductible	federal enhanced investment deduction	federal enhanced investment deduction	-	Enhanced Capital Allowances (ECAs)	investment Deductions EIA and MIA/Vamit 2013	-
Investment support	investment support Elia, Ecology Premium and Strategic Ecology Support, Green heat call	investment support for a better environment	Aide à l'investissement Environnement et Utilisation durable de l'énergie	regional subsidies ADEME	Electricity Demand Reduction pilot	-	BAFA airco and refrigeration, National Climate Initiative
Energy premiums	premiums grid operator	energy premiums regional government	energy premiums Regional government	regional premiums ADEME	-	-	BAFA renewable heat, CHP, cross cutting technologies
Exploitation support	-	-	-	Heat Fund, feed-in tariffs For renewable and CHP electricity	feed-in tariffs renewable electricity, Renewable Heat Incentive (RHI), Capacity Payments	SDE+	electricity feed-in tariffs (Renewable Energy Act, CHP Act)
Certificates	Green power and CHP certificates (GPCs and CHPCs)	Green certificates for CO2 savings (GCS)	Green certificates for CO2 savings (GCS)	Energy Saving Certificates (ESCs)	Renewables Obligation Certificates (ROCs), Contracts for Difference (CFDs)	-	-
Subsidies audits, studies and R&D	-	energy audit, design study, blowerdoor test	energy audits, Feasibility studies	subsidies audits and Studies ADEME	-	Energy Research Subsidy	SME Energy Efficiency Advice KfW
Subsidies energy monitoring	-	subsidies regional government	subsidies regional Government	-	-	-	BAFA
Subsidies business park development	coupled to carbon neutral Electricity consumption	-	-	-	-	-	-
Funds and loans	Green Warranty	-	subordinated loan Novalia For innovative projects	Geothermy fund, AQUAPAC, OSEO	Energy Efficiency Financing (EEF) Carbon Trust, Green Deal	Regulation Green Projects	green loans KfW
Voluntary agreements	Energy Policy Agreements	-	Accord de Branche	with industry branches Or individual firms	Climate Change Agreements (CCAs)	Multyear Agreements Energy Efficiency MJJ3, MEE	Climate Change Agreement
Information dissemination							
Consultancy	Energy consultants, Free energyscan AO	Facilitator Sustainable Buildings	Network Energy Facilitators	ADEME	Environmental impact tool, Carbon Trust	Green Deals	DIHK
Sensitising		Label Eco-Dynamic Enterprise		ADEME eco-enterprise	Carbon Trust Green Business Directory		Companies for Climate Protection
Informative websites, sensitising, education, Training	www.energiesparen.be, www.agentschapondermensen.be	www.leefmilieu.brussel.be	energie.wallonie.be	www.developpement-durable.gouv.fr, www2.ademe.fr	www.govuk, www.carbontrust.com, www.environment-agency.gov.uk	www.agentschap.nl	www.bafa.de, www.kfw.de

LOW
CARBON
BUSINESS
PARK
MANUAL

Hoofdstuk 3

**Koolstofarme
bedrijventerreinen**

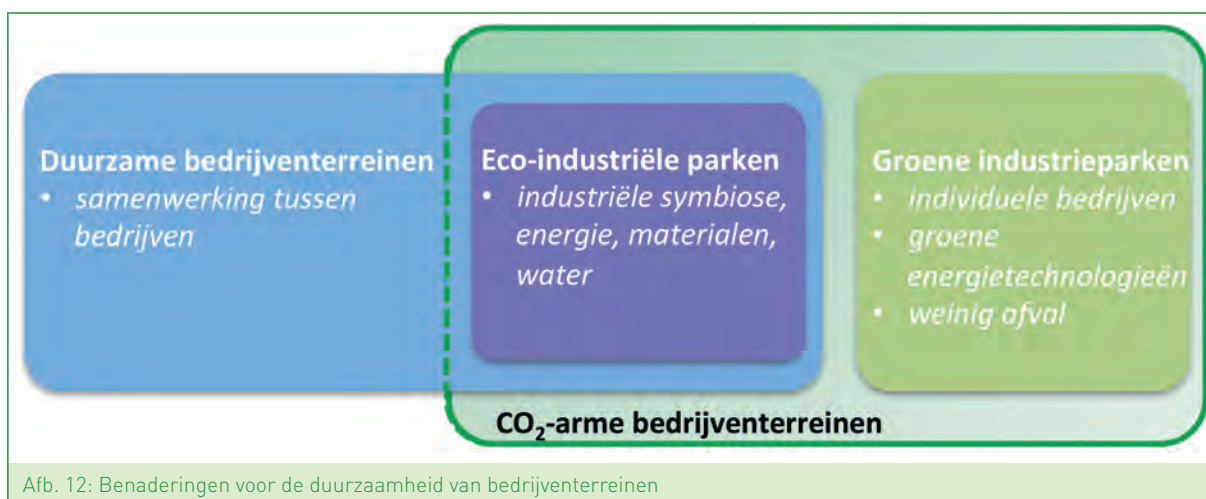
3 Koolstofarme bedrijventerreinen

3.1 Inleiding

Dit hoofdstuk definieert het concept van koolstofarme bedrijventerreinen. Het geeft de vier niveaus aan waarop maatregelen kunnen genomen worden die de CO₂-uitstoot reduceren, in lijn met de Trias Energetica-strategie. Het legt uit hoe de carbon footprint als meetinstrument voor broeikasgasemissies werkt en wat de voorwaarden zijn voor CO₂-neutraliteit en CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik. Het stelt mogelijke stimuli en sensibiliseringsacties voor. Ten slotte komen wereldwijde voorbeelden van koolstofarme bedrijventerreinen aan bod.

3.2 Duurzaamheidsconcepten voor bedrijventerreinen

Er bestaan een aantal verschillende benaderingen van duurzaamheid op bedrijventerreinen (industrieparken). Duurzame bedrijventerreinen richten zich op de samenwerking tussen bedrijven op alle vlakken, terwijl eco-industriële parken specifiek gericht zijn op synergieën in de toeleveringsketens van energie, materialen en water (industriële symbiose). Groene bedrijventerreinen, aan de andere kant, zijn een verzameling van individueel duurzame bedrijven. Koolstofarme bedrijventerreinen combineren elementen van zowel eco-industriële parken als van groene bedrijventerreinen (zie Afb. 12).

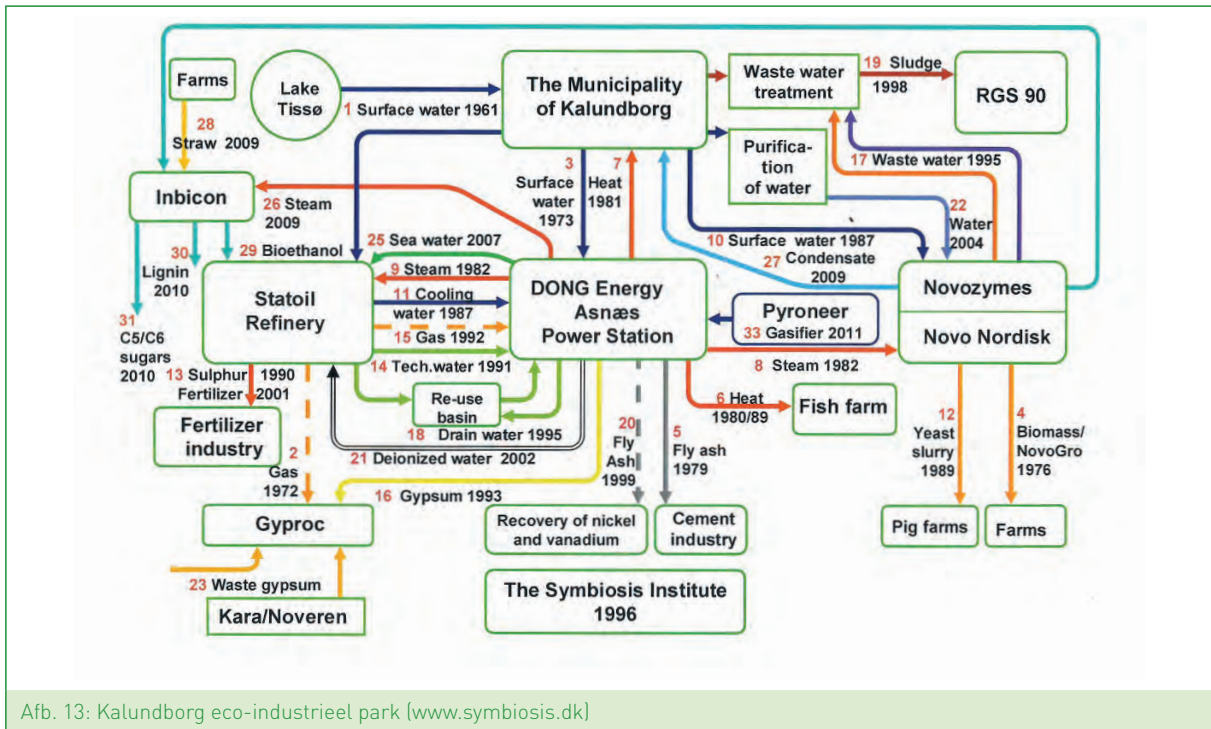


3.2.1 Duurzame bedrijventerreinen

Duurzame bedrijventerreinen zijn gericht op het benutten van de technologische, economische, ecologische, sociale en ruimtelijke voordelen voortkomend uit de lokale samenwerking tussen bedrijven op het gebied van faciliteiten- en nutsvoorzieningenmanagement, infrastructuur en industriële processen. Meer specifiek kan de samenwerking tussen bedrijven het volgende omvatten: collectieve organisatie van energievoorziening en grondstoftoevoer, afvalwaterzuivering, onderhoud van transportmiddelen en groene ruimtes, gemeenschappelijk gebruik van werktuigen en faciliteiten (bijv. fitnesscentrum of dagopvang), de uitwisseling van materiaal- of energiestromen tussen bedrijven of met de omliggende regio, enz. Om dit concept volledig te integreren, zijn maatregelen en acties vereist in elke ontwikkelingsfase van het terrein, wat mogelijk gemaakt kan worden door het opzetten van een multidisciplinair bedrijventerreinmanagement. Vrijwillige samenwerking tussen bedrijven vereist onmiddellijke voordelen op korte termijn, een betere competitiviteit op middellange termijn en een duurzame relatie met alle belanghebbenden op de lange termijn.

3.2.2 Eco-industriële parken

Op eco-industriële parken leggen de individuele bedrijven zich specifiek toe op het exploiteren van synergieën in de toeleveringsketens van energie, materiaal, en water en synergieën in diensten om de economische prestaties te verbeteren en tegelijkertijd de milieu-impact te verlagen. Bij dit concept, dat men ook industriële symbiose noemt, dient afval van het ene bedrijf als grondstof voor het andere en wordt warmte trapsgewijs tussen bedrijven uitgewisseld. Om het synergiepotentieel te verbeteren, moeten bedrijven met complementaire water-, materiaal- of energieprofielen worden geclusterd. Bovendien moeten eco-industriële parken worden geïntegreerd in het industrieel metabolisme van de regio. Een bekend voorbeeld van industriële symbiose is het eco-industrieel park van Kalundborg in Denemarken. Op dit moment worden er 27 symbiotische relaties geëxploiteerd op vlak van energie, water en materialen tussen negen openbare en private ondernemingen en het systeem breidt zich nog steeds uit (zie Afb. 13).



Afb. 13: Kalundborg eco-industrieel park (www.symbiosis.dk)

Het eco-industrieel park van Kymenlaakso in Finland exploiteert verschillende symbiotische relaties met de Kymi pulp- en papierfabriek, een elektriciteitscentrale, drie chemische fabrieken, een regionale energieleverancier en een gemeentelijke afvalwaterzuiveringsinstallatie. De pulp- en papierfabriek voorziet gedeeltelijk in haar eigen energie door de verbranding van een afvalproduct (black liquor) uit de pulpproductie. De resterende stoom-, elektriciteits- en warmtebehoefte wordt aangekocht van de elektriciteitscentrale terwijl overtollige warmte- en elektriciteitsproductie verkocht wordt aan de chemische fabrieken. De elektriciteitscentrale ontvangt schors, houtsnippers, vezelsuspensie en vermalen afval van de pulp- en papierfabriek die gebruikt wordt als brandstof. De centrale verkoopt elektriciteit en warmte aan de regionale energieleverancier die op zijn beurt elektriciteit verkoopt aan de gemeentelijke waterzuiveringsinstallatie.

Indien we verder ook rekening houden met het regionale niveau dan stijgt het potentieel van industriële symbiose omdat er op deze schaal meer synergetische relaties en mogelijke partners zijn. In het Verenigd Koninkrijk wordt regionale industriële symbiose gefaciliteerd en gestimuleerd door het National Industrial Symbiosis Programme (NISIP), een nationale database die vraag en aanbod van energie, water, materiaal, logistiek, kapitaal en kennis inventariseert van ongeveer 12.500 bedrijven. De uitbreiding van het programma naar andere landen is in voorbereiding.

3.2.3 Groene bedrijventerreinen

Groene bedrijventerreinen bestaan uit een aantal bedrijven die schone en duurzame energietechnologieën en -processen toepassen om emissies en afval te minimaliseren, zonder specifiek synergieën te zoeken en te benutten. Tot nu toe zijn de meeste bedrijventerreinen die in aanmerking komen voor Vlaamse financiële steun onder de voorwaarde van CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik, groene bedrijventerreinen.

3.2.4 Koolstofarme bedrijventerreinen

Koolstofarme bedrijventerreinen combineren zowel elementen van groene bedrijventerreinen als van eco-industriële parken. De toepassing van duurzame energie en milieuvriendelijke processen en producten wordt gecombineerd met het opsporen en benutten van synergieën in de toeleveringsketens van energie, materiaal en water. Op die manier worden de broeikasgasemissies drastisch gereduceerd, terwijl tegelijk economische voordelen worden gecreëerd.

De voordelen van CO₂-arme bedrijventerreinen zijn legio. Synergieën tussen toeleveringsketens van bedrijven zorgen ervoor dat de behoefte aan energie, grondstoffen en water kan afnemen, terwijl afval kan worden gerecycleerd en energetisch worden gevaloriseerd of zelfs totaal geëlimineerd wanneer materiaalkringlopen gesloten worden. Dit resulteert in een aanzienlijke vermindering van de operationele en productiekosten. Milieuvriendelijke, efficiënte processen en apparaten en de productie/aankoop van hernieuwbare energie verlagen de uitstoot van broeikasgassen en andere vervuilende stoffen. Bijgevolg kunnen huidige of toekomstige milieuboetes en -belastingen worden vermeden. Bovendien maakt lokale hernieuwbare energieproductie een bedrijf minder afhankelijk van de fluctuerende prijzen van fossiele brandstoffen. Het heeft een positieve impact op de plaatselijke werkgelegenheid en versterkt de lokale verankering. De controle over de energievoorziening blijft ook in handen van bedrijven, bedrijventerreinenmanagers of lokale energiebedrijven. Overtollige lokale hernieuwbare energie kan worden verkocht en zo een extra exportproduct creëren. Bovendien tonen bedrijven gelegen op CO₂-arme bedrijventerreinen sociale betrokkenheid en inzet voor het milieu, wat ze als troef kunnen uitspelen om meer klanten aan te trekken. Ten slotte bewijzen succesverhalen zoals dat van Kalundborg dat innovatie tussen en in bedrijven wordt getriggerd en dat ze op een positieve manier worden uitgedaagd.

Tabel 4: voordelen CO₂-arme bedrijventerreinen

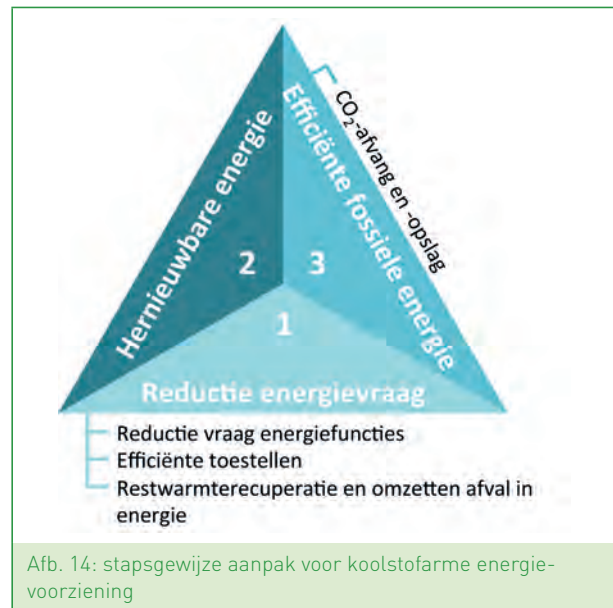
<i>Ecologisch</i>	<i>Economisch</i>	<i>Strategisch en sociaal</i>
<ul style="list-style-type: none">• lager verbruik van energiebronnen, grondstoffen, water• recycling, upcycling, verwijdering van afvalstoffen• reductie van uitstoot van broeikasgassen en andere vervuilende gassen en stoffen• gezondere werkomgeving	<ul style="list-style-type: none">• lagere operationele en productiekosten• milieubelastingen en -boetes worden vermeden• Innovatieve en duurzame investeringen kunnen financieel worden ondersteund• Bij een groot aantal duurzame technologieën zijn de investeringen zelfs op korte termijn terugverdiend.• overtollige energie als exportproduct	<ul style="list-style-type: none">• verhoging van de energie onafhankelijkheid• bevordering van de lokale werkgelegenheid• lokale verankering• sociaal en ecologisch engagement• imago van verantwoordelijk en duurzaam bedrijf• innovatie triggeren, talent aantrekken en uitdagen

3.3 Trias Energetica

De Trias Energetica-strategie werd door Lysen bedacht en geeft een algemene aanpak in drie stappen om CO₂-uitstoot gerelateerd aan energiegebruik te verminderen:

1. Verminder de vraag naar energie
2. Maximaliseer de productie van hernieuwbare energie
3. Vul de resterende energievraag aan door efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen.

Maes et al. beschreven tussenstappen voor de aanpassing van de Trias Energetica voor koolstofarme energiemanagement op bedrijventerreinen. De eerste tussenstap omvat het verlagen van de vraag naar energiefuncties (zie 5.2.1). In een volgende tussenstap moet de efficiëntie van de installaties die deze energiefuncties leveren worden opgewaardeerd. Een derde tussenstap bestaat uit recuperatie van restwarmte via warmte-uitwisseling en de energetische valorisatie van afval. De derde stap kan worden uitgebreid met koolstofafvang en -opslag. Toch moet op fossiele grondstoffen gebaseerde energie zoveel mogelijk worden vermeden.



3.4 Toepassingsniveaus van energiemaatregelen

Energiemaatregelen uit de Trias Energetica-strategie kunnen op vier verschillende niveaus genomen worden: bedrijf, bedrijvencluster, bedrijventerreinen en regio (zie Afb. 15).



Afb. 15: Niveaus waarop bedrijventerreinen met lage CO₂-uitstoot actief zijn: bedrijf, bedrijvencluster, bedrijventerreinen, regionaal (foto: bedrijventerrein Sappenleen in Poperinge, België)

Energiemaatregelen op **bedrijfsniveau** omvatten: verbetering van de energieprestaties van gebouwen en processen, het terugwinnen en de uitwisseling van warmte en afvalstoffen tussen processen of energiediensten en individuele productie of aankoop van energie op basis van warmtekrachtkoppeling of hernieuwbare bronnen, enz. Op het niveau van **bedrijvencluster** kunnen bepaalde faciliteiten (bijv. catering, afvalwaterzuivering) of logistiek van verschillende bedrijven of activiteiten die dezelfde energiediensten nodig hebben, worden samengevoegd in collectieve gebouwen. Restwarmte kan worden uitgewisseld tussen twee bedrijven via directe warmtetransportkanalen of energetische afvalvalorisatie van het ene bedrijf door het andere. Produc-

tie of aankoop van energie op basis van warmtekrachtkoppeling of hernieuwbare bronnen kunnen ook gezamenlijk worden georganiseerd.

Op het niveau van het **bedrijventerreinen** kan de aanleg van het terrein in functie staan van het clusteren van bedrijven met complementaire energieprofielen en kunnen sommige bedrijfstaken in collectieve gebouwen samengebracht worden. Bovendien kan voor het hele bedrijventerrein een energieproductiesysteem, energienetwerken en een energiemanagementsysteem worden geïmplementeerd of kunnen energiediensten collectief worden verstrekt. Bij uitbreiding van het toepassingsgebied tot de omliggende regio kunnen bedrijventerreinen worden aangesloten op het lokale stadsverwarmingsnet of kunnen ze energiebronnen en afvalstoffen uit de omgeving benutten.

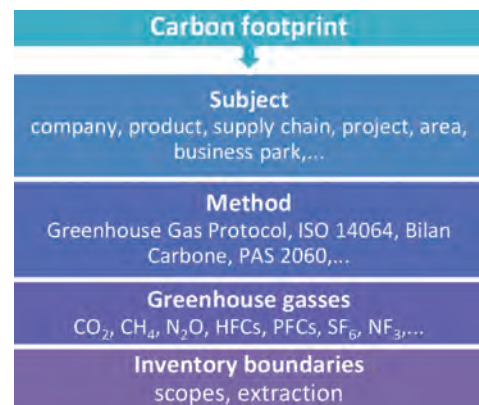
Tabel 5: niveaus waarop CO₂-arme bedrijventerreinen actief zijn

Niveau	Vermindering van de vraag naar energie en energie-efficiëntie	Warmteterugwinning en uitwisseling, afval tot energie	Hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling
Bedrijf	verbeterde gebouw en procesprestaties	directe uitwisseling tussen processen/energiediensten	individuele productie of aankoop
Cluster	gedeelde bedrijfsgebouwen, bundelen bedrijfsfuncties en (energie)diensten	uitwisseling tussen verschillende bedrijven via directe kanalen	gezamenlijke productie of aankoop
Bedrijventerrein	gedeelde bedrijfsgebouwen, collectief aanbod van (energie) diensten, collectief energiemanagement systeem	uitwisseling tussen alle bedrijven via netwerken	collectief energieproductiesysteem, smart grid, clustering complementaire energieprofielen
Regio		aansluiting op regionaal netwerk	hernieuwbare hulpbronnen of afval uit de regio

3.5 Carbon footprint

De carbon footprint van een bedrijf is de jaarlijkse balans van de uitstoot van broeikasgassen van dat bedrijf volgens een gekozen methode gemeten en binnen een geselecteerde scope. Dit concept is niet alleen geldig voor bedrijven maar kan ook op producten, toeleveringsketens, projecten, gebieden of bedrijventerreinen worden toegepast. Om de carbon footprint te meten werden een reeks methodes uitgewerkt, zoals bijvoorbeeld het Greenhouse Gas Protocol ISO 14064 en de Bilan Carbone die als standaard gelden voor het rapporteren van bkg-emissies.

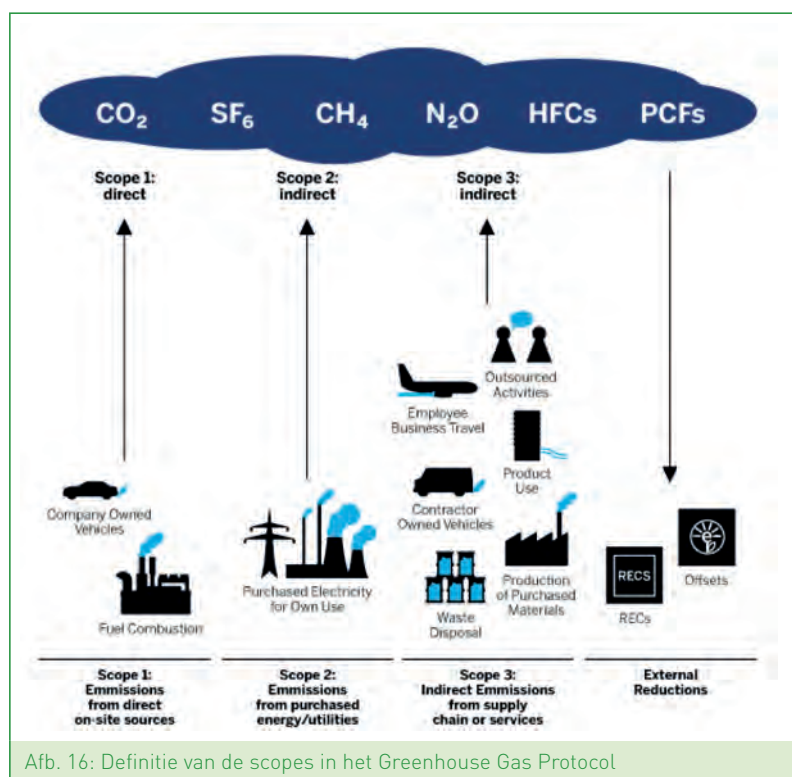
Het **Greenhouse Gas Protocol** en de **ISO 14064**-standaard geven emissies op van de 6 Kyoto-gassen (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆), uitgedrukt in CO₂-equivalenten, binnen drie complementaire scopes (zie Afb. 16). **Scope 1** omvat alle emissies uit bronnen die rechtstreeks eigendom zijn van of gecontroleerd worden door het onderzochte bedrijf. Hierin zijn emissies inbegrepen uit verbranding van brandstoffen van vaste installaties voor elektriciteits-, warmte- of stoomopwekking (bijv. ketels, ovens, turbines), van bedrijfsvoertuigen, emissies van fysische en chemische processen en onbedoelde gaslekages. **Scope 2** omvat de indirecte emissies die verband houden met de ingevoerde elektriciteit, stoom, verwarmingsapparatuur en koelwater voor eigen gebruik. **Scope 3** bundelt de indirecte emissies die vervat zitten in de levenscyclus van producten en toeleveringsketens van het bedrijf. Dit bevat de emissies gerelateerd aan de winning en verwerking van aangekochte grondstoffen, productie van aangekochte goederen en diensten, transport, distributie, gebruik en afdanking van producten, afvalverwijdering, uitbestede activiteiten, woon-werkverkeer van werknemers, zakenreizen, enz. De uitstoot door de verbranding van brandstoffen in scope 1 kan worden afgeleid uit het jaarlijkse energiegebruikprofiel van het bedrijf door vermenigvuldiging van het brandstofverbruik met de overeenkomstige emissiefactor. Om de uitstoot in scope 2 te berekenen, die



gekoppeld is aan de aangekochte elektriciteit, kan ofwel een gemiddeld elektriciteitsverbruik worden toegepast ofwel een contractuele emissiefactor.

De website van het Greenhouse Gas Protocol biedt een reeks informatieve documenten en rekentools, niet alleen op maat van energie-intensieve industriële deelsectoren, maar ook voor kleine bedrijfskantoren. Bovendien is het de standaard die wordt gebruikt in het Carbon Disclosure Project (CDP), dat de carbon footprint van de 500 grootste bedrijven in de wereld controleert. Vanaf 2013 is het volgens het Greenhouse Gas Protocol ook vereist om stikstoftrifluoride (NF₃) op te nemen in de broeikasgasbalans. Dit soort broeikasgas wordt vooral geproduceerd door fabricage van halfgeleiders, lcd-panelen, bepaalde soorten zonnepanelen en chemische lasers. Over een periode van honderd jaar beschouwd is het 17.200 keer krachtiger dan CO₂ in zijn eigenschap om de warmte van de atmosfeer op te slaan.

De **Bilan Carbone** werd ontwikkeld door het Franse Agence de l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). Het is een meetinstrument dat niet op nauwkeurigheid focust maar op volledigheid. Op die manier kan men de belangrijkste bronnen van de uitstoot bepalen en effectieve acties ondernemen om de carbon footprint kleiner te maken. Naast de zes Kyoto-gassen omvat het ook CFK's en waterdamp. Hierbij worden gemiddelde emissiefactoren toegepast. Met de standaardinstelling somt Bilan Carbone alle directe en indirecte emissies op. Daarnaast is het ook mogelijk om drie standaard extracties te gebruiken. De interne extractie (van het bedrijf zelf) omvat de emissies door verbranding van brandstoffen in vaste installaties voor elektriciteit, verwarming of stoomopwekking, emissies van processen en diffuse emissies (lekken). De tussenliggende extractie is een uitbreiding van de interne extractie met indirecte emissies gerelateerd aan ingekochte elektriciteit en stoom, inhouse transport, vervoer van de producten, woon-werkverkeer van het personeel en zakenreizen. De wereldwijde extractie omvat ten slotte alle directe en indirecte emissies die verband houden met de activiteiten van het bedrijf (zie Afb. 17). De scope van de EU-ETS (richtlijn) is - voor elk bedrijf of installatie in het systeem - vergelijkbaar met de interne extractie van de Bilan Carbone maar omvat enkel de emissies van CO₂, N₂O en PFK's.



Afb. 16: Definitie van de scopes in het Greenhouse Gas Protocol

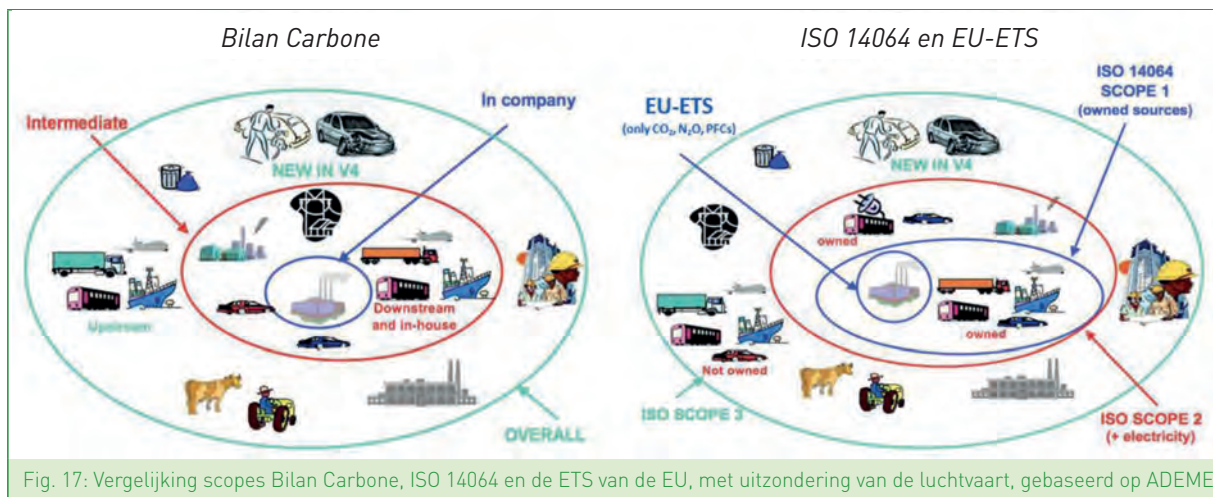


Fig. 17: Vergelijking scopes Bilan Carbone, ISO 14064 en de ETS van de EU, met uitzondering van de luchtvaart, gebaseerd op ADEME

3.6 CO₂-neutraliteit

CO₂-neutraliteit wordt bereikt als de uitstoot van broeikasgassen binnen de geselecteerde scopes van de gekozen methode volledig worden vermeden of wanneer ze volledig worden gecompenseerd door externe emissiereducties (carbon offsets). Het gevolg is dat men CO₂-neutraliteit op veel verschillende manieren kan definiëren. De internationale **PAS 2060**-standaard (Publicly Available Specification), werd in 2010 door het British Standards Institution ontwikkeld. Hiermee wordt de definitie van CO₂-neutraliteit voor bedrijven in een standaard vastgelegd. De PAS 2060-standaard bepaalt waar de grenzen liggen van de balans (scope 1, 2 en een gedeelte van scope 3 van de ISO 14064), welke broeikasgassen moeten worden opgenomen en welke energie-maatregelen moeten worden toegepast.

CO₂-neutraliteit op het niveau van de energietoeleveringsketen van een bedrijf noemt men **CO₂-neutraal energiegebruik**. De voetafdruk omvat directe en indirecte broeikasgasemissies door de winning, verwerking en transport van energiedragers, door hun gebruik of omzetting en bij de fabricage van installaties die energie omzetten.

Men zou een bedrijf dat CO₂-neutraliteit bereikt voor zijn energiegebruik CO₂-neutraal kunnen noemen, maar tot op heden is de definitie van dit begrip nog niet gestandaardiseerd. In Vlaanderen betekent CO₂-neutraliteit van bedrijventerreinen, in verband met subsidiering, dat ze **CO₂-neutraal** elektriciteitsverbruik dienen te hebben (zie 3.7). In dat geval is de carbon footprint beperkt tot koolstofdioxide (CO₂)-uitstoot, voor het volledige bedrijventerrein, door verbranding van brandstoffen ter plaatse voor elektriciteitsopwekking of gerelateerd met aangekochte elektriciteit. Dit komt overeen met de scope 1 en scope 2 van CO₂-uitstoot van de elektriciteitsvoorziening van het bedrijventerrein. De eenvoudigste manier om CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik te bereiken is die ter plaatse opwekken of door aankoop van hernieuwbare elektriciteit, want die wordt als CO₂-neutraal beschouwd. Er moet echter worden opgemerkt dat op deze wijze, de oogst, de verwerking, het transport van de hernieuwbare brandstoffen en de fabricage van de energieconversie-installaties niet mee worden opgenomen in de energiebalans. Ook niet-hernieuwbare energie kan een groen label krijgen indien een overeenkomstige hoeveelheid garanties van oorsprong wordt gekocht (zie 5.19.2). Bedrijven of bedrijventerreinen kunnen 'carbon emission credits' kopen om zo CO₂-neutraliteit te bereiken. Op die manier is hun echte emissiereductie afhankelijk van de betrouwbaarheid van het emissiehandelsstelsel. Bijgevolg kan het effectiever zijn om de carbon footprint ter plaatse te verlagen, zonder compensaties, dan te streven naar CO₂-neutraliteit met benutting van compensatiemechanismen. Inspanningen ter plaatse verdienen de voorkeur.

3.7 Beleid en regelgeving

Op Europees of nationaal niveau wordt geen specifiek beleid gevoerd voor CO₂-arme bedrijventerreinen, met uitzondering van het Vlaamse gewest. In Vlaanderen wordt de ontwikkeling van bedrijventerreinen gereguleerd door het **Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen** van de Vlaamse overheid. In dit plan staan de richtlijnen voor lokalisatie van bedrijventerreinen en bedrijven, ruimtelijke ordening en aanleg van de infrastructuur van bedrijventerreinen.

Om het gebrek aan aandacht voor energiemaatregelen te compenseren koppelde men vanaf 2007 tot 2012 de **subsidies** voor uitbreiding, ontwikkeling of herontwikkeling van **bedrijventerreinen** in Vlaanderen aan de eis voor CO₂-neutraliteit op het vlak van elektriciteitsverbruik. Het is een eis waaraan men kan voldoen door het aankopen of produceren van groene stroom of door compensatie van CO₂-uitstoot afkomstig van het gebruik van niet-hernieuwbare elektriciteit. Niet-hernieuwbare energie kan een groen label krijgen indien een overeenkomstige hoeveelheid garanties van oorsprong wordt gekocht (zie 5.19.2). De situatie op dit vlak is sinds het begin van 2012 gewijzigd en de subsidie kan nu enkel worden toegekend voor de reconversie van brownfields of voor greenfields waarvan de ontwikkeling economisch niet rendabel is. De eis voor het verbruik van CO₂-neutrale elektriciteit bleef evenwel behouden.

Het 'Subsidiëringsbesluit bedrijventerreinen' vermeldt dat de bedrijventerreinontwikkelaar subsidie wordt toegekend in de fase van het voortraject, de (her)ontwikkelingsfase of in de managementfase (zie Tabel 6). Om voor de subsidiëring in aanmerking te komen is de ontwikkelaar verplicht om een **(her)ontwikkelingsplan**, een uitgifteplan, een beheersplan en een CO₂-neutraliteitsplan in te dienen. Het (her)ontwikkelingsplan is een algemeen plan van aanpak voor een efficiënt en duurzaam gebruik van de ruimte. In het **uitgifteplan** worden de uitgiftevoorwaarden ten aanzien van bedrijven die kandidaat zijn uitgewerkt en in het **beheersplan** wordt de duurzame exploitatie van het bedrijventerrein beschreven. Het **CO₂-neutraliteitsplan** bevat maatregelen om koolstofneutraal elektriciteitsverbruik op het bedrijventerrein te garanderen. Om er zeker van te zijn dat de targets voor vereiste kwaliteit en koolstofneutraliteit kunnen worden behaald, stelt men een aantal regels op waaraan de bedrijven die kandidaat zijn moeten voldoen. Alleen bedrijven op nieuwe kavels dienen aan de koolstofneutraliteitseisen te voldoen om de subsidies te verwerven. Als niet aan de vereisten wordt voldaan dan kunnen de subsidies van de bedrijventerreinontwikkelaar worden teruggevorderd.

Tabel 6: subsidies voor bedrijventerreinontwikkeling volgens Subsidiebesluit bedrijventerreinen

Fase	Subsidie	Maximum	Subsidieerbare kosten
Vortraject fase	50%	€ 200.000	onderzoek, haalbaarheidsstudies, proces management
(Her)ontwikkeling fase			
onrendabele projecten	50%		collectieve en openbare infrastructuur voor mobiliteit, energietoevoer en afvalverwerking,
strategische projecten	60%		collectieve voorzieningen, groengebied
verouderde bedrijventerreinen	85%		
Managementfase	50%	€ 200.000	personeel en vaste kosten bedrijventerreinmanagement

3.8 Stimuleren en bewustmaken

Om bedrijven te overtuigen om bij te dragen aan de overgang naar koolstofarme energievoorzieningen zijn bovenop de voordelen opgesomd bij paragraaf 3.2.4 verschillende methodes mogelijk. De **'stok achter de deur'**-aanpak verplicht bedrijven om bepaalde targets voor hernieuwbare energie, energie-efficiëntie en bkg-emissies te behalen. Deze doelstellingen kunnen bijvoorbeeld worden opgelegd door de instantie die milieuvergunningen verleent of door bedrijventerreinontwikkelaars, als onderdeel van de verkoops- of uitgiftevoorwaarden (zie 9.1.3). De **'wortel'**-aanpak belooft bedrijven die bepaalde doelstellingen behalen of bepaalde investeringen doen in milieuvriendelijke of hernieuwbare energietechnologieën of processen. Die beloning kan een financiële investering of operationele ondersteuning door de overheid (zie hoofdstuk 2) of het verantwoordelijke bedrijventerreinmanagement zijn. Strategische, niet-financiële beloningen zijn bijvoorbeeld labels die sociale en ecologische betrokkenheid, kwaliteit en innovatief ondernemerschap aantonen. Duurzame producten of diensten kunnen trouwens ook een label krijgen. De **wortel-en-stok**-aanpak combineert verplichtingen, boetes en beloningen.

Verkoopsvoorwaarden van bedrijventerreinen zouden een specifieke verbintenis kunnen bevatten om te voldoen aan lage CO₂-uitstoot door het toepassen van bepaalde maatregelen. In ruil hiervoor kan men kortingen op nutsvoorzieningen en faciliteiten toepassen die het bedrijventerreinmanagement aanbiedt. Niettemin kunnen bedrijven ook vrijwillig een beleid van lage CO₂-uitstoot voeren. Hierom moet informatie over koolstofarme technieken verspreid worden via energieaudits, tijdschriften, websites, opleidingen, conferenties, enz.

3.9 Voorbeelden uit de hele wereld

Wereldwijd zien we dat men bij nieuwe bedrijventerreinen het concept van de integratie van duurzaamheid en lage CO₂-uitstoot toepast. Zoals bijvoorbeeld in de Ecofactorij en Hessenpoort in Nederland, Evolis in België en TaigaNova en Innovista in Canada.

De **Ecofactorij** in Apeldoorn is een recent ontwikkeld bedrijventerrein. Het is bedoeld voor grote productie- en distributiebedrijven en heeft als belangrijkste doelstelling het bevorderen van duurzaamheid en koolstofneutraliteit. Het management van het bedrijventerrein is gevestigd in een energiearm gebouw dat voorzien is van een houtpelletkachel, een klimaatsysteem met zoutpanelen voor warmte- en koudeopslag en zonnecellen. Het bedrijventerrein heeft ook een eigen elektriciteitsdistributienetwerk waarop vijf windturbines zullen worden aangesloten. Een aantal bedrijven zijn uitgerust met individuele systemen voor warmte- en koudeopslag.

Op het bedrijventerrein **Hessenpoort** in Zwolle hebben een aantal bedrijven individuele koude- en warmte opslagsystemen en zonnecellen geïnstalleerd. Men onderzoekt de mogelijkheid om een bestaande fabriek voor biomassa-avergisting aan te passen met het oog op collectieve energieproductie. De intercommunale Leidedal in Kortrijk ontwikkelt een nieuw bedrijventerrein met de naam **Evolis**. Het terrein heeft een eigen parkmanagement. Er werden vier windturbines geïnstalleerd en er werd ruimte voorzien voor een biomassa WKK-centrale in de toekomst.

Taiga Nova, in Fort McMurray, en **Innovista**, in Hinton, werden opgevat als ecologische industrieparken voor lichte tot middelzware industrie. De duurzaamheidsprincipes zitten vervat in het ruimtelijk ontwerp van het park. Ook zijn er een reeks verplichte en optionele richtlijnen voor de bedrijven die er zich willen vestigen. Deze richtlijnen hebben betrekking op het energiegebruik, de productie en efficiëntie, uitwisseling van afval en restwarmte, infrastructuur, mobiliteit en groene ruimten. De bedrijven die zich kandidaat stellen worden geëvalueerd op de duurzaamheidsmaatregelen die ze willen toepassen. De integratie van de duurzaamheidsprincipes is evenwel niet beperkt tot het bedrijventerrein zelf maar kan ook op grotere schaal worden toegepast.

Het Climate Initiative Rotterdam streeft naar een vermindering van de CO₂-uitstoot op haar grondgebied met 50% tegen 2025 ten opzichte van 1990. Ondertussen moet de cluster van petrochemische industrie de overstap maken naar alternatieve grondstoffen en brandstoffen. Het volledige **Green Enterprise District** in Londen zet in op het creëren van banen in de koolstofarme economie. Het doet dit door het aantrekken van bedrijven die koolstofarme producten en technologieën maken, koolstofarme diensten aanbieden, of werkzaam zijn in valorisatie van afval en hernieuwbare energie.

3.10 Bronnen

Websites	
GHGProtocol	www.ghgprotocol.org
GHGP tools	www.ghgprotocol.org/calculation-tools
GHGP film	www.youtube.com/watch?v=_urMCfkPdus
GHGP kantoren	www.ghgprotocol.org/files/ghgp/tools/working9-5.pdf
Afb. 16	www.sapintegratedreport.com/2012/en/performance/non-financial-notes/2.html
Bilan Carbone	www.associationbilancarbone.fr/
PAS 2060	www.bsigroup.com/en-GB/PAS-2060-Carbon-Neutrality www.carbon-clear.com/resource/white-papers/P10
CDP	www.cdproject.net

References
ADEME 2007. Bilan Carbone Companies and Local Authorities Version, Methodological Guide (Version 5.0): Objectives and Principals for the Counting of Greenhouse Gas Emissions.
LYSEN, E. H 1996. The Trias Energica: Solar Energy Strategies for Developing Countries. In: NOVEM (ed.) <i>Eurosun Conference</i> . Freiburg.
MAES, T. 2011. <i>Reductie van CO₂-emissies op bedrijventerreinen in Vlaanderen door energiemanagement en energieplanning</i> . Universiteit Gent.
ROBERTS, B. H 2004. The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 12, 997-1010.

LOW
CARBON

Hoofdstuk 4

Energiesysteem
van een
bedrijventerrein

BUSINESS
PARK

MANUAL

4 Energiesysteem van een bedrijventerrein

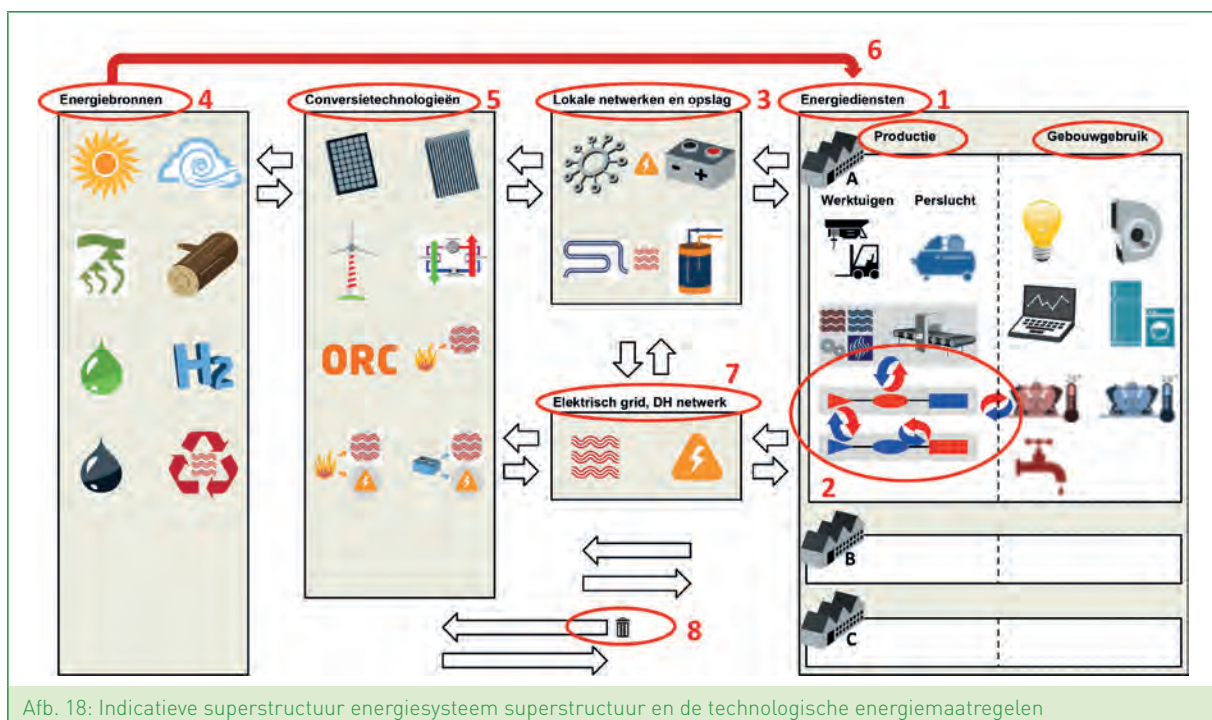
4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt energiesystemen op maat van bedrijventerreinen. Binnen een energiesysteem wordt bekeken hoe technologieën de energie-efficiëntie kunnen verbeteren en waar precies de lagere CO₂-uitstoot kan bereikt worden. Speciale aandacht gaat uit naar het afstemmen van energieproductietechnologieën en energiefuncties op het vlak van temperatuurprofielen. Exergie is een belangrijk begrip in dit verband en daarom wordt het hier geïntroduceerd en kort toegelicht. Om een analyse te maken van de werking van het energiesysteem in het verleden of systemen van de toekomst en om te bepalen met welke technologieën kosteneffectief broeikasgasemissies kunnen worden verminderd, is het nodig om het energiesysteem technisch en economisch in kaart te brengen. De verschillende soorten techno-economische modellen en hun toepassing worden beschreven. De energie die door het energiesysteem stroomt, kan jaarlijks of maandelijks geïnventariseerd worden aan de hand van een tabel met de energiebalans.

De **holistische** of multidisciplinaire aanpak in dit hoofdstuk vormt een hulpmiddel tot goede besluitvorming over de onderdelen en de samenstelling van een energiesysteem. Het is bedoeld voor mensen die betrokken zijn bij de planning of het ontwerp van energiesystemen (technisch manager van een bedrijf, bedrijventerreinontwikkelaar, ingenieursbureau, leverancier van energiefuncties, ...). Dit hoofdstuk richt zich op een breed publiek, maar paragraaf 4.4 is mogelijk wat moeilijker te begrijpen voor mensen zonder technische achtergrondkennis.

4.2 Superstructuur energiesysteem

Een intuïtieve algemene superstructuur van een energiesysteem van een bedrijventerrein wordt voorgesteld in afb. 18: **Energiebronnen** worden getransformeerd door **energieconversietechnologieën** (zie 5.6) in vormen (warmte en elektriciteit) die geschikt zijn voor de energiefuncties (zie 5.2.1). Deze conversietechnologieën kunnen direct aan individuele bedrijven worden gekoppeld of eerst worden aangesloten op een **lokaal energienetwerk** met **opslagfaciliteiten** dat vervolgens aan een aantal bedrijven levert (zie 7.5 en 7.8). Het lokale netwerk, alsook individuele bedrijven kunnen energie uitwisselen met het regionale **elektriciteitsnet** of met het **stadsverwarmingsnet**.



Afb. 18: Indicatieve superstructuur energiesysteem superstructuur en de technologische energiemaatregelen

4.3 Overzicht technologische energiemaatregelen

De algemene efficiëntie van een energiesysteem kan worden verbeterd en de CO₂-uitstoot kan verminderen door het implementeren van een reeks **technologise maatregelen** zoals te zien is bij afb. 18. **(1)** Zoals de Trias Energetica strategie voorschrijft (zie 3.3), dienen energiemaatregelen in de eerste plaats aandacht te hebben voor het **verminderen** van de **vraag** naar energiefuncties gerelateerd met het gebruik van het gebouw en de productieprocessen op bedrijfsniveau. Deze maatregelen omvatten het installeren van efficiënte apparaten, het optimaliseren van de werking van apparaten, het aanbrengen van voldoende isolatie, het kiezen van efficiënte processen en CO₂-arme productontwerpen (zie.5.4). **(2)** Ten tweede liggen er veel mogelijkheden in de **warmteterugwinning** op bedrijfsniveau, door het uitwisselen van warmte tussen proceseenheden, processen en energiefuncties van het gebouw (zie.0). **(3)** Daarna komen **lokale netwerken** en **opslag** aan de beurt. Deze netwerken en opslag maken de uitwisseling van restwarmte en overtollige elektriciteit tussen bedrijven mogelijk. Dit laat toe om een collectief energieproductiesysteem op te zetten voor een **collectief** profiel van de energievraag (zie hoofdstuk 7). **(4)** Bovendien is het mogelijk om koolstofvrije energie op te wekken uit **hernieuwbare energiebronnen** en de bijhorende conversietechnologieën (zie hoofdstuk 6). **(5)** Verder worden energieverliezen tijdens de conversie geminimaliseerd door het gebruik van de meest **efficiënte technologieën**. **(6)** Door het **afstemmen** van energiefuncties en energieproductie in termen van energiekwaliteit (temperatuurprofiel) wordt de vernietiging van de **energiekwaliteit** geminimaliseerd (zie 4.4). **(7)** Elk verschil tussen lokale productie en consumptie van energie, dat niet kan worden gecompenseerd door het opladen of ontladen van opslagfaciliteiten wordt op gelijk niveau gebracht door het **exporteren** van overtollige energie of door het **importeren** van CO₂-arme energie van het openbare elektriciteitsnet en het stadsverwarmingsnet. **(8)** Ten slotte bestaat de mogelijkheid om **afval** afkomstig van industriële processen als 'hernieuwbare' energiebron te recyclen in het systeem. Het is duidelijk dat deze technologische maatregelen van toepassing zijn op alle niveaus die in paragraaf 3.4 vermeld worden: bedrijf, bedrijvencluster, bedrijventerreinen en regio.

4.4 De thermodynamische kwaliteit van energievraag en -aanbod afstemmen

Om te begrijpen hoe belangrijk de goede afstemming van energievraag en -aanbod is, is een basiskennis van exergieanalyse vereist. Hieronder worden in het kort een aantal belangrijke begrippen geïntroduceerd. De belangrijkste referenties voor paragraaf 4.4 zijn Torio en Schmidt (2011) en Moran et al. (2011).

4.4.1 Definities

Thermische energie wordt door materie vastgehouden (bijv. lucht in een kamer) en is gerelateerd met de temperatuur ervan. Dit omvat zowel voelbare als latente warmte die te maken hebben met faseverschuivingen (condensatie, verdamping,...). **Warme thermische energie** betekent een overschot aan thermische energie ten opzichte van (warmer dan) de omgeving, terwijl de term **koude thermische energie** wordt gebruikt om een gebrek aan thermische energie aan te geven (kouder dan) de omgeving. **Warmtevraag** en **koelingsvraag** komen overeen met de behoefte van verhoging of verlaging van de thermische energie van materie (bijv. de lucht in een ruimte).

Warmteoverdracht is niet aan materie gebonden en verwijst naar de overdracht van energie tussen twee systemen als gevolg van een temperatuurverschil. **Koude** verwijst naar warmteoverdracht bij temperaturen onder de omgevingstemperatuur T_0 .

4.4.2 Beknopte theorie van exergie

Exergie drukt de kwaliteit van energie uit en betekent de mogelijkheid om mechanische of elektrische arbeid te produceren.

Per definitie is de exergie die overeenkomt met een bepaalde hoeveelheid energie de **maximum theoretische arbeid** (mechanisch of elektrisch) die er kan uitgehaald worden (afb. 19), bij het in **evenwicht** brengen met een referentieomgeving via een omkeerbaar proces.

Een thermodynamisch systeem kan **warmte** ontvangen, mechanische of elektrische **arbeid** leveren en onderworpen zijn aan toevoer en afvoer van **massa** (zie afb. 20). Al deze overdrachten van energie en materie gaan gepaard met overdrachten van exergie:

Warmteoverdracht: exergie gerelateerd met warmteoverdracht (door geleiding en convectie) kan worden opgevat als arbeid die door een theoretisch apparaat wordt uitgevoerd, de 'Carnot cyclus' genoemd, tussen de warmtebron zelf en de referentieomgeving. Omdat warmte nooit volledig kan worden omgezet in arbeid (2de wet van de thermodynamica), is de exergie-inhoud altijd kleiner dan de energie-inhoud. Deze definitie geldt voor warmteoverdracht zowel boven als onder de T_0 -omgevings-temperatuur. (zie afb. 21).

Thermische energie: exergie gerelateerd aan de thermische energie die in een hoeveelheid materie vervat zit, is gelijk aan exergie van de warmteoverdracht die kan worden verkregen bij het in evenwicht brengen van de materie met zijn omgeving.

Deze warmte kan gedeeltelijk bestaan uit latente warmteoverdracht, die plaatsvindt bij constante temperatuur, en deels uit voelbare warmteoverdracht, die plaatsvindt bij veranderende temperaturen omdat het systeem dichterbij het evenwicht komt.

Arbeid: de exergie-inhoud van energieoverdracht door arbeid is gelijk aan haar energie-inhoud omdat deze volledig kan worden omgezet in een andere vorm van energie.

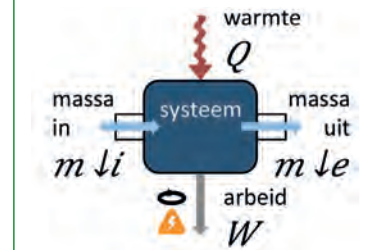
Als bij gebouwen een exergieanalyse wordt uitgevoerd, dan is de exergievraag de minimum arbeid die nodig is om temperaturen op het gewenste niveau te houden door het leveren van energie (verwarming) of verwijderen van energie (koeling). Als referentieomgeving kan de omringende buitenlucht worden gekozen. Bijgevolg varieert de referentietemperatuur T_0 in de tijd.

4.4.3 De factor kwaliteit

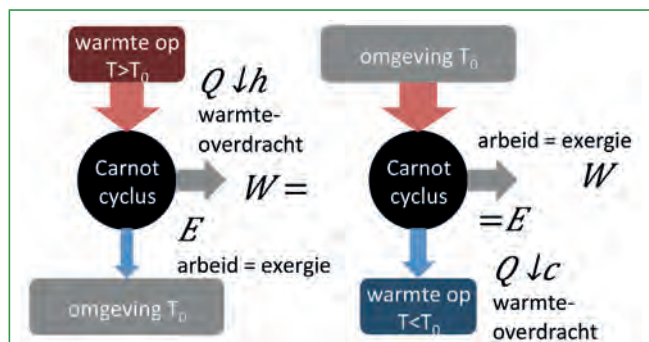
De factor kwaliteit, de 'q' van energie, is de verhouding van de exergie-inhoud tot de energie-inhoud. Voor warmteoverdracht wordt 'q' berekend met de vergelijking (1), die ook geldt voor latente warmte van materie. Voor voelbare warmte van materie geldt echter de vergelijking (2). In tegenstelling hiermee heeft energieoverdracht door arbeid een kwaliteitsfactor van 1, zie vergelijking (3). U ziet deze formules in een grafische weergave in afb. 22. Bij temperaturen die boven de referentietemperatuur T_0 liggen van de referentieomgeving, stijgen de kwaliteitsfactoren zoals opgegeven in de vergelijkingen (1) en (2) volgens de brontemperatuur T. Onder T_0 stijgen ze bij afnemende temperaturen. Om de vergelijking van energie onder en boven omgevingstemperatuur T_0 te vereenvoudigen, wordt de kwaliteitsfactor tussen absolute haakjes gezet. Uiteraard is het ook zo dat als de referentietemperatuur T_0 in de loop van het jaar varieert, dan ook de waarde van de kwaliteitsfactor mee verandert. Wanneer een hoeveelheid materie wordt opgewarmd of gekoeld van T_1 tot T_2 dan is het mogelijk de kwaliteitsfactor met de formule (4) te berekenen die is afgeleid van (2). Deze vergelijking kan men toepassen om de kwaliteit te beoordelen van stadsverwarming of thermi-



Afb. 19: Exergie

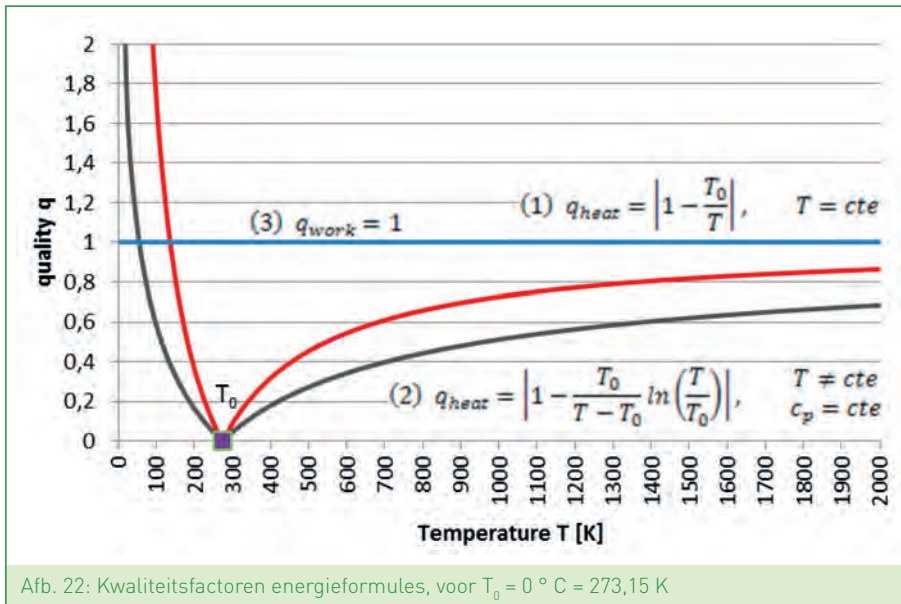


Afb. 20: Thermodynamisch systeem



Afb. 21: Exergie van warmteoverdracht = arbeid verricht door de Carnot cyclus tussen warmtebron en omgeving

sche zonneverwarming in hun functie van toevoer en afvoer van temperatuur, terwijl (1) wordt toegepast voor onuitputtelijke warmtebronnen zoals bijv. aardwarmte of voor een warmtebehoefte zoals ruimteverwarming.



Als voorbeeld zijn een aantal kwaliteitsfactoren berekend in Tabel 7. Door de zeer hoge verbrandingstemperatuur (ongeveer 2000°C) hebben brandstoffen verbrandingsfactoren van ongeveer 0,9. In tegenstelling daarmee zijn de energievragen voor ruimteverwarming en warm sanitair water van lage kwaliteit, respectievelijk ongeveer zeven en dertien procent, omdat de vraagtemperatuur relatief dicht bij de referentietemperatuur van de omgeving ligt. Lage kwaliteit warmtebronnen zijn stadsverwarming, thermische zonnewarmte en aardwarmte. Over het ganse jaar kunnen er sterke variaties optreden van de kwaliteitsfactoren. Dit komt omdat afhankelijk van de veranderende referentietemperatuur, de warmteafgifte van een thermisch zonne-energiesysteem of van een ondiepe warmtepomp sterk verschilt.

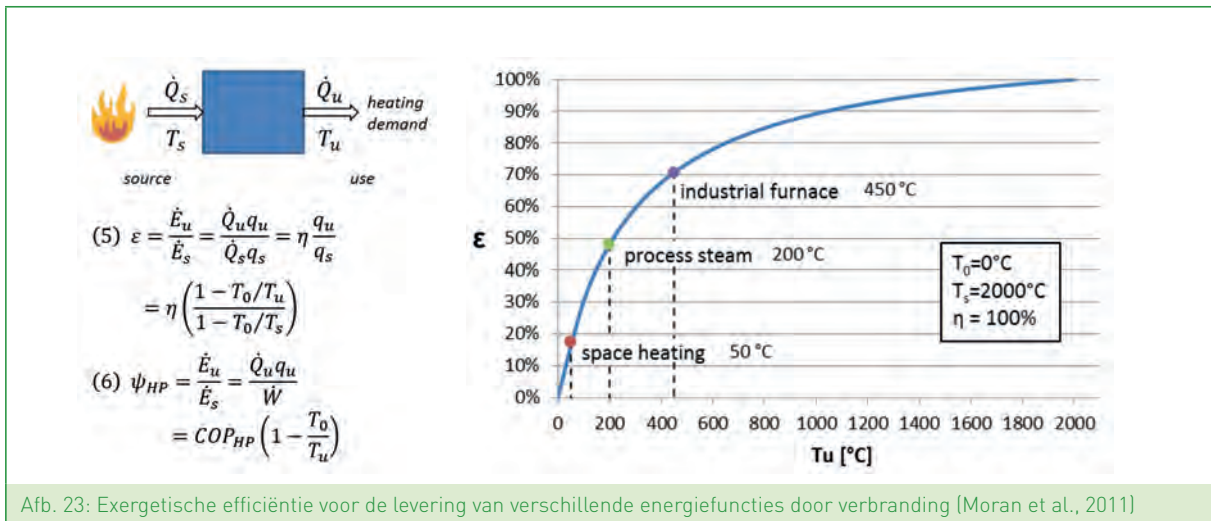
Tabel 7: berekening van de kwaliteitsfactoren

equations	kwaliteitsfactoren	T_0	T_1	T_2	q	eq.
(1) $q_{heat} = \left 1 - \frac{T_0}{T} \right $ $T = cte$	energievoorziening elektriciteit	[°C]	[°C]	[°C]	1	(3)
(2) $q_{heat} = \left 1 - \frac{T_0}{T - T_0} \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) \right $ $T \neq cte$ $c_p = cte$	verbranding van brandstof	0	2000		0,88	(1)
(3) $q_{work} = 1$	stadsverwarming	0	90	70	0,23	(4)
	thermische zonnewarmte	0	70	50	0,18	(4)
	lage T stads- verwarming	0	50	30	0,13	(4)
(4) $q_{heat} = \left 1 - \frac{T_0}{T_2 - T_1} \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \right $ $T \neq cte$ $c_p = cte$	aardwarmte	0	10		0,04	(1)
	energievraag ruimteverwarming	0	20		0,07	(1)

4.4.4 Verwarmings- en koelsystemen met exergie-efficiëntie

Exergie-efficiëntie is nuttig om de prestaties van verschillende verwarmings- en koelsystemen te vergelijken. De exergetische efficiëntie ε van op verbranding gebaseerde verwarmingssystemen wordt uitgedrukt als de verhouding van de exergieoverdracht \dot{E}_u , die gepaard gaat met een nuttige warmteafgifte bij temperatuur T_u tot de exergieoverdracht \dot{E}_s , die gepaard gaat met de warmte-inbreng bij een temperatuur T_s (zie vergelijking 5). Voor warmtepompen, kan de exergetische efficiëntie op gelijkaardige manier worden berekend, namelijk als de verhouding van de exergie met betrekking tot de warmteafgifte aan de vereiste elektrische arbeid (vergelijking 6).

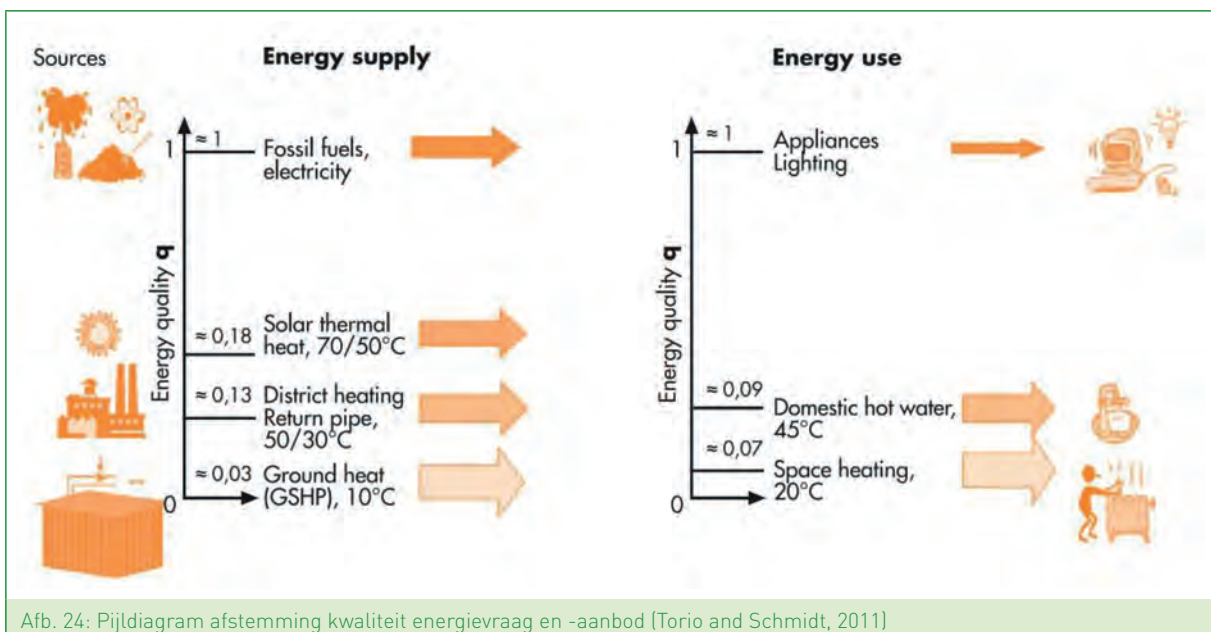
We nemen hier als voorbeeld een gesloten verwarmingssysteem met een verbrandingstemperatuur $T_s = 2000^\circ\text{C}$ en energetisch rendement $\eta = 100\%$. Voor dit systeem stelt afb. 23 de exergetische efficiëntie voor in functie van de warmtevraagtemperatuur ($T_0 = 0^\circ\text{C}$). In de grafiek is te zien dat voor een vraagtemperatuur van 50°C (inlaattemperatuur van een lage temperatuur radiator), de exergetische efficiëntie slechts 18% is, hoewel het energetisch rendement 100% bedraagt. Toch kan de exergetische efficiëntie van hetzelfde systeem, wanneer het wordt gebruikt om 450°C warmte af te leveren, bijv. voor een industriële oven, oplopen tot 68%. Uiteraard is het exergetisch rendement van een verwarmingssysteem gebaseerd op verbranding veel hoger wanneer het gebruikt wordt voor industriële ovens dan voor ruimteverwarming. Wanneer de kwaliteiten, en dus de temperatuur, van de energiebron en de vraag naar energie worden afgestemd op elkaar dan benadert de exergetische efficiëntie de energetische efficiëntie.



Afb. 23: Exergetische efficiëntie voor de levering van verschillende energiefuncties door verbranding [Moran et al., 2011]

4.4.5 Afstemmen van energievraag en -aanbod

Wanneer de vereiste energie voor een verwarmingsvraag met lage kwaliteit (of koeling) door een hoogwaardige energiebron geleverd wordt dan gaat een groot gedeelte van deze exergie totaal verloren zonder enig nut. Zoals te zien is in paragraaf 4.4.4 resulteert dit in een lage exergetische efficiëntie. Daarom dienen de energievragen en energiebronnen van vergelijkbare kwaliteit op elkaar te worden afgestemd. Het pijlschema van afb. 24 geeft een voorstelling van de afstemming van de kwaliteit van vraag en aanbod. Het spreekt vanzelf dat deze kwaliteitsfactoren afhangen van de gekozen omgevingstemperatuur T_0 .



Afb. 24: Pijldiagram afstemming kwaliteit energievraag en -aanbod [Torio and Schmidt, 2011]

Bij een exergie-efficiënt energiesysteem dient lage temperatuur voor ruimteverwarming en warm water te worden geproduceerd door lage exergiebronnen (thermische zonnewarmte, aardwarmte, uit afval teruggewonnen warmte,...) in plaats van door verbranding van brandstof of elektriciteit. Om de toepassing van die lage temperatuurbronnen toe te staan, dient men conventionele systemen die hoge temperaturen uitstralen zoals radiatoren die bij 90/70 °C werken te vervangen door systemen die lage temperaturen afgeven, zoals vloerverwarming of thermisch actieve bouwelementen. Het is duidelijk dat een vloerverwarmingssysteem aangesloten op een gasboiler niet beter zal presteren dan een conventionele radiator met dezelfde boiler. Ook hoge temperatuur koelsystemen, zoals gekoelde plafonds, die voor koeling zorgen bij temperaturen in de buurt van de binnentemperatuur, maken het toepassen van lage exergiebronnen gemakkelijker. Bovendien moet het elektriciteitsgebruik door pompen, ventilatoren en warmtepompen geminimaliseerd worden.

Warmtekrachtkoppeling wordt gebruikt om de hoge exergie-inhoud van brandstoffen maximaal te benutten. In een WKK-installatie drijft de hoge kwaliteit verbrandingswarmte een turbine aan die gekoppeld is aan een elektriciteitsgenerator. De restwarmte met een lagere temperatuur kan worden gebruikt voor industriële processen. Wanneer men bovendien de warmte in stappen naar beneden naar telkens lagere warmtebehoeften leidt dan is het mogelijk om het verlies van exergie drastisch te verminderen.

Hernieuwbare energiebronnen, zoals thermische zonnewarmte en aardwarmte evenals restwarmte leveren lage temperaturen op en bijgevolg lage kwaliteit. Consequent hernieuwbare technologieën toewijzen aan lage energievragen zorgt voor een schaalvergroting ervan. Bovendien moeten hernieuwbare energiebronnen die een hoge energiekwaliteit leveren, zoals biobrandstoffen, windenergie, geconcentreerde zonne-energie, fotovoltaïsche energie en diepe aardwarmte, gekoppeld worden aan hoge kwaliteitsvragen zodat de energie efficiënt wordt benut.

De **primaire energie ratio** wordt gedefinieerd als de verhouding tussen nuttige energieoutput en fossiele energie-input. In tegenstelling tot de kwaliteitsfactor (zie 4.4.3) houdt deze ratio rekening met de vraag of de energiebron hernieuwbaar is of van fossiele oorsprong. Exergieanalyse houdt geen rekening met het verschil tussen hernieuwbare en fossiele energiebronnen en daarom moet dit gezien worden als aanvulling op CO₂-arme principes. Bij het ontwerp van duurzame energiesystemen beperkt men de energievraag, vervolgens maximaliseert men het gebruik van hernieuwbare energiebronnen en dan stemt men alle energiebronnen af op energievragen van vergelijkbare kwaliteit.

4.5 Energiemodellering

4.5.1 Tijdgebonden profielen van energievraag en -aanbod

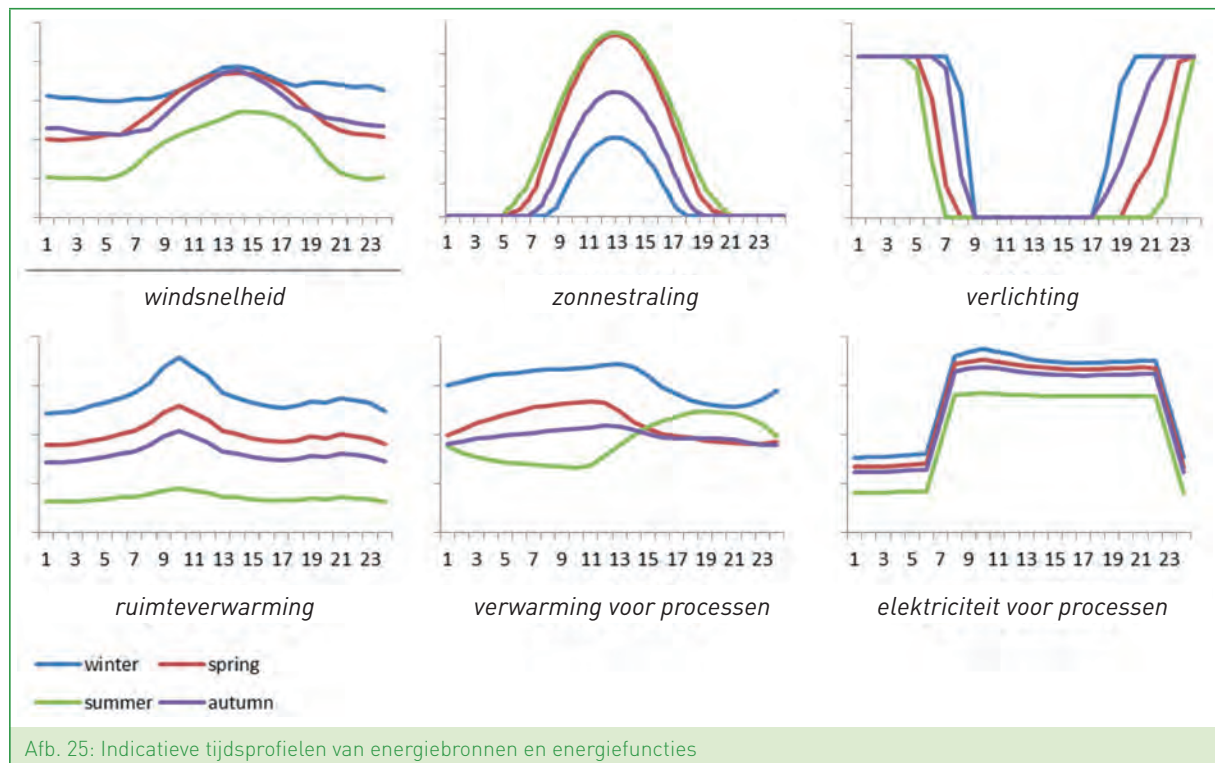
De feitelijke werking van een energiesysteem op elk tijdstip hangt af van het gedrag van de onderdelen van dat systeem in de tijd (zie afb. 25), bepaald door:

- tijdgebonden profielen van oncontroleerbare energiebronnen (zon, wind, ...)
- tijdgebonden profielen van vraag naar energiefuncties (verlichting, verwarming/koeling, procesverwarming,...)
- strategie voor verdeling van controleerbare energieopwekkers (op brandstof)

Een energiesysteem kan pas in evenwicht zijn als bij elke tijdstap de energievoorziening gelijk is aan de energievraag. Daarom wordt het verschil tussen niet-controleerbare productie van energie (zon, wind,...) en de vraag naar energie gecompenseerd door het aansturen van wel controleerbare energieopwekkers (op brandstof), activering van opgeslagen energie of uitwisseling van energie met externe netten. Het resultaat hiervan is dat de werking van een energiesysteem een complexe tijdgebonden interactie is tussen de onderdelen ervan.

Zowel fotovoltaïsche als thermische zonne-energie hangen af van de jaarlijkse verschillen in zonnestraling. Zonne-energie is er alleen overdag, in de zomer langer en intenser dan in de winter. Windturbines hebben te maken met de jaarlijkse verschillen in windsnelheid. In sommige regio's heerst overdag aan land een hogere windsnelheid dan 's nachts. In de winter beschikt men over meer windenergie dan in de zomer. Aan de vraagzijde van het energiesysteem kunnen we voor bepaalde energiefuncties typische tijdsprofielen herkennen.

Het tijdsprofiel voor geautomatiseerde buitenverlichting bijvoorbeeld kan worden afgeleid van het jaarlijkse tijdsprofiel van het daglicht. Voor ruimteverwarming hangt het profiel af van de buitentemperatuur en de zonnestraling. In veel gevallen hangt het tijdsprofiel van energiefuncties af van de werktijden van individuele bedrijven.



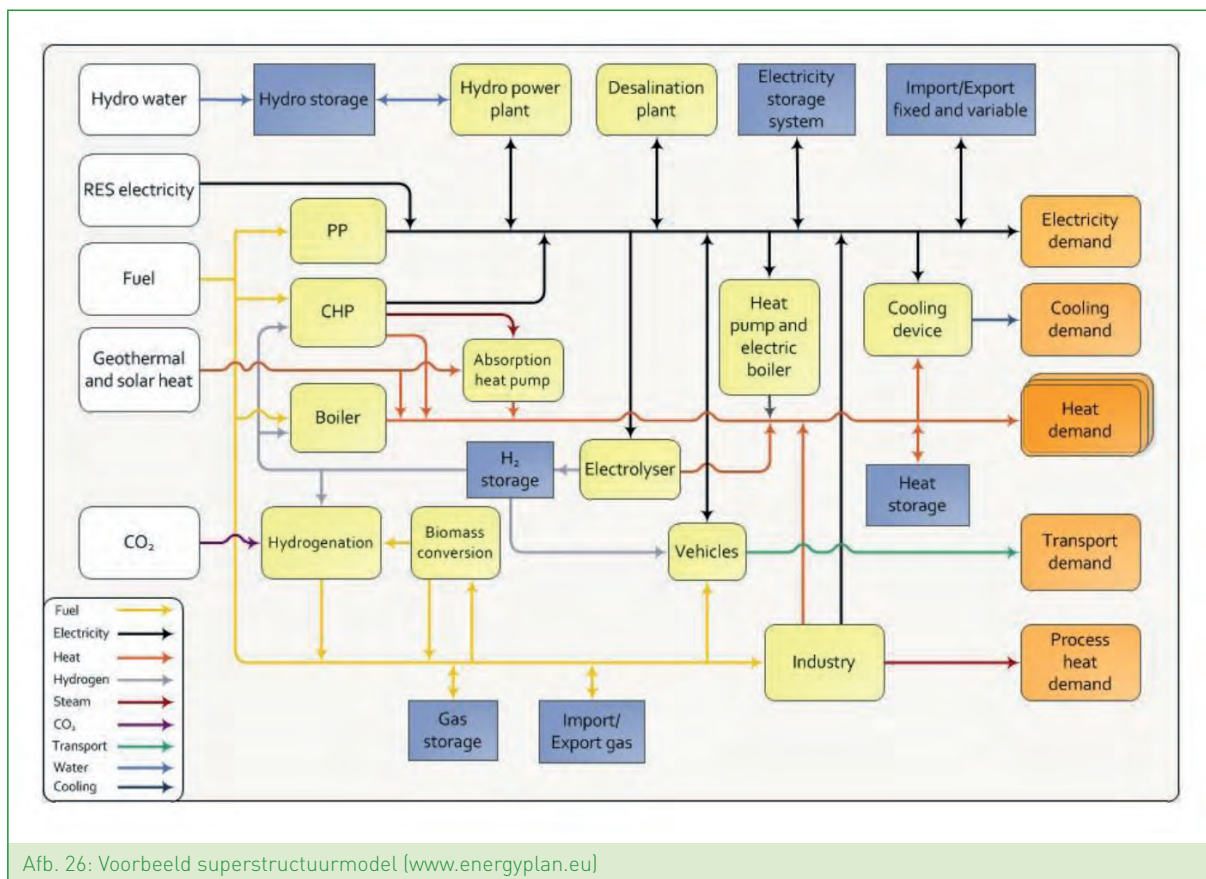
Afb. 25: Indicatieve tijdsprofielen van energiebronnen en energiefuncties

4.5.2 Technisch-economisch energiemodel

Wanneer men aparte onderdelen van een energiesysteem optimaliseert zonder de volledige systeemarchitectuur in overweging te nemen, dan kunnen mogelijkheden voor efficiëntere werking en configuratie van het systeem over het hoofd worden gezien. Dit kan zelfs een negatieve invloed hebben op de efficiëntie van het volledige systeem. Daarom is een **holistische benadering vereist** van de analyse van een energiesysteem en -ontwerp (vanaf de basis of aanpassing) door middel van technisch-economische energiemodellen.

Een **technisch-economisch energiemodel** is een wiskundige voorstelling van een energiesysteem. Het beschrijft de technische, economische en ecologische kenmerken van de afzonderlijke onderdelen van het systeem en hun onderlinge relatie. Een voorbeeld hiervan is te zien bij de superstructuur van het energiemodelleringsraamwerk EnergyPLAN. Het geeft alle mogelijke onderdelen van het systeem en de interacties weer in afb. 26. Bovendien bevat de beschrijving van het model tijdsprofielen van niet-controleerbare energietechnologieën en vraagt naar energiefuncties, de strategieën om wel controleerbare energieopwekkers te verdelen alsook de temperatuurniveaus van warmteproducerende technologieën en thermische vragen.

Technisch-economische energiemodellen kunnen ofwel een **evaluatie** uitvoeren van de prestatie van een voorgesteld energiesysteem (energetisch, economisch, ecologisch) ofwel een **optimalisatie** van de configuratie en werking van een systeem zodat een optimale balans ontstaat tussen de (energetische, economische, ecologische) prestatie-indicatoren. Deze modellen kunnen worden gebruikt om het beste ontwerp te vinden, om een analyse van het verleden te maken of om toekomstig gedrag van energiesystemen te voorspellen.



Afb. 26: Voorbeeld superstructuurmodel (www.energyplan.eu)

4.5.3 Model categorisation

De indeling van modelleerinstrumenten en een uitgebreide beschrijving van hun belangrijkste kenmerken wordt gegeven door Timmerman et al. (2013): **(a) Energiesysteemevolutiemodellen** wijzen de goedkoopste weg van een energiesysteem naar een gewenste toekomst op lange termijn. **(b) Energiesysteemoptimalisatiemodellen** berekenen de configuratie met de laagste kostprijs en werkingskosten binnen een representatief jaar. **(c) Energiesysteemsimulatiemodellen** worden toegepast om verschillende configuraties te vergelijken of om verschillende werkingsstrategieën te berekenen binnen een representatief jaar. **(d) Energiesysteemaccountingmodellen** gebruikt men om snel de energetische, economische en ecologische prestaties van een voorgesteld energiesysteem te beoordelen in vergelijking met een referentieproject. **(e) Energiesysteemintegratiemodellen** focussen op optimale integratie van de energieconversietechnologieën. Ze gaan uit van thermische energievragen die zijn geminimaliseerd door warmte-uitwisseling tussen de processtromen met behulp van de Pinch-analyse (zie 5.5). Deze verschillende modellen zijn al toegepast voor analyses van energiesystemen van internationaal tot lokaal niveau. Oorspronkelijk zijn energiesysteemintegratiemodellen ontwikkeld voor het optimaal ontwerp van complexe energiesystemen zoals bijv. industriële processen, industriële installaties en warmtenetten. Recent werden ze ook gebruikt voor energieanalyse op gemeentelijke of regionale schaal. Een belangrijk verschil is echter dat type a, b en sommige e-modellen een optimalisatie-algoritme gebruiken om automatisch de **optimale systeemconfiguratie** (of een reeks bijna-optimale configuraties) te **berekenen**, terwijl de modellen c en d de prestaties **evalueren** van **configuraties die door de gebruiker werden bepaald**.

4.5.4 Toepassing op energiesystemen voor bedrijventerreinen

Tot nu toe bestaan er geen technisch-economische energiemodellen die speciaal op maat van bedrijventerreinen gemaakt werden. Om die reden is de ontwikkeling van een dergelijk model door het combineren van de hierboven beschreven modeltypes een hoge prioriteit. Een passend energiemodel voor bedrijventerreinen omvat de volgende eigenschappen: naast **elektrische** worden ook **thermische** energiestromen bekeken en ze worden gedefinieerd door middel van **warmtecurves** zodat men nauwkeurig met de temperaturen rekening houdt. Thermische energievragen worden a priori verminderd door het modelleren van **warmte-uitwisseling** tussen bedrijven via warmteleidingen of warmtenetten, met behulp van Total Site Analyse methoden (zie 5.6). De belangrijkste trends in de jaarlijkse tijdsprofielen van niet-controleerbare technologieën voor energieproductie en vraag naar energiediensten worden vastgelegd met voldoende nauwkeurigheid en **tijdsdetail**. Voor wel controleerbare energietechnologieën worden typische werkings**strategieën** opgenomen. **Deellastrendement** binnen de werkingsgrenzen en investeringskosten afhankelijk van de grootte worden gemodelleerd om nauwkeurig de technisch-economische kenmerken van de afzonderlijke technologie-eenheden weer te geven. Er wordt een onderscheid gemaakt of de **energiefuncties** betrekking hebben op de totale vraag naar elektriciteit of op thermische energievragen. Een **optimalisatiealgoritme** zoekt automatisch naar optimale configuraties zodat er geen nood is aan voorstellen tot configuraties door de analist. Om het bovendien gemakkelijker te maken om meerdere tegenstrijdige doelstellingen met elkaar te verzoenen, zoals het minimaliseren van zowel kosten als CO₂-emissies, wordt gebruik gemaakt van **multi-objective optimalisatiemethodes**.

Het model berekent de optimale configuratie en werking afhankelijk van de gekozen prestatiedoelstellingen. Die doelstellingen kunnen heel verschillend zijn zoals bijvoorbeeld de minimalisatie of beperking van de verdisconteerde systeemkosten (of investeringskosten, operationele kosten, importkosten, ...), totale CO₂-uitstoot, gebruik van fossiele brandstoffen, het totaal uitgewisselde energievolume met externe netten, thermodynamisch kwaliteitsverlies, enz. Het is mogelijk om zowel minimum- als maximumdrempels in te stellen voor de totale energie-efficiëntie, voor de winst op individueel niveau van de generator of systeemniveau, voor het aandeel van hernieuwbare energieproductie of -verbruik, enz. Wat meestal gebeurt, is minimalisatie van de totale kosten gecombineerd met beperking van de CO₂-uitstoot en energiegebruik en ondertussen een minimum aandeel bereiken voor hernieuwbare energieproductie.

Technisch-economisch energiemodel voor energiesystemen van CO₂-arme bedrijventerreinen.

Vereisten

- Het volgende weergegeven:
 - ✓ Elektrische en thermische energiestromen
 - ✓ Warmtecurves voor thermische energiestromen
 - ✓ Warmte-uitwisseling tussen bedrijven via warmteleidingen of -netten.
 - ✓ Belangrijkste trends in de jaarlijkse tijdsprofielen voor niet-controleerbare energieproductie en vraag naar energiefuncties
 - ✓ Strategieën voor de werking van wel controleerbare energietechnologieën
 - ✓ Deellastrendement en technologiekosten afhankelijk van de grootte
 - ✓ Onderscheid van energiefuncties

Doelstellingen

- Minimalisatie of beperking
 - ✓ Totaal bespaarde systeemkosten
 - ✓ CO₂-emissies
 - ✓ Verbruik van fossiele brandstoffen
 - ✓ Energie-uitwisseling met externe netwerken
- Maximum- of minimumdrempel:
 - ✓ Totale energie-efficiëntie
 - ✓ Winst op individueel niveau van de generator of op systeemniveau
 - ✓ Introductie van hernieuwbare energiebronnen

Resultaten

- Configuratie:
 - ✓ Technologieën, capaciteiten, (indien van toepassing: investeringsplan in de tijd)
- Werking:
 - ✓ Verdeling van de technologieën

4.6 Bronnen

Referenties

- MORAN, M. J., SHAPIRO, H. N., BOETTNER, D. D. & BAILEY, M. B. 2011. *Principles of Engineering Thermodynamics, SI Version, 7th Edition*.
- TIMMERMAN, J., DECKMYN, C., VANDELDE, L. & VAN EETVELDE, G. Techno-economic energy models for low carbon business parks. 16th Conference on process integration, modelling and optimisation for energy saving and pollution reduction, 29 September- 2 October 2013 Rhodes, Greece. Chemical Engineering Transactions, 571-576.
- TORIO, H. & SCHMIDT, D. 2011. Detailed Exergy Assessment Guidebook for the Built Environment *In: PROGRAMME, I. E. R. (ed.) Annex 49: Low Exergy Systems for High-Performance Buildings and Communities, Final Report*. Germany: Fraunhofer IBP.

LOW
CARBON
BUSINESS
PARK
MANUAL

Hoofdstuk 5

**Energiegebruik
van bedrijven**

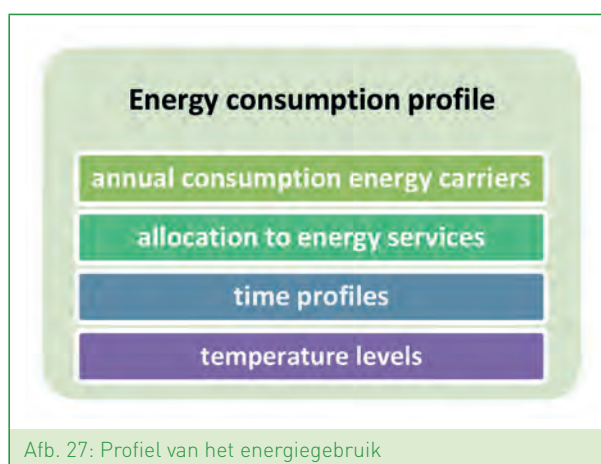
5 Energiegebruik van bedrijven

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk geeft weer hoe het energiegebruikprofiel van een bedrijf op te delen is in energiefuncties voor het bedrijfsgebouw enerzijds en voor productieprocessen anderzijds. De tijdsgebonden variaties voor energiefuncties worden uitgelegd en de verschillende temperatuur bereiken voor thermische energie worden besproken. Het is essentieel om goed het energiegebruikprofiel van een bedrijf in te schatten om de meest effectieve energiemaatregelen te vinden. Om die reden tonen we stapsgewijs waaruit efficiënt energiemanagement bestaat: energieaudit, energiemonitoringsysteem, energiemanagementsysteem. We sommen energie-efficiënte maatregelen op voor gebruik in gebouwen en in productieprocessen en geven enkele voorbeelden. Ten slotte komen Pinch-analyse en de Total Site Analyse aan bod. De Pinch-methode beoordeelt de vermindering van de thermische energiebehoefte die te bereiken is door directe warmte-uitwisseling tussen processen van een bedrijf. De Total Site Analyse is een uitbreiding van de Pinch-methode teruggebracht tot de schaal van een bedrijventerrein; maar het laat enkel warmte-uitwisseling toe tussen bedrijven via warmteleidingen of warmtenetten. De laatste twee paragrafen zijn theoretischer van inhoud, maar bieden technisch inzicht in de warmte-uitwisseling zowel op bedrijfsniveau als op bedrijventerreinniveau.

5.2 Profiel van het energiegebruik van een bedrijf

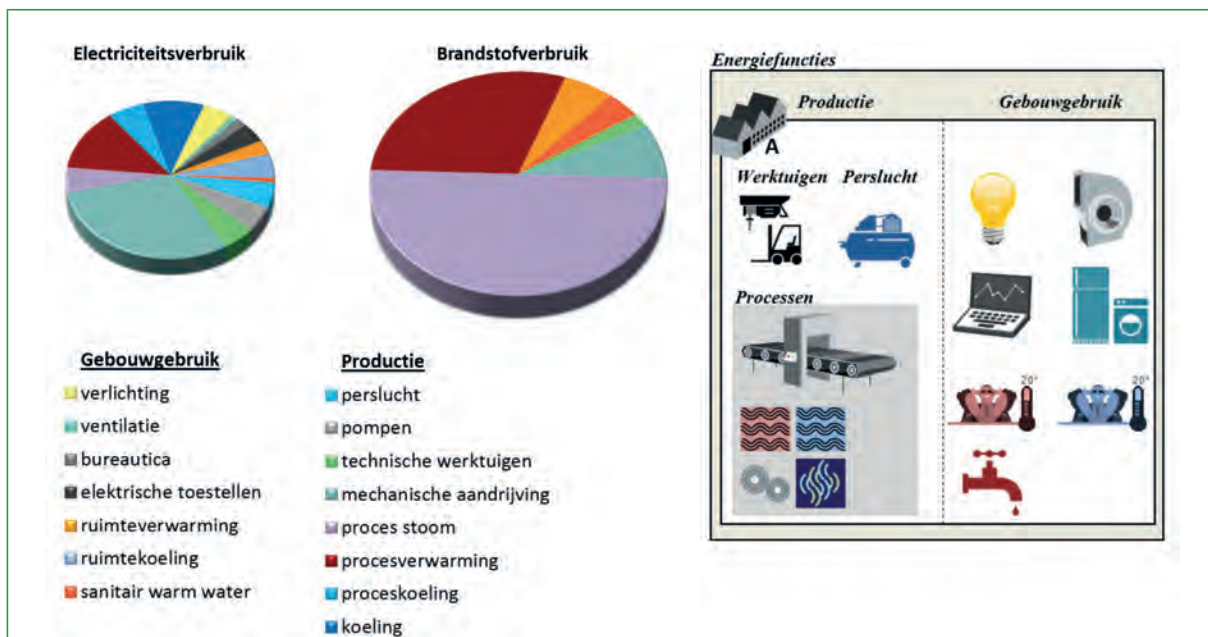
De volledige bepaling van het energieprofiel van een bedrijf omvat verschillende stappen (zie afb. 27). De eerste stap is het opmaken van een inventaris van het jaarlijkse verbruik van alle energiedragers (elektriciteit en brandstoffen). Daarna wordt dit verbruik toegewezen aan de verschillende energiefuncties binnen het bedrijf. Vervolgens worden tijdsprofielen toegewezen aan elke energiefunctie, of op een meer samengevoegd niveau, aan het verbruik van een energiedrager (bijv. de jaarlijkse verdeling van waarden per uur). Vervolgens worden de temperaturen van alle thermische vragen van energiefuncties vastgesteld. Zodra al deze gegevens verzameld zijn, is het energieprofiel volledig bekend. Energiegegevens kunnen worden verkregen door het uitvoeren van een energieaudit, een eenmalige energiemonitoringcampagne of via een permanent energiemanagementsysteem met energiemonitoring (zie 5.3).



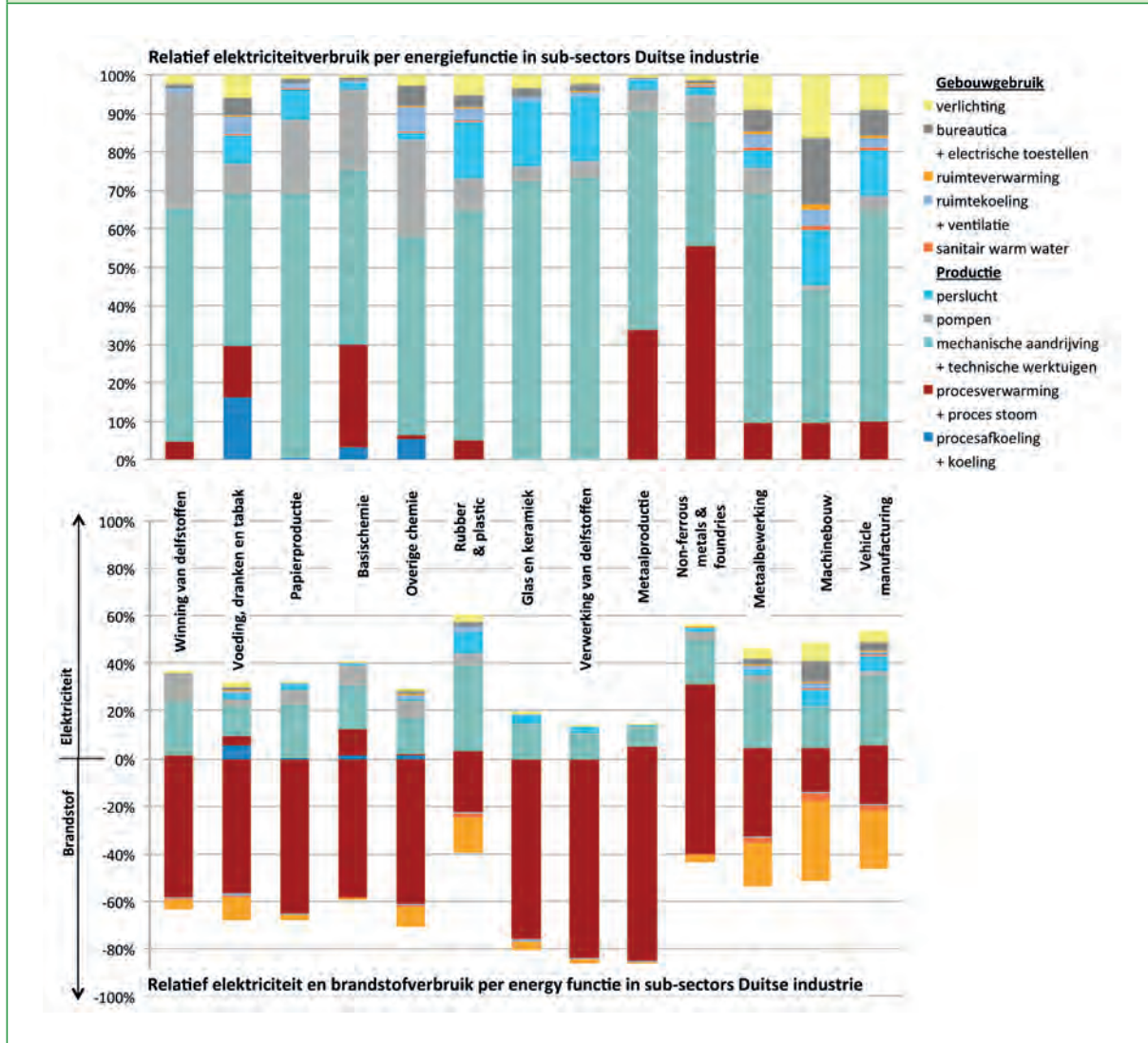
5.2.1 Energiefuncties

Het jaarlijks verbruik van verschillende energiedragers (elektriciteit en brandstoffen) binnen een bedrijf kan worden toegewezen aan verschillende energiefuncties die ofwel met het gebruik en de bezetting van de gebouwen verband houden ofwel met de industriële productie zelf. Het is mogelijk om dit jaarlijkse energieprofiel in een cirkeldiagram weer te geven. Elke segment stelt een andere energiedrager voor (zie afb. 28). Een dergelijk diagram kan met gegevens van een energieaudit opgemaakt worden (zie 5.3.2).

Het is onmogelijk om representatieve jaarlijkse energieprofielen per type bedrijf samen te stellen. Het is zelfs zo dat binnen dezelfde industriële deelsector grote variaties kunnen voorkomen in het jaarlijkse gebruiksprofiel door de verschillen in soorten en prestaties van processen, bezettingsgraad, energieprestaties van gebouwen, enz. Toch is het mogelijk om een idee te krijgen van de relatieve verdeling van het verbruik (elektriciteit en brandstoffen) over de verschillende energiefuncties door een algemene analyse van de regionale of nationale energiesector en zijn deelsectoren. Dit type van analyse werd uitgevoerd voor de Duitse industrie en haar deelsectoren (zie afb. 29) door het Fraunhofer Instituut [Schloman et al., 2010], en kan ook worden gebruikt als benadering voor het energieprofiel van industriële sectoren in andere landen.



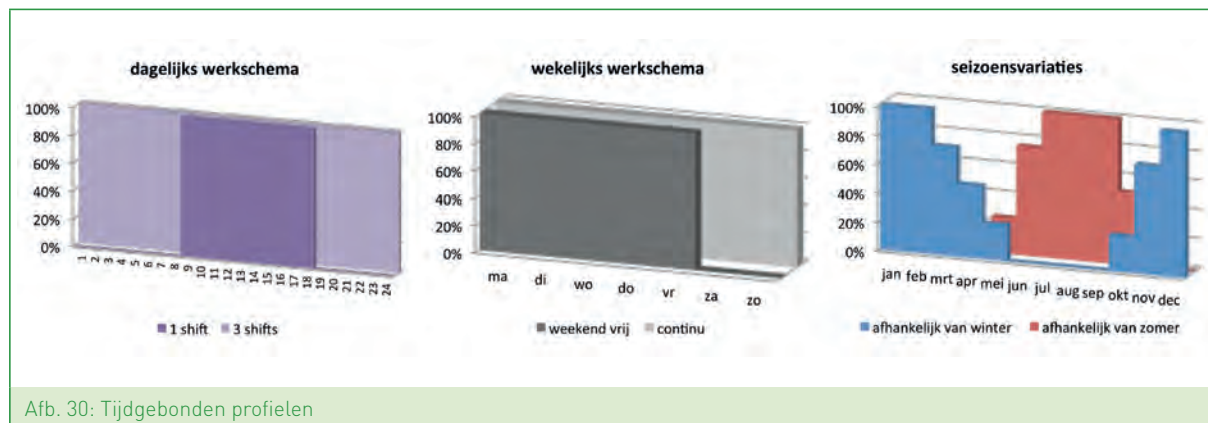
Afb. 28: Energiefuncties en de toewijzing van jaarlijks verbruik van energiedragers (fictief voorbeeld)



Afb. 29: Toewijzing aan energiefuncties van elektriciteits- en brandstofverbruik in de Duitse industrie (Schlommann et al., 2010)

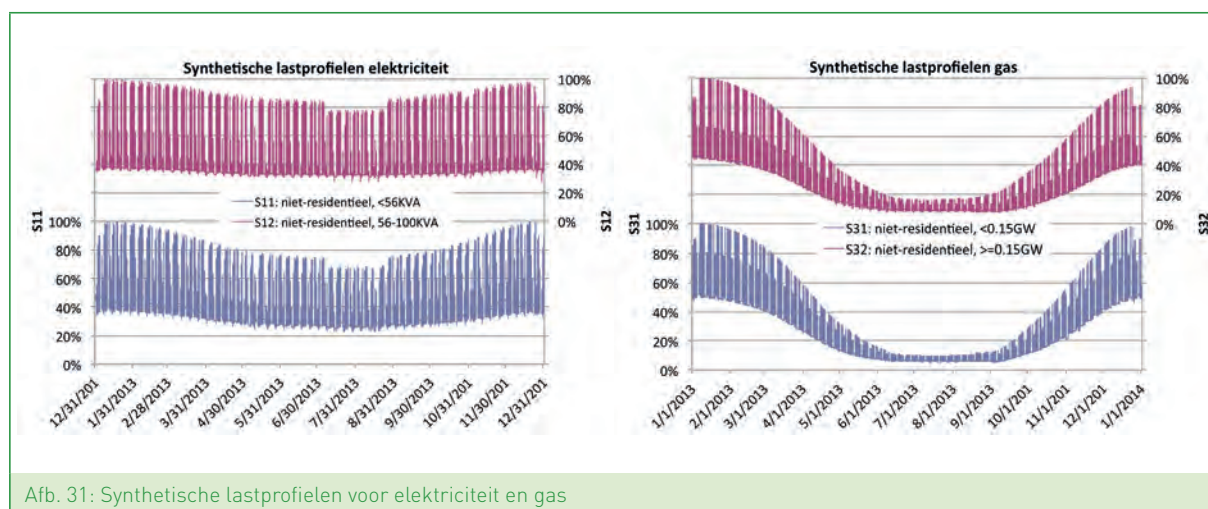
5.2.2 Tijdgebonden profielen

Tijdgebonden profielen van energiefuncties stemmen overeen met klimatologische invloeden, met de werktijden van een bedrijf of met beide. Verlichting, verwarming, koeling en sanitair warm water veranderen naar gelang de variatie in daglicht en buitentemperatuur, maar ook volgens wekelijkse en dagelijkse werktijden. Geautomatiseerde buitenverlichting is niet afhankelijk van de werktijden. De overige energiefuncties zijn vooral afhankelijk van dagelijkse en wekelijkse werktijden.



Afb. 30: Tijdgebonden profielen

De Vlaamse Regulator van de Elektriciteits- en Gasmarkt (VREG) biedt voor niet-residentiële elektriciteits- en gasverbruikers 'synthetische lastprofielen' (zie afb. 31). Deze kunstmatige tijdsprofielen met tijdstappen van 15 minuten houden rekening met vakantieperiodes, wekelijkse en dagelijkse werktijden en ook met daglicht- en seizoensinvloeden. Niet alle bedrijven hebben meters geïnstalleerd die hun gas- en elektriciteitsverbruik om de 15 minuten registreren en daarom gebruiken energieleveranciers deze profielen om het verbruik van hun klanten in te schatten. Als tijdsprofielen op het niveau van individuele energiefuncties niet beschikbaar zijn dan kunnen deze synthetische lastprofielen (SLP's) worden gebruikt om bij benadering een idee te krijgen van het energieprofiel van een bedrijf. De VREG biedt ook synthetische lastprofielen voor residentiële elektriciteit en gasverbruikers en een tijdsprofiel voor elektriciteit bij openbare verlichting.



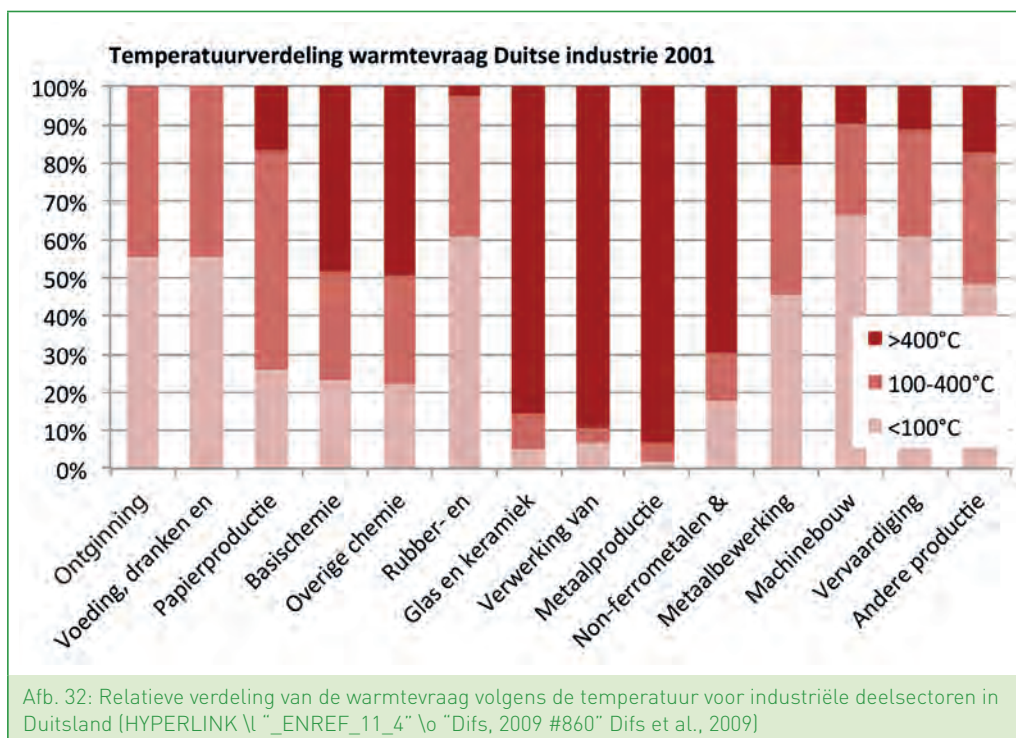
Afb. 31: Synthetische lastprofielen voor elektriciteit en gas

5.2.3 Temperatuurniveaus van thermische vraag

Veel energiefuncties gerelateerd met **gebruik van gebouwen** vereisen thermische energie. **Ruimteverwarming** heeft als doel een comforttemperatuur aan te houden van ongeveer 20°C overdag en ongeveer 16°C 's nachts. De minimumtemperatuur van de warmte die moet worden gegenereerd, hangt af van het systeem voor warmteafgifte. Systemen met een hoge warmteafgifte, zoals bijv. conventionele radiatoren en convectoren, moeten een warmtetoevoer krijgen van meer dan 55°C , terwijl systemen met een lage warmteafgifte, zoals vloer- en wandverwarming, verwarmde plafonds en betonkernactivering, werken onder die temperatuurgrens van 55°C (WTCB, 2010). De voorziening van **sanitair warm water** vereist ten minste een temperatuur

tuur van 60°C om het risico te vermijden dat de legionellabacterie zich zou vermenigvuldigen. **Ruimtekoeling** wordt bereikt door het verwijderen van warmte uit de binnenlucht en die uit te wisselen met buitenlucht. Conventionele koelsystemen voor ruimten zoals de op compressie gebaseerde airconditioningsystemen, onttrekken warmte bij temperaturen van ongeveer 0°C. Hoge temperatuur koelsystemen onttrekken daarentegen warmte bij temperaturen die net onder de binnentemperatuur liggen. Ruimteverwarming en -koeling kan ook gedeeltelijk worden uitgevoerd door voorverwarming of voorcooling van verse buitenlucht, vóór het injecteren in het gebouw. Voor alle verwarmings- en koelsystemen geldt dat hoe kleiner het temperatuurverschil is tussen het systeem van de warmteafgifte en de binnenlucht, hoe groter het oppervlak van de warmtewisselaar moet zijn.

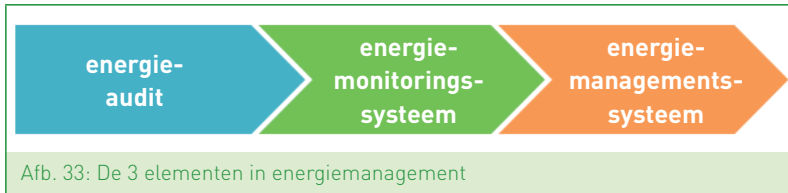
Industriële processen van wassen, spoelen, reinigen, drogen, pasteuriseren, blancheren, koken en smelten, vereisen warmte bij temperaturen onder of net iets boven 100°C. Distillatie, sterilisatie, verdamping, indrogen/uitdrogen, enz. vereisen hogere temperaturen. In de sectoren van de mineralen (cement), metalen, non-ferrometalen, glas en keramiek en in de chemische industrie zijn zeer hoge procestemperaturen vereist. Het is niet mogelijk om nauwkeurig temperatuurniveaus toe te wijzen aan soorten bedrijven omdat er veel verschillen bestaan in de samenstelling van hun processen. Op nationaal niveau is het evenwel mogelijk een indeling te maken in drie temperatuursegmenten voor industriële subsectoren: laag (>100°C), gemiddeld (100°C – 400°C) en hoog (>400°C) (Difs et al., 2009). Afb. 32 geeft de verdeling van de industriële warmtevraag voor de industriële deelsectoren van Duitsland in 2001. De cijfers hieruit kunnen bij benadering gebruikt worden voor de temperatuurverdeling in deelsectoren in andere landen.



5.3 Energiemanagement

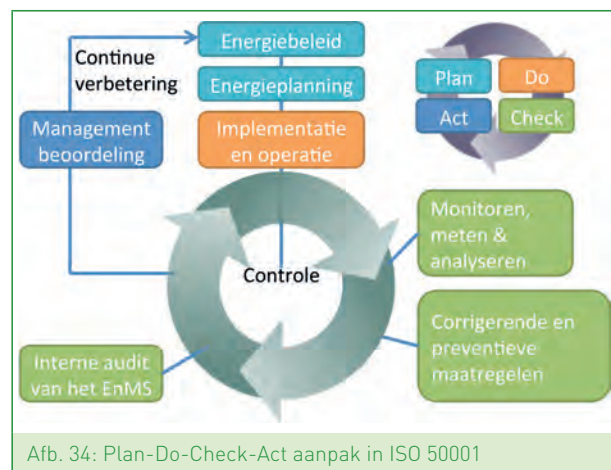
Energiemanagement is gericht op het **in kaart brengen**, het **aanpassen** en **controleren** van het energieprofiel van een bedrijf met de bedoeling het energiegebruik, de kosten en de CO₂-uitstoot ervan te verminderen. Efficiënt energiemanagement bestaat uit drie belangrijke elementen: **energieaudit**, **energiemonitoringsysteem** en **energiemanagementsysteem** (zie afb. 33 en paragrafen 5.3.2, 5.3.3 en 5.3.4). Ten eerste wordt tijdens een energieaudit het energiegebruiksprofiel van het bedrijf geanalyseerd. Mogelijke energiebesparende maatregelen worden geïdentificeerd. Ten tweede wordt een monitoringsysteem geïnstalleerd om het energiegebruik van specifieke energiefuncties met meer detail te registreren en om afwijkingen ten opzichte van de verwachte energiegebruikspatronen te detecteren. Ten derde wordt een energiemanagementsysteem geïmplementeerd

om tegelijkertijd apparaten en processen te bewaken en te besturen. The Energy Efficiency Planning and Management Guide, opgesteld door het Office of Energy Efficiency of Natural Resources van Canada (2002) is een uitgebreide gids voor efficiënt energiemangement. Ook het Canadian Industry Program for Energy Conservation (CIPEC, 2011) biedt een uitgebreide handleiding met spreadsheets voor energieaudit en -monitoring, direct klaar voor gebruik. Agentschap NL legt de voordelen uit van energiemangement voor bedrijven in een leerzame online video (zie 5.7).



5.3.1 ISO 50001

ISO 50001 is een internationale norm voor energiemangement en bedrijven kunnen de ISO 50001-certificering bereiken als hun energiemangementsysteem voldoet aan de standaard richtlijnen en regels. Met betrekking tot de ISO 50001-norm betekent 'energy management system' (EnMS) het proces van het opstellen en implementeren van een energiebeleid om energieprestatiedoelstellingen te bereiken en niet zozeer het elektronische systeem dat apparaten en processen bestuurt en controleert. De norm is gebaseerd op een continue 'Plan-Do-Check-Act (PDCA)'-aanpak en bevat energiemangement in de dagelijkse praktijk. In de Planfase wordt het energiebeleid van het bedrijf vastgelegd en stelt men concrete actieplannen op. Na analyse van het energiegebruiksprofiel van het bedrijf zijn de belangrijkste indicatoren op vlak van energieprestaties bekend en stelt men de doelstellingen vast. De Do-fase omvat het implementeren van de organisatorische en technische energiemaatregelen uit de actieplannen. Vervolgens analyseert men in de Check-fase de resultaten van de energiemonitoring, evalueert men de energieprestatie-indicatoren en bepaalt men corrigerende maatregelen. Deze maatregelen worden in de Act-fase geïmplementeerd zodat de energieprestaties de EnMS-procedures verbeteren.



5.3.2 Energieaudit

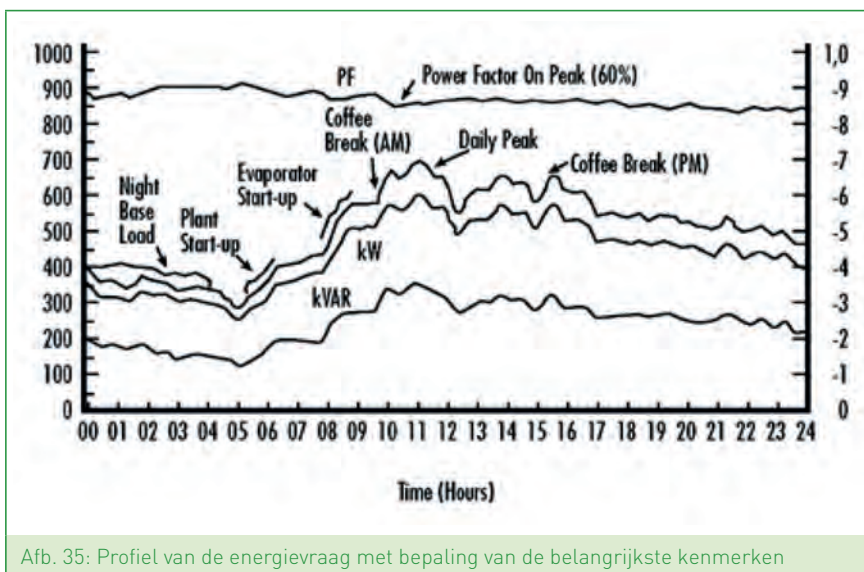
De eerste stap in een energieaudit is de beoordeling van het jaarlijkse energiegebruiksprofiel van het bedrijf. Men gaat hierbij uit van de (maandelijke) energiegegevens die af te lezen zijn van de **energiefacturen** (elektriciteit, gas, brandstoffen). Vervolgens wordt een **inventaris** opgemaakt van alle apparaten en machines voor processen. Daarin staan de nominale vermogens, de temperatuurniveaus, de jaarlijkse bedrijfsuren en de bezettingsgraad (zie Tabel 8). Op basis hiervan wijst men het jaarlijkse verbruik van de energiedragers toe aan de energiefuncties. Met de audit is het mogelijk om grote energiegebruikers op te sporen en om te detecteren of er afwijkingen zijn van de verwachte maandelijkse energiegebruikspatronen. Uit deze eerste analyse kunnen al de meest kosteneffectieve energiebesparende maatregelen worden gehaald. Snelle manieren om te besparen ('quick wins') zijn bijvoorbeeld de detectie en reparatie van luchtlekken, de instelpunten van ruimteverwarming en -koeling veranderen, warmteterugwinning tussen processen, efficiënte lampen installeren, enz. (Zie ook 5.4 en 5.5). De energieaudit is een noodzakelijke voorbereidende stap voor het organiseren van een energiemonitoring omdat het de basis vormt van het ontwerp van het monitoringsysteem. Onderstaande tabel toont een gedetailleerdere stapsgewijze beschrijving van het auditproces.

Tabel 8: sjabloon voor energiegebruik inventaris met als voorbeeld een staalverwerkend bedrijf

Bedrijfsafdeling Energiefunctie Apparaat/machine voor proces Voorbeeld			# eenheden	nominaal vermogen- verbruik kW	nominaal brandstof- verbruik kW	Temperatuur- niveaus °C	Bedrijfs- uren/jaar h	Belastings- factor %
A		productiehal						
	A.1	Voorbehandeling staal						
	A.1.1	snijmachines						
	A.1.2	staalwalsmachines						
	A.1.3	buigmachine						
	A.1.4	ponsmachine						
	A.2	harden van staal						
	A.2.1	verhardingsoven						
	A.2.2	oven voor temperen						
	A.3	afwerkingsbehandeling						
	A.3.1	lasapparaat						
	A.3.2	freesmachine						
	A.3.3	drukpers						
	A.4	perslucht						
	A.4.1	compressor						
B		kantoor						
	B.1	verlichting						
	B.2	...elektrische apparaten						
	B.2.1	computers						
	B.3	ruimteverwarming						
	B.4	ventilatie						
...						

5.3.3 Energiemonitoring

Bij een energieaudit wordt slechts een eenmalige ruwe en snelle schets gemaakt van een energieprofiel van een bedrijf gezien over het afgelopen jaar of de afgelopen jaren. Met een energiemonitoringsysteem dat specifiek gericht is op bepaalde energiefuncties binnen het bedrijf, kan continu en in real time meer inzicht worden verkregen. Een energiemonitoringsysteem meet en registreert meer in het bijzonder energetische en fysische kenmerken (elektrische stroom, spanning, actief vermogen, blindvermogen, massastroom, temperatuur, enz.) van apparaten en processen met hoge nauwkeurigheid en tijdsdetail. Reeksen van meetgegevens kan men weergeven in numerieke of grafische vorm met aanduiding van min/max-waarden, tendensen, waarschuwingen en alarmen (zie afb. 35). Dit is een manier waarop gemakkelijk belangrijke kenmerken en gebeurtenissen in het energieprofiel (basislast, piekbelasting, werktijden, opstarten, afsluiten) kunnen worden geïdentificeerd. Afwijkingen van de te verwachten energiegebruikpatronen kunnen snel worden gedetecteerd zodat het bijsturen ervan op tijd kan gebeuren. Praktische richtlijnen voor de interpretatie van gemeten tijdreeksen van energiegegevens zijn te vinden in het hoofdstuk 6.5 van de 'Energy Savings Toolbox' (CIPEC, 2011). De inventaris van het energiegebruik uit de auditfase (zie tabel 8) kan met de monitoringresultaten worden vergeleken en indien nodig worden aangepast.



Afb. 35: Profiel van de energievraag met bepaling van de belangrijkste kenmerken

Periodieke handmatige meteropname van de belangrijkste meters

De meest elementaire vorm van energiemonitoring is om handmatig de belangrijkste energiemeters (elektriciteit en gas) periodiek uit te lezen. In de praktijk kan hiermee slechts een beperkte tijdsresolutie worden verkregen, maar met uitzondering van de personeelskosten voor de meteropnames kost het verder niets. Sommige energieleveranciers bieden een online tool aan die maandelijks of per kwartaal het totale energiegebruik van het bedrijf(sgebouw) weergeeft.

Geautomatiseerde meteropname

Met het installeren van meters die automatisch energiegebruikgegevens registreren van apparaten en machines voor processen kan een gedetailleerder beeld van het energieprofiel van een bedrijf verkregen worden.

- Ampèremeters meten uitsluitend elektrische stroom. Vermogenmeters meten zowel elektrische stroom als spanning en berekenen automatisch het actief vermogen, het blindvermogen en de vermogenfactor. 'Clamp-on'-versies van dit soort meters kunnen tijdelijk over elektrische kabels worden geplaatst.
- Flowmeters meten het debiet van vloeistoffen of gassen in leidingen. Er zijn veel soorten flowmeters gebaseerd op verschillende fysische werkingsprincipes. Gasverbruik kan worden gemeten met een gasmeter, een aangepaste flowmeter. Industriële installaties op gas hebben vaak een ingebouwde gasmeter met een magnetische pulsuitgang die kan worden gelezen door een pulsmeter.

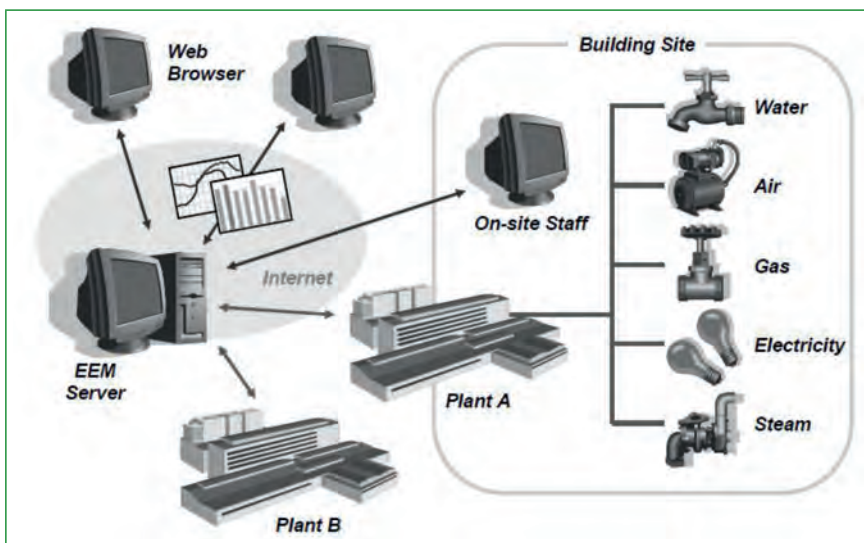
Meetgegevens kunnen op verschillende manieren worden beheerd. Eén van de opties is elke energiemeter voorzien van een geheugenkaart om de gegevens lokaal op te slaan. Een andere optie is om de energiemeters fysisch te verbinden met een datalogger via een netwerk van datakabels of via het datanet van het bedrijf zelf.

Een andere mogelijkheid is een draadloze verbinding tussen meters en dataloggers. De gegevens kan men opslaan in een datalogger of via TCP/IP-protocol naar een webserver verzenden. **Slimme energiemeters** combineren in één apparaat de meterdatalogger en de twee-weg communicatietechnologie. Een praktijkvoorbeeld van het implementeren van slimme meters is te zien in 5.3.5.3.

Een volledig uitgewerkt energiemonitoringsysteem visualiseert de real time energieparameters van alle belangrijke energiefuncties. Energiemonitoringsystemen kunnen ook worden gebruikt voor de controle van lokale energieproductie door middel van sensoren die meteorologische gegevens verzamelen en meters die de prestaties registreren van de energieproductiesystemen.

5.3.4 Energiemanagementsysteem

Een energiemanagementsysteem is een elektronisch systeem waarmee zowel controle als besturing van processen en apparaten mogelijk is in een industriële omgeving. Het systeem interpreteert en visualiseert de gemeten energieparameters in real time, berekent de optimale instelpunten voor bediening en stuurt deze parameters naar apparaten en procesunits. Een dergelijk systeem is in staat om onregelmatigheden op te sporen en een alarm te activeren of maatregelen te nemen om het probleem op te lossen. Het inventariseert alle energiestromen en aanverwante kosten. Bovendien bestaat de mogelijkheid tot implementatie van vraag en aanbodstrategieën waardoor een aanpassing gebeurt van het activiteitsniveau van de processen aan de spotmarkt voor energieprijzen of klimatologische omstandigheden. Op afb. 36 is een systeemconfiguratie te zien met inbegrip van een softwareplatform, hardware voor data-acquisitie en een bekabeld of draadloos communicatienetwerk. De communicatie tussen de verschillende onderdelen van het systeem is ook mogelijk via het intranet van het bedrijf.



Afb. 36: Architectuur van een energiemanagementsysteem voor een onderneming
[[<http://www.powerlogic.com>]:

5.3.5 Casestudy's

5.3.5.1 Energiescan en energiemonitoring bedrijventerrein Sappenleen

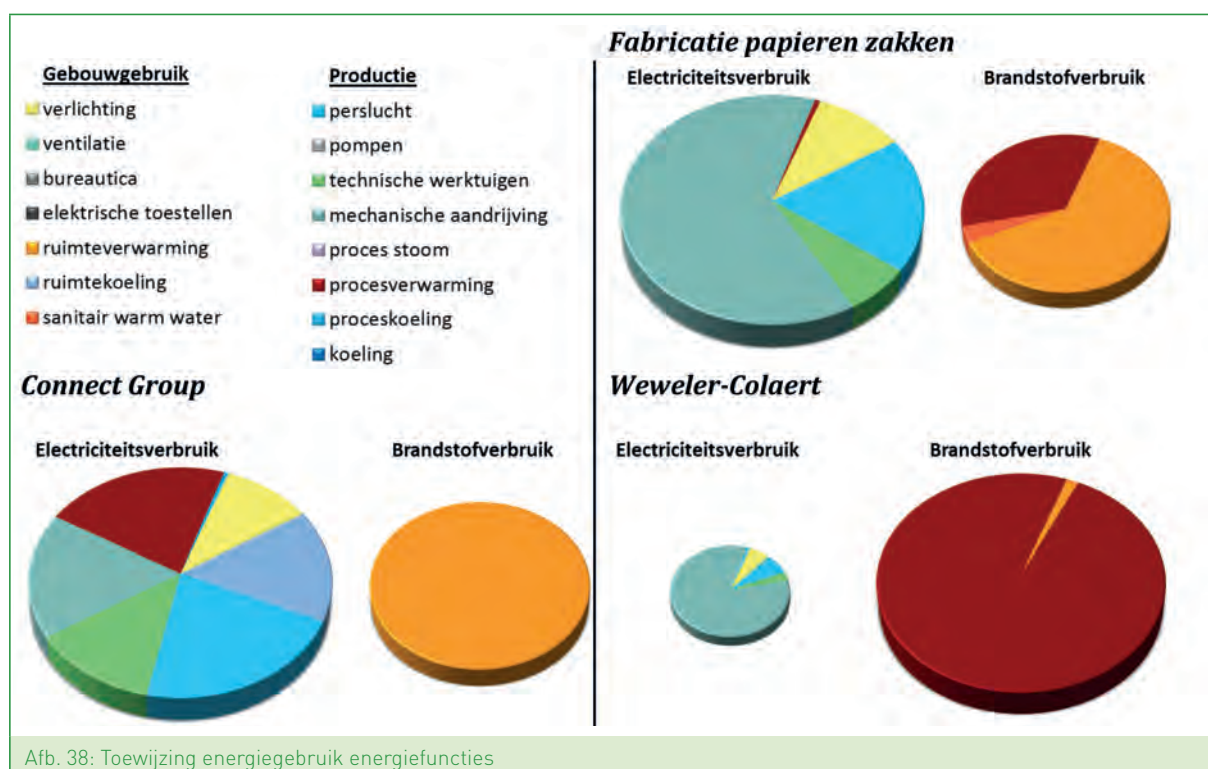
ACE voorzag een budget voor het verzamelen van energiegegevens van bedrijven. Dankzij dit budget konden bedrijven van het bedrijventerrein Sappenleen in Poperinge een gratis energiescan en energiemonitoring laten uitvoeren. De voorwaarde was dat de resultaten voor onderzoek zouden worden gebruikt. Men organiseerde een infosessie en drie bedrijven gingen in op het aanbod: Weweler-Colaert, Connect Group en een drukkerij (afb. 37). Elk bedrijf onderging een energiescan met rapportage door Agentschap Ondernemen en assistentie van Universiteit Gent. Universiteit Gent stelde op basis van het energiescanrapport een energiemonitoringplan op en voor elk bedrijf dat een monitoring diende te ondergaan, schreef men een aparte overheidsopdracht uit voor het verrichten van energiemetingen. Vervolgens werden de inschrijvers geëvalueerd op basis van kwaliteit en prijs.



Afb. 37: Locatie energiescans en energiemonitoring

Energiescan

De energiescan leverde de toewijzing van energiegebruik aan energiefuncties op, de identificatie van 'quick wins' en de uitsplitsing van gas- en elektriciteitskosten. De grafieken in afb. 38 geven snel een inzicht in het jaarlijkse energieprofiel van een bedrijf, het relatieve aandeel van elke energiefunctie in het verbruik van elektriciteit en brandstoffen, de identificatie van de grote energiegebruikers en de verhouding tussen het totale jaarlijkse elektriciteits- en brandstofverbruik. In het monitoringplan werden de energiestromen nauwkeuriger in kaart gebracht. Technische hulpmiddelen staan los van processen, ze worden niet continu gebruikt of men gebruikt ze voor verschillende processen.



Afb. 38: Toewijzing energiegebruik energiefuncties

Tijdens de energiescan kon men onder andere de volgende energiebesparende maatregelen aanwijzen: het aanpassen van de werking van de centrale verwarming van de kantoren en de luchtverwarmers in de industriële hallen, het stand-by energiegebruik elimineren, installeren van efficiëntere verlichting en aanwezigheidsmelders, isolatie van installaties en leidingen, terugwinnen en hergebruiken van restwarmte afkomstig van procesverwarming, repareren van persluchtlekken, vervangen van de elektromotoren door efficiëntere frequentieregelde types, optimaliseren van de vacuüm productie-installatie, verbeteren van isolatie en luchtdichtheid van verwarmde of gekoelde ruimten, enz.

Energiemonitoring

Door het voorbereiden van de overheidsopdrachten voor energiemonitoring en de opeenvolgende bezoeken aan het bedrijf, kreeg men de kans om de 'ruwe' resultaten van de energiescans te verifiëren en te verfijnen. De bedrijven kregen ook een betere kijk op hun interne elektriciteitsdistributienet en stelden vast wat de mogelijke verbeteringen en vereenvoudigingen waren. Tijdens de energiemonitoring volgde men de belangrijkste energiegebruikers op die door de energiescan waren gedetecteerd voor een periode van ongeveer 4 weken. De energiegegevens werden verwerkt en staan ter beschikking van de bedrijven. De Universiteit Gent zal ze in vertrouwen voor energieonderzoek gebruiken.

Oriënterende screening gebaseerd op energiescan

Weweler Colaert NV maakt veersystemen en veringen voor bussen, trucks en trailers. Tijdens een interview met de Universiteit Gent besprak men de mogelijkheden voor het verbeteren van het energiesysteem van het bedrijf. Het profiel van de hoofdelektriciteitsmeter toont een lage belastingsfactor ten gevolge van hoge pieken in het elektriciteitsverbruik. Aangezien de kosten van elektriciteit grotendeels worden bepaald door pieken in de vraag, moeten deze worden afgevlakt of vermeden. Dit is mogelijk door een grotere spreiding in de tijd van het opstarten van installaties. Een deel van de installaties die actief zijn in de eerste shift kan men bijvoorbeeld reeds opstarten in het laatste kwartier van de nachtploeg.

Het productieproces bestaat uit warme vormgeving (ponsen, walsen en buigen) en harden. Over het totale proces gezien is de installatie voor het harden verantwoordelijk voor het grootste gasverbruik. Hierbij verwarmt men de stalen veren tot ongeveer 940 °C in een gasoven en vervolgens koelt men ze snel af tot 80 °C in een oliebad. De temperatuur van het oliebad wordt constant gehouden door een koudwatercircuit dat zijn warmte vrijgeeft aan de buitenlucht via een ventilatie-eenheid. Het is een manier van koelen waardoor jaarlijks een grote hoeveelheid waterdamp wordt uitgestoten. Het koelcircuit wordt deels met regenwater en deels met drinkwater gevuld. Op jaarbasis vertegenwoordigt dit een grote kost. Nu verwarmt men de kantoren met een aardgasketel. De distributiehallen worden niet verwarmd. Het koelcircuit van de installatie voor het harden zou men kunnen verbinden met de centrale verwarmingsinstallatie voor de kantoren. Bovendien zou het circuit de ruimteverwarming van de distributiehallen kunnen verzorgen. Op deze manier wordt restwarmte van het koelcircuit nuttig gebruikt voor ruimteverwarming. Als gevolg hiervan daalt het gasverbruik voor ruimteverwarming naar nul en is er ook minder koelwater nodig.

De ovens voor het warm persen zijn aan één zijde open zodat de veren kunnen worden gemanipuleerd. Dit maakt het ingewikkeld om ze te isoleren en het is moeilijk om overtollige warmte op te vangen om elders te hergebruiken. In het verleden kon men aanzienlijke energiebesparingen bereiken door het combineren van meerdere geautomatiseerde handelingen binnen één opwarmingscyclus. Het bedrijf produceert een groot aantal verschillende producten in kleine tot middelgrote series en hierdoor zijn de mogelijkheden voor het combineren van installaties in één productielijn beperkt.

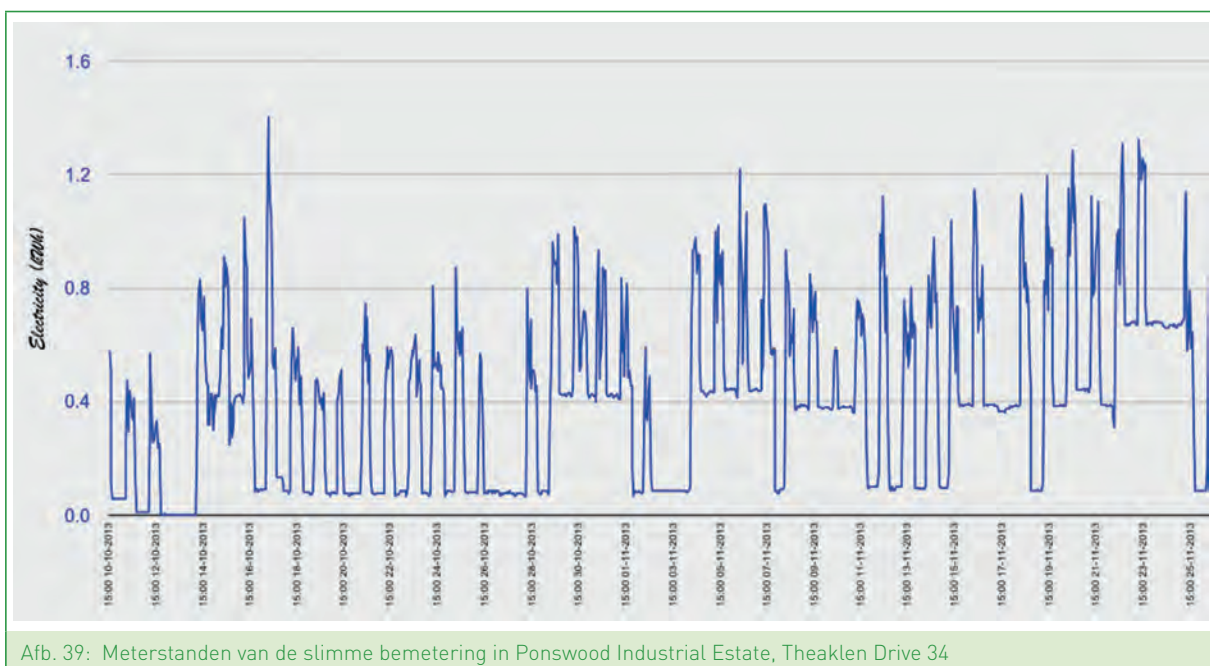
In 2013 opende VDL Weweler BV een nieuw bedrijfspand op het bedrijventerrein Ecofactorij (zie 3.9). Hier is de productie minder, maar bestaat ze uit grotere productieseries dan in Poperinge. Om het staal op te warmen gebruikt men inductieovens in plaats van gasovens. De veren worden eerst warm gevormd en dan gehard in een continu proces waarbij men de restwarmte van de eerste stap benut in de tweede stap. Hierdoor daalt het energiegebruik met 35% en wordt de productietijd korter. Het harden van het staal gebeurt in een zoutbad en de restwarmte gebruikt men voor vloerverwarming in de industriehallen. De verwarming en koeling van de kantoren gebeurt met een warmtepomp.

5.3.5.2 Begeleidingstraject als opstap naar ISO 50001

De stad Gent startte een begeleidingsprogramma energiemangement met een gratis energieaudit gevolgd door hulp en advies gedurende een jaar (voor meer informatie zie 10.4). Voor veel bedrijven vormt het programma een opstap naar een ISO 50001-gecertificeerd energiemangementsysteem. Een dergelijk systeem geeft bedrijven de mogelijkheid om hun eigen energiegebruik bij te houden en te analyseren.

5.3.5.3 Energiemonitoring Theaklen Drive in Hastings

Slimme meters registreren automatisch nauwkeurige metingen van elektriciteits- en gasverbruik op uurbasis. De reeksen meetgegevens kan men op afstand aflezen en worden weergegeven in numerieke of grafische vorm. Energiemonitoring stelt bedrijven in staat om het energiegebruik in verband met hun activiteiten te analyseren en om ongebruikelijke of onverwachte pieken in het energiegebruik op te sporen. Met het oog op de monitoring van het elektriciteitsverbruik installeerde Hastings Borough Council slimme meters bij de bedrijven van Theaklen Drive op het bedrijventerrein van Ponswood. De meetwaarden van afb. 39 tonen een hoger gemiddeld elektriciteitsverbruik vanaf 28 oktober 2013. Dit komt overeen met het inschakelen van de ruimteverwarming door dalende buitentemperaturen.



Afb. 39: Meterstanden van de slimme bemetering in Ponswood Industrial Estate, Theaklen Drive 34

5.4 Energie-efficiëntie

De maatregelen om het energiegebruiksprofiel van een bedrijf te verbeteren hangen met de energiefuncties samen, en die zijn ofwel gerelateerd met de energieprestaties van het gebouw ofwel met de productieactiviteiten en -processen van het bedrijf. Deze paragraaf beschrijft de verschillende soorten maatregelen en de geldende voorschriften voor betere energieprestaties van gebouwen en processen. Het zijn maatregelen die men ernstig in overweging moet nemen tijdens de ontwerpfase van nieuwe bedrijfsgebouwen of bij het starten van de reconversie van bestaande bedrijfsgebouwen.

5.4.1 Energie-efficiënte maatregelen - Gebouwen

De **energieprestatie** van een gebouw kan aanzienlijk worden verbeterd door het maken van de juiste keuzes op het vlak van **indeling van het gebouw**, de **bouwschil** en **technische installaties** (zie overzicht in tabel 9).

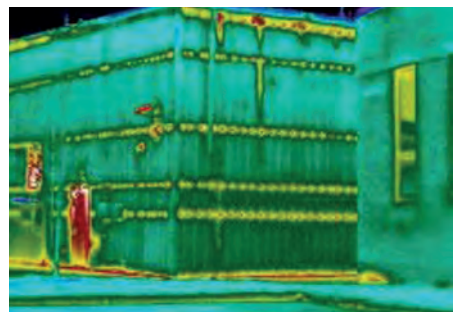
Allereerst zorgt een weloverwogen **indeling van het gebouw** ervoor dat de energievraag voor ruimteverwarming/-koeling en verlichting daalt. Meer in het bijzonder zorgt een **compact** gebouwontwerp en de **verbinding of stapeling** van meerdere bouwvolumes voor een minimalisatie van het oppervlak waar warmteverliezen kunnen optreden en bijgevolg de warmte-uitwisseling met buiten. Zonnestraling wordt optimaal benut voor

ruimteverwarming en -verlichting door **grote raamoppervlakken** in de gevels op het oosten, het zuiden en het westen en de beperking van ramen op het noorden. **Lichtkoepels** kan men in de dakconstructie integreren. In de zomer mag evenwel door de sterke middagzon geen overmatige verhitting optreden en hiervoor dienen de naar het zuiden georiënteerde ramen te worden afgeschermd met **zonnewering** of winterkale bomen. Intensief gebruikte kamers die ruimteverwarming vereisen, zoals kantoren en woonruimtes, situeert men het best op het zuiden en het westen. Ruimten met tegenovergestelde kenmerken zoals stockage, technische, sanitaire en conferentieruimtes en ook industriële hallen op het noorden of het oosten. Om oververhitting in de zomer te voorkomen dient men ruimten met hoge interne warmteproductie, zoals druk bevolkte kantoren, showrooms en industriële hallen met thermische processen te situeren in de koelere noordelijke en oostelijke delen van het gebouw. Om warmteverliezen te beperken dienen verwarmde ruimten **gegroepeerd** en **thermisch gescheiden** te worden van ruimten die geen verwarming nodig hebben of die koeling vereisen. De Greenbridge incubator in Oostende is een voorbeeld van energiezuinig bouwen (zie afb. 40)



Afb. 40: Energie-efficiënt bedrijfsgebouw: Greenbridge incubator

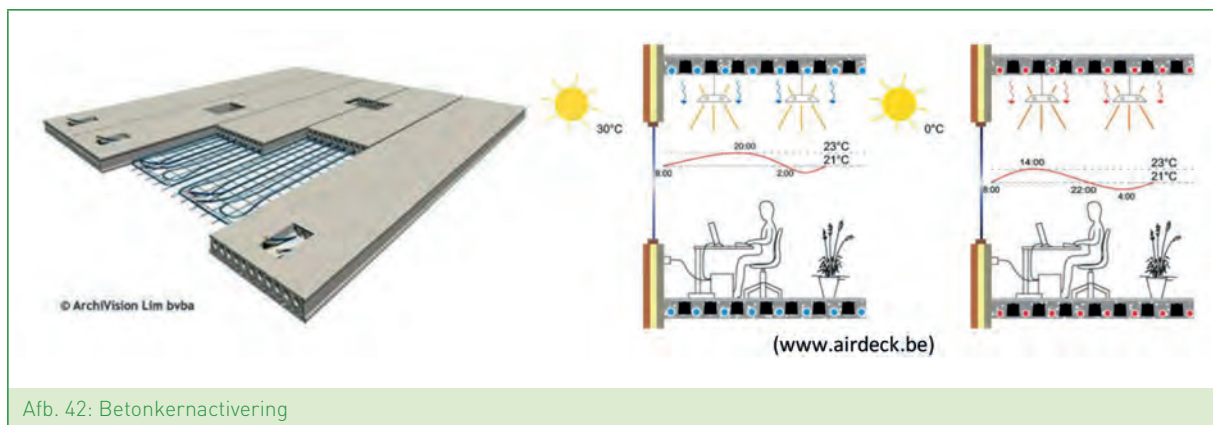
Ten tweede voorkomt een goed **geïsoleerde** en **luchtdichte gebouwschil** ongewenste warmte-uitwisseling met buiten, zoals warmteverlies in de winter en oververhitting in de zomer (zie afb. 41). Men kan de kwaliteit van de gebouwschil testen met een thermografiescan en een blowerdoortest. In **passiefgebouwen** kan men de behoefte aan ruimteverwarming en -koeling zelfs elimineren. Luchtdichtheid kan niet worden bereikt in industriehallen met buitenpoorten. Overmatige luchtverplaatsing en het warmteverlies dat ermee gepaard gaat, kan men echter wel beperken door het toepassen van **automatische** of snelsluitende industriële roldeuren of -poorten. De **kleuren** van de gebouwschil spelen trouwens een belangrijke rol. Lichtgekleurde gevels en daken reflecteren het grootste deel van de zonnestraling en op die manier voorkomen ze oververhitting. Met **groendaken en groenmuren** kan hetzelfde effect worden bereikt. Overtollige warmte in de zomer wordt geabsorbeerd in de loop van de dag door de **thermische massa** van massieve muren en platen en kan worden afgevoerd door ventilatie 's nachts.



Afb. 41: Thermografisch onderzoek toont thermische verliezen via de gebouwschil

Ten derde verbeteren efficiënte **technische installaties** de energetische prestaties van gebouwen. Een luchtdichte gebouwschil vereist een gecontroleerd **ventilatiesysteem** om de luchtkwaliteit te waarborgen. We kunnen vier **soorten ventilatiesystemen** onderscheiden naargelang pulsatie of extractie natuurlijk of mechanisch verloopt. In het geval van volledige natuurlijke ventilatie, kan de lucht worden **voorverwarmd** met **warme luchtcollectoren of serres**. Bij het toepassen van mechanische ventilatie kan een **warmtewisselaar** in de winter binnenkomende lucht verwarmen met warmte die gerecupereerd werd van buitengaande lucht, terwijl in de zomer binnenkomende lucht kan worden gekoeld via **grondbuizen**. Hybride systemen halen het beste rendement uit beide systemen door de combinatie van mechanische en natuurlijke koeling.

De binnenruimten van woningen, kantoren en kleine industriële hallen kunnen voldoende door **centrale verwarmingssystemen** worden verwarmd. Ze verdelen de warmte vanuit een centraal punt naar verschillende ruimten in het gebouw. Aan de **kant van de warmteopwekking** bestaan verschillende opties qua technologie. De meest energie-efficiënte warmteopwekking door verbranding is de **condensatieketel**. Aardgas is hiervoor de brandstof met de laagste CO₂-emissie en als hernieuwbaar alternatief is er biobrandstof. Warmte kan op een veel efficiëntere exergetische manier (zie 4.4) worden opgewekt met een **micro-WKK** installatie als een bijproduct van de opwekking van elektriciteit door een verbrandingsmotor of een brandstofcel (zie 6.7). Als alternatief kan warmte uit de grond, warmte uit grond- of oppervlaktewater of uit de buitenlucht worden gewonnen door warmtewisselaars die naar een hogere temperatuur worden gebracht met een **warmtepomp** (zie 6.5.3.2 en 6.6). Dit systeem is vooral geschikt bij lagere temperatuurregimes. Bovendien kan zonnewarmte direct worden opgevangen door **thermische zonnecollectoren** bij voldoende hoge temperaturen (zie 6.5.1.5). In Vlaanderen zijn de referentiewaarden voor ruimteverwarming 100 kWh/m² voor kantoren en tot 50 kWh/m² voor industriële hallen.

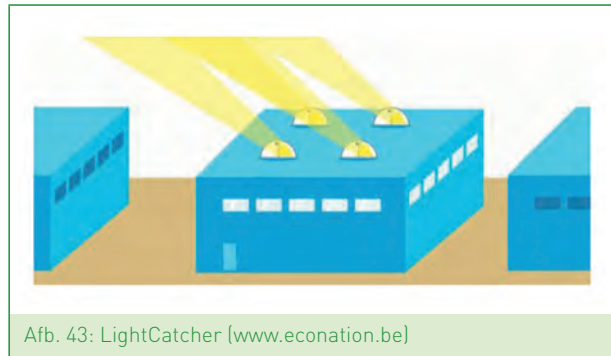


Afb. 42: Betonkernactivering

Daarnaast kunnen verschillende technologieën voor **warmteafgifte** worden onderscheiden. Bij een hoger temperatuurregime zijn radiatoren het meest gebruikelijk, maar bij lagere temperaturen kan men **vloer-, wand- of plafondverwarmingssystemen** en **overgedimensioneerde radiatoren** gebruiken. **Betonkernactivering** is een techniek die men zowel voor ruimteverwarming als voor koeling gebruikt. In de betonnen vloerplaten lopen koud- (16°C) of warmwaterleidingen (25-30°C) die de thermische massa van het beton opwarmen of afkoelen. Het beton regelt de temperatuur van de binnenlucht en ondertussen zorgt de grote thermische inertie van het materiaal ervoor dat de warmte geleidelijk wordt afgegeven. Temperatuurpieken worden afgevlakt en verschoven. Men kan het systeem aan een warmtepomp koppelen. Vloer- en plafondverwarmingssystemen evenals betonkernactivering zijn gebaseerd op warmtestraling terwijl radiatoren ook convectie gebruiken wat ongewenste luchtstromen kan veroorzaken. Merk op dat een systeem met lage temperatuurafgifte moet worden aangestuurd door een warmtebron met een lage temperatuur zodat de kwaliteit van de energieniveaus overeenkomen. Anders verbetert de exergie-efficiëntie niet in vergelijking met conventionele ruimteverwarmingssystemen op aardgas (zie 4.4). Bij een nieuw ontwikkeld type van klimaatregeling maakt men gebruik van faseovergangsmaterialen (PCM's, phase-change materials) in muren en vloeren. Deze PCM's laten warmte vrij of absorberen warmte wanneer ze een bepaalde temperatuurgrens bereiken. Dit systeem heeft men toegepast in het informatiecentrum van het Ecofactorij bedrijventerrein (zie 3.9).

Bij grote industriële hallen kan het energieverlies via de distributieleidingen van een centrale verwarming te hoog worden. In dat geval is het beter om ter plaatse warmte op te wekken door middel van decentrale elektrische of gasgestookte **luchtverhitters** in combinatie met **destratificators**. Als het luchtvolume binnen te groot is en in het geval van verspreide werkplekken, intermitterende bezetting of slechte luchtdichtheid of isolatie dan zijn **stralende plafondpanelen** en **stralende puntverwarming** meer geschikte opties. Deze systemen verhogen de gevoelstemperatuur zonder dat de volledige luchtmassa binnen moet worden verwarmd. In elk geval is een goed afgesteld besturingssysteem voor verwarming, koeling en ventilatie noodzakelijk. Warm sanitair water kan worden verkregen door warmtepompen, thermische zonnepanelen, modulerende geisers of een combinatie van voorgaande systemen.

Hoge ramen en licht gekleurde plafonds en wanden zorgen ervoor dat daglicht diep in het gebouw kan binnenkomen. Hierdoor vermindert de behoefte aan kunstmatige binnenverlichting overdag. Het verder doordringen van daglicht in een gebouw kan nog beter door de installatie van 'LightCatchers' op het dak (zie afb. 43). Dat zijn spiegels die de zon volgen en het opvangen daglicht naar binnen voeren. Bovendien kan men met aanwezigheidsmelders of tijdschakelaars voorkomen dat de verlichting wel of niet wordt ingeschakeld. Sensoren voor



voor **daglicht** en dimmers **regelen de intensiteit van de verlichting naargelang het niveau van het invallend daglicht**. De efficiëntie van kunstmatige verlichting kan worden verbeterd door gebruik van efficiënte lampen en armaturen, elektronische voorschakelapparaten, enz. Een verlichtingssysteem wordt efficiënt genoemd als het elektriciteitsverbruik beperkt is tot 1,5 à 2 W/m² per 100 lux verlichtingssterkte. Voor kantoren is een minimale verlichtingssterkte van 500 lux vereist, voor werkplekken 200-300 lux en voor magazijnen 100-200 lux. Bijgevolg komt kantoorverlichting overeen met een elektriciteitsverbruik van ongeveer 7,5 tot 10 W/m². Led- en tl-verlichting (bijv. TL5) zijn de meest efficiënte verlichtingssystemen voor binnenverlichting: ze bereiken een efficiëntie van respectievelijk 110 en 90 lumen/W. Ook buitenverlichting kan worden bestuurd door daglichtsensoren, aanwezigheidsmelders of tijdschakelaars. Metaalhydride- en natriumlampen behoren tot de meest efficiënte buitenverlichting op de markt.

Tabel 9: energiemaatregelen in gebouwen

indeling van het gebouw	technische installaties	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ compact ✓ verbinding of stapeling van gebouwen ✓ optimale oriëntatie ramen ✓ lichtkoepels ✓ zonwering of winterkale bomen ✓ optimale oriëntatie ruimten ✓ groeperen verwarmde ruimtes 	<p>ventilatie</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ voorverwarming ventilatielucht (warme luchtcollectoren, greenhouses) ✓ voorkoeling van ventilatielucht (grondbuizen) ✓ warmteterugwinning via ventilatie <p>verlichting</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ lichte interieurkleuren ✓ lightcatcher ✓ lichtsensoren, aanwezigheidsmelders ✓ Led of tl ✓ metaalhydride en natriumlampen 	<p>ruimteverwarming en -koeling</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ condensatieketel ✓ micro-WKK ✓ warmtepompen (aardwarmte) ✓ thermische zonnecollectoren ✓ vloer-, wand- of plafondverwarming ✓ oversized radiatoren ✓ betonkernactivering ✓ faseovergangsmaterialen ✓ gedecentraliseerde verwarming ✓ warmtetralsers
gebouwschil		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ isolatie ✓ luchtdichtheid ✓ passief bouwen standaard ✓ snel sluitende poorten ✓ lichte buitenkleuren ✓ groendaken en groenmuren ✓ gebruik van thermische massa 		

5.4.2 Voorschriften energieprestaties gebouwen

België

In België moeten nieuwe of ingrijpend gerenoveerde woningen waarvoor energie vereist is voor de klimaatregeling, voldoen aan de **EPB-regelgeving**. Deze regelgeving bepaalt doelen voor thermische isolatie, energieprestatie en binnenklimaat volgens de functie van het gebouw (gezinswoning, school, kantoor, bedrijfshal, enz.). De energieprestatie wordt aangegeven door het energieniveau (**E-peil**). Het geeft de verhouding weer tussen het netto primair energiegebruik van een gebouw, berekend voor de huidige toestand ervan, vergeleken met bepaalde referentieomstandigheden. Voor kantoren en industriële gebouwen houdt het E-peil rekening met het energiegebruik voor het gebruik van het gebouw (verlichting, verwarming en koeling, ventilatie, luchtvochtigheid controle, hulpenergie), interne thermische belastingen en de individuele productie van hernieuwbare energie (PV, WKK). Het **K-peil** geeft het algemene isolatiepeil van het gebouw aan. Vlaanderen, Brussel en Wallonië maken gebruik van hetzelfde rekeninstrument, maar met verschillende instelpunten.

De Vlaamse EPB-regelgeving schrijft een maximaal E-peil voor van E70 voor nieuwe kantoorgebouwen en woningen waarvoor de bouwvergunning in 2012 en 2013 werd aangevraagd. Vanaf 2014 dient men een E-peil van E60 te bereiken. Alle soorten nieuwe gebouwen dienen een maximum K-peil van K40 te behalen en moeten voldoen aan de maximum warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde)

Tabel 10: EPB-targets van de Belgische regio's 2014

Targets		Vlaanderen	Wallonië	Brussel
Kantoren	K-peil	K40	K45	K45
	U-waarden	U_{max}	U_{max}	U_{max}
	E-peil	E60	E80	E75
	RE	min.aandeel		
Industrieel	K-peil	K40	K55	–
	U-waarden	U_{max}	U_{max}	–
	E-peil	–	–	–

of de minimale thermische weerstanden (R-waarden) voor alle onderdelen van de gebouwschil. Verder is ook de ventilatie onderworpen aan minimumvereisten. Voor nieuwe woningen dient de netto jaarlijkse energiebehoefte voor ruimteverwarming onder 70 kWh/m² te blijven. Bovendien dient met de invoering van de Wet Hernieuwbare Energie van de EU een minimum deel van de energie voor kantoren, scholen en woningen hernieuwbaar te zijn. Privéwoningen kunnen hieraan voldoen door de installatie van thermische zonnecollectoren, PV-panelen, een boiler op biomassa of WKK of een warmtepomp of door aansluiting op een stadsverwarmingsnet. Een andere optie is om deel te nemen in een hernieuwbaar energieproject binnen de provincie. Voor collectieve woningen, kantoren en scholen, dient minimum 10 kWh/jaar per m² vloeroppervlak afkomstig te zijn van eerder genoemde systemen, zo niet dan wordt 10% van het maximum te bereiken E-peil afgetrokken. De EPB-regelgeving zal geleidelijk worden verstrengd om in het jaar 2021 de norm van een bijna-energie neutraal gebouw te kunnen halen. Bij de verkoop of verhuur van residentiële gebouwen dient men een energieprestatiecertificaat (EPC) voor te leggen. Voor bedrijfsgebouwen is dit nog steeds niet verplicht. In tabel Tabel 10 is een vergelijking te zien van de prestatiedoelstellingen voor kantoren en bedrijfsgebouwen in Vlaanderen, Brussel en Wallonië.

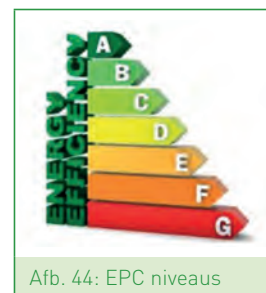
Frankrijk

De in **Frankrijk** geldende '**Réglementation Thermique 2012**' (RT 2012) omvat drie soorten prestatiedoelstellingen voor **nieuwe gebouwen of renovaties** met inbegrip van kantoren en de meeste industriële gebouwen. Ten eerste, een efficiënt ecologisch ontwerp van het gebouw door goed georiënteerde ramen en voldoende isolatie zodat de energiebehoefte voor verwarming, koeling en verlichting kan verlagen. Het ecologisch ontwerp wordt geëvalueerd door een score die lager dient te zijn dan een bepaalde referentiewaarde (Bbiomax) en die afhankelijk is van de geografische locatie en de hoogte. Ten tweede dient het jaarlijkse primair energiegebruik van het gebouw (verlichting, HVAC, warm water, warmteterugwinning en ondersteunende systemen) onder een bepaalde referentiewaarde te blijven. Deze waarde (Cpemax) varieert van 40 tot en met 65 kWh/m²/jaar voor woningen en van 48 tot 72 kWh/m²/jaar voor kantoren, volgens klimatologische zone, hoogte, bouwtype, grootte en gebruikte brandstoffen. Ten derde dient men in de zomer oververhitting van meer dan 5 opeenvolgende dagen te vermijden.

Voor grote niet-residentiële renovaties dient volgens de 'Réglementation Thermique Existant Globale' het gebouwgerelateerd energiegebruik lager te zijn dan een overeenkomstige referentiewaarde en moet het ten minste 30% lager liggen dan de oorspronkelijke waarde. Bovendien dient de binnentemperatuur in de zomer onder een bepaalde grenswaarde liggen. Voor kleine verbouwingen is het verplicht om te voldoen aan de 'Réglementation Thermique Existant par élément'. Daarop kan men de implementatie waarborgen van energie-efficiënte bouwelementen.

Verenigd Koninkrijk

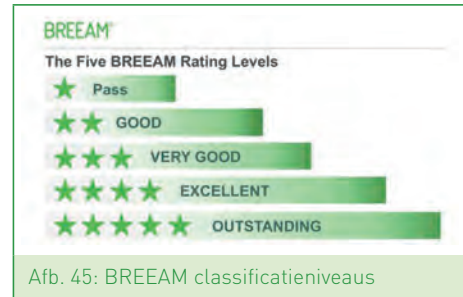
In het **Verenigd Koninkrijk** zijn volgens de '**Building Regulations 2010**' bedrijventerreinen, werkplaatsen en niet-residentiële landbouwgebouwen vrijgesteld van energieprestatiedoelstellingen indien ze lage energievragen hebben voor verwarming of koeling. Woningen en niet-bewoonde gebouwen zoals fabrieken, kantoren, winkels en gebouwen van openbare diensten zijn evenwel onderworpen aan energieprestatiecertificaten als ze verkocht of verhuurd worden. De Britse regering wil vanaf 2018 een minimum EPC-peil van D invoeren (of hoger).



Afb. 44: EPC niveaus

5.4.3 BREEAM

The Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) is een vrijwillige internationale standaard voor duurzaam ontwerp en gebruik van gebouwen. BREEAM evalueert milieuprestaties van gebouwen volgens een checklist van gebenchmarkte maatregelen. Het resultaat hiervan wordt weergegeven in een gewogen eindscore en een waarderingscijfer (zie Afb. 45). Een aantal landen hebben de BREEAM-methode aangepast aan hun specifieke nationale omstandigheden.



5.4.4 Energie-efficiënte maatregelen - Proces

Om het **energiegebruik** van industriële processen te verkleinen kunnen verschillende maatregelen genomen worden op het vlak van productontwerp, procesontwerp, apparaten, bediening, werking, monitoring en onderhoud (zie tabel 11).

De voetafdruk van een product (door gebruik van materialen en energie) kan voor zijn volledige levensduur drastisch verminderd worden door het meteen duurzaam te ontwerpen. Duurzaam **productontwerp** kan ervoor zorgen dat een product volledig recycleerbaar is (cradle-to-cradle), eenvoudig te repareren is of dat het een lange levensduur heeft.

Voorafgaand aan het procesontwerp dienen **alternatieve opties** voor de fabricage van een bepaald product te worden geanalyseerd, bijvoorbeeld de zeer koolstofintensieve methode voor staalproductie die in de toekomst kan worden vervangen door elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit (Allanore et al., 2013). Een ander voorbeeld komt van een bedrijf dat stalen veren produceert. Het heeft zijn gasoven voor het verhitten van het staal vervangen door een inductieoven (zie 5.3.5.1).

Voor complexe thermische processen kan een **intelligent thermodynamisch procesontwerp** (procesintegratie of Pinch-analyse) leiden tot aanzienlijke energiebesparingen (zie 5.5). Restwarmte kan binnen het proces zelf gerecycleerd worden door **warmte-uitwisseling** tussen de verschillende processtappen waardoor de externe energievraag vermindert. Warmte wordt trapsgewijs van hoge naar lage temperaturen doorheen het proces aangewend. De uitwisseling kan direct gebeuren van de ene naar de andere energiestroom of indirect via een warmteoverdrachtsysteem zoals een stoom- of waterleiding. Dergelijke leidingen laten ook warmte-uitwisseling toe tussen verschillende procesinstallaties binnen een bedrijf of zelfs tussen verschillende bedrijven. Het potentieel van interne warmte-uitwisseling kan worden verhoogd door het verhogen van het temperatuurniveau van lage temperatuur restwarmte via **warmtepompen**.

Met **stoomturbines en ORC's (Organic Rankine Cycle modules)** kan men restwarmte omzetten in elektriciteit. Zoals bij warmtepompen kunnen deze elektriciteitsgeneratoren ofwel tussen twee processtromen geïntegreerd worden, hetzij tussen het proces en de omgeving. Een lichte **wijziging** van de **procesomstandigheden**, zoals druk en temperatuur, kan leiden tot aanzienlijke verminderingen van de externe energiebehoefte. Ten slotte dienen externe verwarming en koeling, om onnodig exergieverlies te voorkomen, plaats te vinden bij **temperaturen** die zo dicht mogelijk in de buurt liggen van de vereiste proces temperatuur. Hiervoor dienen de aangepaste technologieën voor verwarming en koeling te worden gekozen (zie 4.4). Bovendien kan men gemakkelijker laagwaardige hernieuwbare warmtebronnen, zoals thermische zonne-energie of aardwarmte, toepassen als de temperatuurniveaus van de processen worden verlaagd.

Door het verhogen van de energie-efficiëntie van de **uitrusting** voor een proces kunnen aanzienlijke besparingen worden bereikt. Moderne elektromotoren die bij verschillende snelheden kunnen werken, zijn bijvoorbeeld efficiënter dan oudere; condensatieketels gebruiken ook de latente warmte die vevat zit in de uitlaatgassen en alternatieve koeltechnieken verbruiken minder energie dan de conventionele. Om de thermische verliezen te beperken van warmte- en koudeopwekking, opslag en distributie, dienen deze systemen voldoende geïsoleerd te zijn. Vermijd indien mogelijk persluchtsystemen. Ze zijn gevoelig voor lekken en zijn weinig efficiënt.

Een andere manier om de energieprestatie te verbeteren is het systeem te voorzien van adequate **procescontrole** met aansturing van de verschillende proceseenheden. Als de processen dicht in de buurt van hun maximum capaciteit werken, dus bij een hoge belastingsgraad, dan maximaliseert men de energie-efficiëntie. **Intensivering** van het proces is een manier om de reacties ervan te maximaliseren. Het minimaliseert de nood aan materialen en energie en vermindert het afval.

Een belangrijke energiemaatregel is continu toezicht houden, **monitoren** van de prestaties en de werkomstandigheden van het proces. Hiermee detecteert men in een vroeg stadium lekken, beschadiging van apparaten en onjuiste procesregeling en vermijdt men onnodige kosten (zie 5.3.3). Als alternatief kunnen regelmatige energieaudits een momentopname van het energiemanagement van een bedrijf weergeven. Een regelmatig **onderhoud** van de installatie verlengt de levensduur ervan. (Maes, 2011).

Tabel 11: nergiemaatregelen - proces

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • duurzaam productontwerp • alternatief procesontwerp • intelligent thermodynamisch procesontwerp <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>warmte-uitwisseling tussen processtromen</i> ✓ <i>warmtepompen stoomturbines en ORC's</i> • procesmonitoring • regelmatig onderhoud | <ul style="list-style-type: none"> • efficiënte apparatuur <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>frequentiegestuurde motoren</i> ✓ <i>condensatieketels</i> ✓ <i>isolatie van thermische processen</i> ✓ <i>vermijden van perslucht</i> • procesbesturing en bediening <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>maximum belastingsfactor</i> ✓ <i>procesintensivering</i> |
|---|--|

5.4.5 Regelgeving energieprestatieprocessen

België

In overeenstemming met het **Besluit Energieplanning** van de Vlaamse regering dienen bedrijven of installaties met het label energie-intensief de meest **energie-efficiënte** technologieën te gebruiken die economisch haalbaar zijn (**Best Beschikbare Technieken**) en dienen ze economisch rendabele **energiemaatregelen te implementeren die het energiegebruik afnemen**. Om die reden dienen ze een energiestudie in te dienen wanneer ze een aanvraag doen voor een milieuvergunning of voor de vernieuwing ervan. Het energieplan wordt opgemaakt door een erkende deskundige en bevat een lijst van energie-efficiëntie maatregelen. Alle maatregelen in deze lijst met een effectief rendement (IRR) van > 15% moeten binnen de drie jaar worden uitgevoerd. In een **energiestudie** toont een bedrijf aan dat het de beste beschikbare technieken gebruikt en dat alle energie-efficiëntie maatregelen met een IRR > 15% zijn uitgevoerd. Het energieplan is van toepassing op **bestaande** bedrijven of installaties met een primair energiegebruik van > 0,5 PJ per jaar. Bedrijven met een verbruik van 0,1 tot 0,5 PJ dienen ook een energieplan voor te bereiden tegen het tijdstip waarop hun milieuvergunning moet worden vernieuwd. De **energiestudie** is van toepassing op **nieuwe** bedrijven of installaties met een primair energiegebruik van > 0,1 PJ per jaar of voor **wijzigingen** van een bestaand bedrijf waardoor het verbruik meer dan 10 TJ per jaar hoger komt te liggen.



Afb. 46: beperking van het primair energiegebruik Decreet Energieplanning en convenanten

Vroeger, tot voor 2013, konden bedrijven in plaats van deze minimale vereisten vrijwillig de Benchmarking of Audit Convenanten onderschrijven. Het **Benchmarking Convenant** is bedoeld voor bedrijven met een primair energiegebruik van meer dan 0,5 PJ per jaar. Bedrijven die er lid van zijn moeten hun procesinstallaties **vergelijken** op het **specifieke energiegebruik** ten opzichte van de efficiëntste installaties ter wereld en geleidelijk optimalisatiemaatregelen implementeren boven een bepaalde IRR. In ruil daarvoor krijgen ze van de Vlaamse regering vrijstelling van bijkomende federale, Europese of mondiale verplichtingen gerelateerd met energiegebruik en CO₂-emissies.

Het **Audit Convenant** is vergelijkbaar maar minder streng. De overeenkomst geldt voor bedrijven met een primair energiegebruik tussen 0,1 en 0,5 PJ. In het Audit Convenant dient het specifieke energiegebruik niet te worden vergeleken zoals bij het Benchmark Convenant en volstaat een standaard energieaudit. Deze bedrijven worden evenwel niet vrijgesteld van de Europese beleidsmaatregelen over de handel in CO₂-emis-

sierechten. Bovendien kunnen bij het convenant aangesloten bedrijven vermindering krijgen van belastingen en heffingen. **Brussel** stelde geen vrijwillige overeenkomsten op en in **Wallonië** zijn de 'Accords de Branche' van kracht, de overeenkomsten tussen de industriële sectoren en de Waalse regering, vergelijkbaar met die in Vlaanderen.

In Vlaanderen volgen na de Benchmark en Audit Convenanten de **Energiebeleidsovereenkomst** (2014-2020). Bedrijven die deze overeenkomst ondertekenen zijn verplicht om elke 4 jaar een energieaudit uit te voeren zodat rendabele energiemaatregelen kunnen worden ontdekt. Voor niet-ETS bedrijven worden maatregelen met een IRR (effectief rendement) van meer dan 12,5% als rendabel beschouwd. ETS-bedrijven dienen te voldoen aan een minimum IRR van 14%. De auditresultaten vat men in het energieplan samen aan de hand van een lijst met rendabele energiemaatregelen en een chronologische roadmap voor de uitvoering ervan samen met een analyse van de evolutie van het specifieke energiegebruik. Bedrijven verbinden zich ertoe om studies uit te voeren over de mogelijkheid van WKK, warmte- en koelnetten en energiemanagement. Het doel van de overeenkomst is om een energie-efficiëntiewinst te halen van 1% per jaar. Bedrijven die aan de voorwaarden voldoen zijn vrijgesteld van extra Vlaamse beleidsmaatregelen inzake energie-efficiëntie en emissies.

Frankrijk, Verenigd Koninkrijk

Zie hoofdstuk 2

5.4.6 Het evalueren van investeringen

Men kan verschillende indicatoren gebruiken om de resultaten van een investering te evalueren; bijv. terugverdientijd, netto contante waarde (in het Engels is dit de 'Net Present Value' (NPV) en effectief rendement (IRR). De eenvoudige **terugverdientijd** (PP) in jaar is gelijk aan de geïnvesteerde som I gedeeld door de verwachte jaarlijkse netto cashflow C . De netto cashflow is gelijk aan de jaarlijkse opbrengst min de jaarlijkse kost, of gelijk aan de jaarlijkse besparing ten opzichte van een basisscenario. De terugverdientijd houdt evenwel geen rekening met de tijds waarde van geld en geeft ook geen informatie over de periode na de terugverdientijd.

De **netto contante waarde** (NCW) is een betere indicator. het is de som van de gewogen waarden van de jaarlijkse netto cashflows C_n over een vooraf gedefinieerd jaartal N . Bij de jaarlijkse netto cashflow zijn inkomsten, investeringskosten, werkings- en onderhoudskosten (of besparingen ten opzichte van een basisscenario), subsidies en belastingen inbegrepen. De gewogen waarde van een jaarlijkse netto cashflow C_n voor het jaar n kan worden berekend door het te delen door $(1+r)^n$. Deze vergelijking heeft als element 'r' de discontovoet waarmee wordt uitgedrukt dat een bepaalde som geld in de toekomst minder waard is dan nu. Men gaat ervan uit dat geld vandaag het vermogen heeft om intrest op te brengen. De **gewogen terugverdientijd** geeft weer hoeveel jaar het duurt om een break-even te bereiken (NCW = 0).

Een andere indicator is het **effectief rendement** (IRR), de waarde van de rentevoet r , die een netto contante waarde van nul zou opleveren, over een totale periode van N jaar. Met andere woorden, de IRR geeft het maximumpercentage aan waarbij de waarde van geld in de toekomst mag afnemen zodat de netto contante waarde nog steeds positief blijft aan het einde van de periode van N jaar. De afstand tussen de werkelijke discontovoet r en de IRR geeft de effectiviteit van de investering aan. Aan de hand hiervan meet men hoeveel beter de prestatie van de investering is ten opzichte van het break-evenpunt. Projecten met een effectief rendement dat hoger ligt dan een minimum aanvaardbare kost of kapitaalinvestering, zouden moeten worden geïmplementeerd omdat het economisch rendabel is. De kapitaalkost is het percentage waarmee geld kan worden verdiend door een alternatieve investering met een gelijkwaardig risico. De IRR mag men echter niet gebruiken om projecten met een verschillende duur te vergelijken. De netto contante waarde (NCW) is de meest accurate indicator om verschillende projecten te vergelijken.

Tabel 12: kapitaalinvesteringen prestatie-indicatoren

$$PP = I/C$$

$$NPV = \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

$$0 = \sum_{n=0}^N \frac{C_n}{(1+IRR)^n}$$

5.4.7 Belemmeringen

Verschillende belemmeringen vertragen de uitvoering van energie-efficiënte maatregelen. Het gebeurt vaak dat energie-efficiënte maatregelen slechts lage prioriteit krijgen omdat ze in strijd zijn met investeringen in de kernactiviteit van een bedrijf. Investeringen worden slechts economisch rendabel beschouwd bij zeer korte terugverdiertijden (< 2 jaar) of als de interne opbrengstpercentages hoog zijn (>30%). Op deze manier mist men kansen die rendabel zijn op een net iets langere termijn. De terugverdiertijd alleen is geen nauwkeurige maatstaf omdat het geen rekening houdt met de tijdswaarde van geld. Men kan beter de Netto Contante Waarde (NCW), de verdisconteerde terugverdiertijd of het effectief rendement (IRR) gebruiken.

Andere belemmeringen zijn het gebrek aan een holistische visie en technische kennis, weinig milieubetrokkenheid en een vals gevoel van veiligheid inzake de energievoorziening. Nog een belemmering is het belangenconflict tussen de eigenaar en de huurder (=split incentive). Dit probleem kan worden tegengegaan door een derde partij, zoals een Energy Service Company [Leverancier van energiediensten] (ESCO) (zie 7.6). Indien een bedrijf haar gebouwen slechts voor een korte tijd huurt, kan het niet genieten van de restwaarde van de investeringen in de energie-efficiëntie van het gebouw en de eigenaar heeft geen direct belang bij de daling van de dagelijkse operationele kosten.

5.4.8 Case studies

De eenheden van Theaklen Drive op het bedrijventerrein Ponswood werden door Hastings Borough Council (HBC) gerenoveerd (zie 9.16). Na het zien van de resultaten van de thermografische scan, ging men over tot het aanbrengen van nieuwe isolatie op de muren, het dak en de plinten rondom. Men installeerde lichtkokers of zonlichttunnels op het dak zodat er meer daglicht kon binnendringen.



Afb. 47: LightCatchers of zonlichttunnels – Theaklen Drive

5.5 Pinch analysis

Een bedrijf met een aanzienlijke energievraag voor procesverwarming of -koeling kan energie besparen door warmte-uitwisseling tussen zijn processtromen (delen van processen). De Pinch-analyse is een praktisch instrument om de energiebesparende mogelijkheden te beoordelen. Meer in het bijzonder is energie-integratie of Pinch-analyse een methodiek voor het minimaliseren van de thermische energievraag van industriële processen door **warmte-uitwisseling** tussen processtromen, gerationaliseerde **wijzigingen** in procesomstandigheden en **optimale integratie** van energieomzettingstechnieken en hulpbronnen. De methodiek omvat verschillende stappen: (1) berekening van de belasting voor verwarmen en koelen, (2) berekening van de maximum warmteterugwinning en de minimumvoorzieningen voor verwarming en koeling, (3) integratie van energieomzettingstechniek en (4) netwerk ontwerp van warmtewisselaars. In dit verband bestaat een industrieel proces voor materiaalstromen die ofwel opgewarmd (koude stromen) of gekoeld (warme stromen) dienen te worden. Met een goed ontworpen warmtewisselaarnetwerk, kunnen bedrijven met een aanzienlijke vraag voor externe proceswarmte en/of koeling een daling van hun energiegebruik bereiken van 30% of meer.

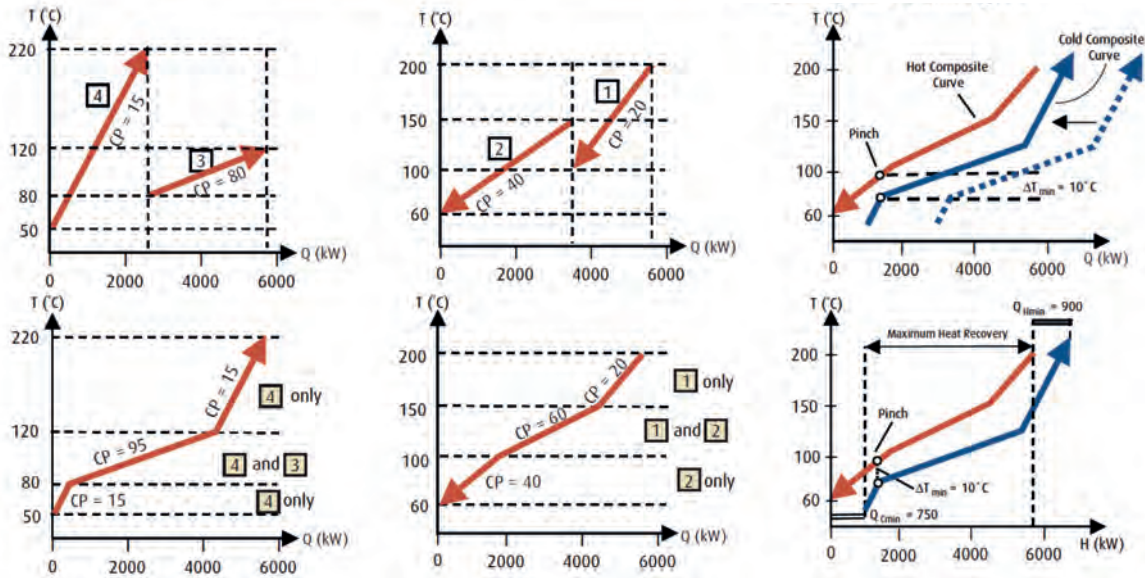
5.5.1 Berekening van energetische belasting voor opwarmen en afkoelen

Voor elke processtroom wordt de **energetische belasting voor opwarmen en afkoelen** bepaald in functie van de temperatuur. Men kan dit berekenen met een thermodynamisch model dat het proces wiskundig weergeeft ofwel vertrekken vanuit feitelijke metingen. Naast de stromen van het industriële proces worden ook de stromen van de energiefuncties zoals ruimteverwarming en -koeling opgenomen. De warmte-temperatuurprofielen van alle warme en koude processtromen worden samengebracht en vormen respectievelijk de Hot en de Cold Composite Curves. (zie afb. 48)

Stream	Stream type	Supply Temperature (°C)	Target Temperature (°C)	Duty (kW)	CP (kW/°C)
1	Hot	200	100	2000	20
2	Hot	150	60	3600	40
3	Cold	80	120	3200	80
4	Cold	50	220	2550	15

Nodige gegevens:

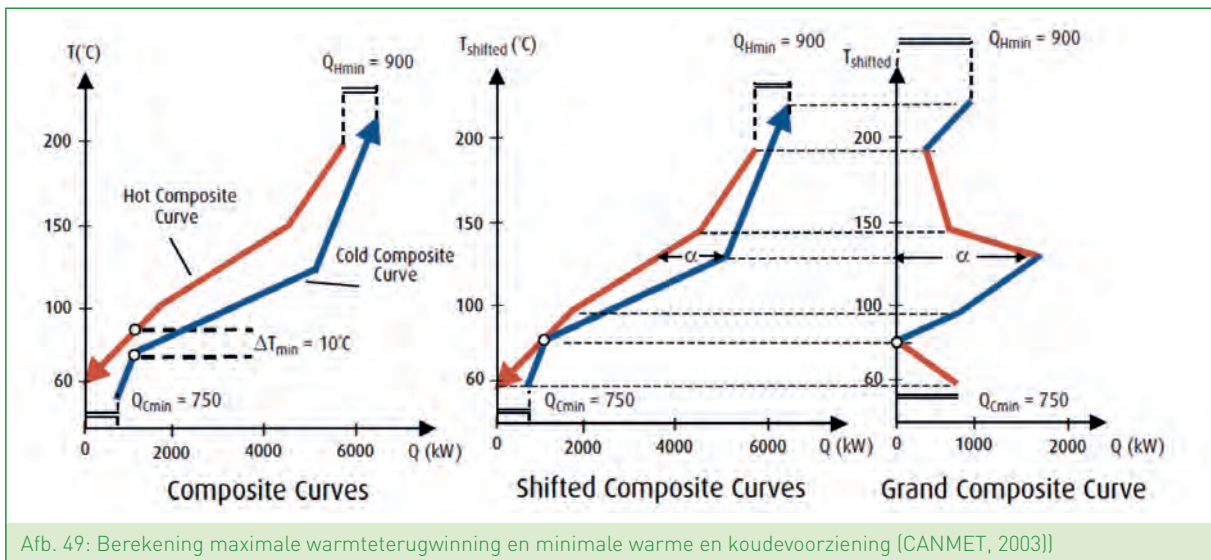
- massastroom (kg/s)
- specifieke warmtecapaciteit (kJ/kg°C)
- aanvoertemperatuur en doeltemperatuur (°C)
- latente warmte voor stromen met faseverandering (kJ/kg)
- beschikbare nutsvoorzieningen
- bestaande warmtewisselaars



Afb. 48: Opbouw van hot and cold composite curves en berekening van de maximale warmteterugwinning [CANMET, 2003]

5.5.2 Berekening van maximum warmteterugwinning en minimumvoorzieningen voor verwarming en koeling.

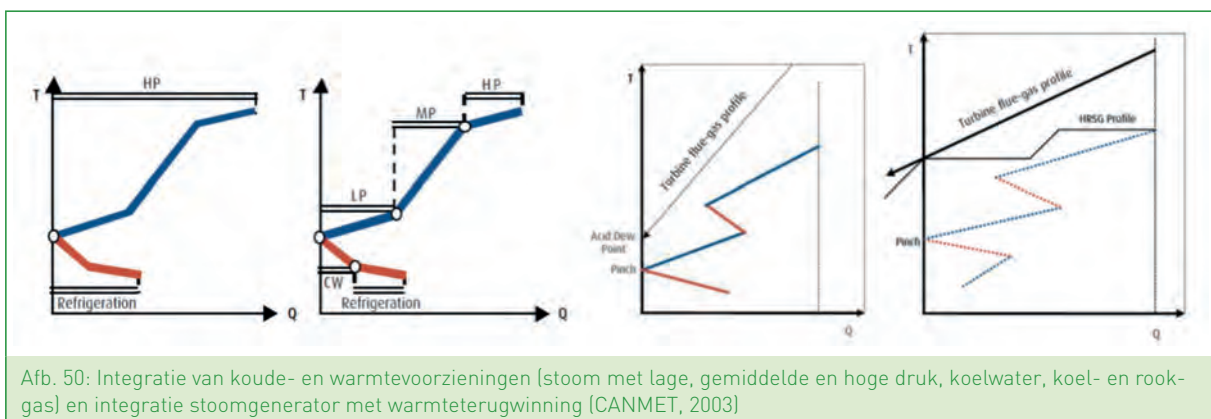
De dichtste benadering tussen de Hot and Cold Composite Curves, bereikt door een verschuiving langs de enthalpie-as, waarbij men zorgt voor een positief minimumtemperatuurverschil ΔT_{min} , levert de maximale theoretische warmteterugwinning op door tegenstroom warmte-uitwisseling van warme naar koude stromen. De minimum te benaderen temperatuur is afkomstig van de balans tussen de energiekosten (nutsvoorzieningen) en de investeringskost in een warmtewisselaar. De overblijvende vraag voor verwarming en koeling duidt men aan als de minimum warmte en koudevoorzieningen en het te benaderen temperatuurpunt noemt men het Pinch point (zie afb. 48) Boven het Pinch point vereist het proces externe warmte (koellichaam), onder het Pinch point dient overtollige warmte afgegeven te worden (warmtebron). De Grand Composite Curve wordt opgebouwd door de samengestelde warmte- en koudecuurves naar elkaar te schuiven langs de temperatuuras over de afstand $\Delta T_{min}/2$ en de warmtebelasting uit te zetten tussen die curves. Deze curve biedt een grafische weergave van hoe warmte stapsgewijze vanaf de warmtevoorziening overgaat in het proces naar de koudevoorziening (zie afb. 49).



5.5.3 Integratie van energieomzettingstechnieken

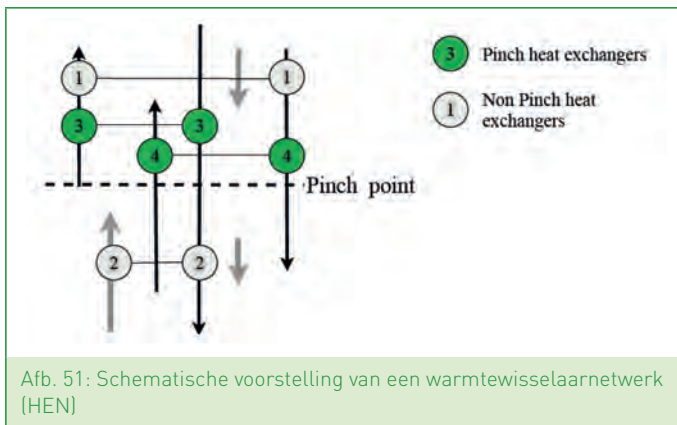
Door te vertrekken vanaf de Grand Composite Curve kunnen warmte- en koudevoorzieningen aanzienlijk worden verminderd. Dit is mogelijk door de wijziging van de procesomstandigheden of door het corrigeren van bestaande slechte cross-Pinch warmtewisselaars. De afstemming tussen samengestelde warmte- en koudecurves kan men verbeteren door het verschuiven van warme stromen van onder naar boven de Pinch en van koude stromen van boven naar onder de Pinch (het plus-minusprincipe).

Vervolgens kan men de technieken voor warmte- en koudetoever optimaal selecteren en integreren zodat de warmteprofielen zo dicht mogelijk in de buurt komen van de processtromen waardoor een minimaal verlies van thermodynamische kwaliteit (exergie) bereikt wordt. Dit kan worden bereikt door achtereenvolgens het maximaliseren van de aanvoerwarmte aangebracht door de laagste temperaturen en de warmteterugwinning bij de hoogste temperaturen totdat de Pinch points van de voorzieningen geactiveerd worden. Ondertussen moeten de massastromen van de gebruikte brandstoffen minimaal worden gehouden. Uiteindelijk dienen de warmte- en koudestromen de Grand Composite Curve van het proces te omhullen. In de meeste gevallen bestaat de optimalisatie van een energiesysteem uit het minimaliseren van zowel de totale kosten als de uitstoot. Dit zijn tegenstrijdige doelstellingen. Met multi-objective optimalisatiemethodes kan dit probleem worden aangepakt. Optimale oplossingen kunnen in een Pareto curve weergegeven worden die de balans weergeeft tussen de verschillende doelstellingen. Als er temperatuurintervallen zijn waarbij de warmte niet wordt benut dan kan bijvoorbeeld (gratis) stroom worden opgewekt via een stoomgenerator (HRSG). Warmtepompen gebruikt men om lagere temperaturen van restwarmte naar een hoger temperatuurregime te brengen. Het kan dan door koudestromen worden opgepikt.



5.5.4 Ontwerp van warmtewisselaarnetwerk

In een laatste stap ontwerpt en optimaliseert men het warmtewisselaarnetwerk. Het maakt niet alleen de fysische uitwisseling mogelijk tussen de warme en koude stromen maar ook tussen de stromen van nutsvoorzieningen en processen.



Afb. 51: Schematische voorstelling van een warmtewisselaarnetwerk (HEN)

5.5.5 Regels

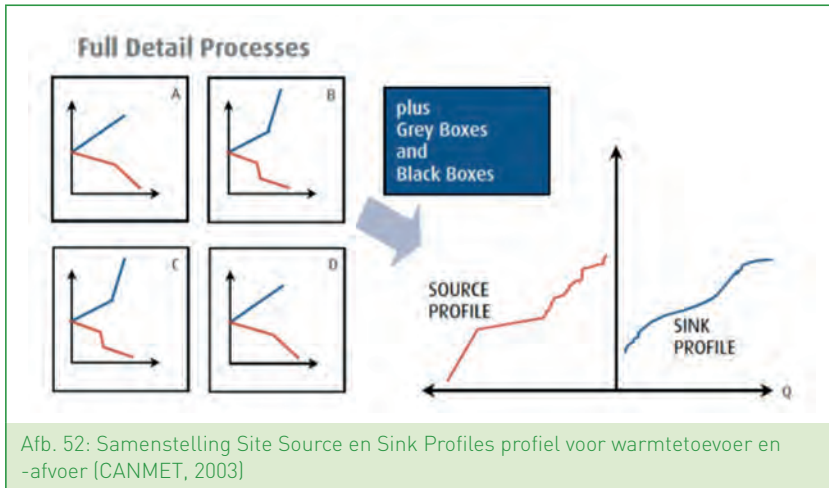
Er bestaan een aantal basisregels voor het bereiken van minimale energie-eisen:

- Breng geen warmte over voorbij de Pinch, behalve met een warmtepomp
- Gebruik geen koudevoorziening boven de Pinch of warmtevoorziening onder de Pinch
- Meng geen stromen met verschillende temperaturen
- Neem geen stromen van nutsvoorzieningen op in de procesgegevens tenzij ze niet kunnen worden vervangen.

5.6 Total Site Analyse

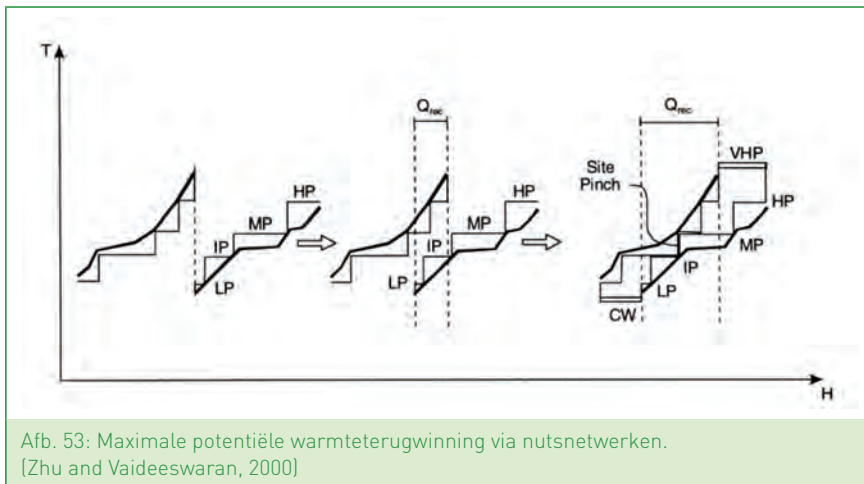
Pinch-analyse focust op maximum warmteterugwinning via directe warmte-uitwisseling tussen warme en koude processtromen op het niveau van één enkel bedrijf (zie 5.5) Total Site Analyse daarentegen focust op warmte-uitwisseling tussen warme en koude processtromen bij verschillende bedrijven via één of meer warmteoverdrachtnetwerken, ook wel nutsnetwerken genoemd. De in deze netwerken gebruikte stoffen zijn stoom onder (zeer) hoge, gemiddelde of lage druk (VHP, HP, MP, LP), warm water (HW) of koelwater (CW).

Bij een Total Site analyse kan een proces worden weergegeven met een black, grey of white box. Dit komt overeen met de toenemende mate van detail. Bij de black boxbenadering stelt men de processtromen gewoon voor met hun bestaande warmte- of koudevoorzieningsprofielen (m.a.w. de vraag naar stoom, warm water, koelwater). In de grey boxbenadering worden de werkelijke koude- en warmtestromen van het proces weergegeven (zoals in 5.5.1). Bij de white box (alles in detail) benadering wordt een proces voorgesteld door de Grand Composite Curve die het resultaat is van de maximale warmteterugwinning door warmte-uitwisseling tussen de warme en koude stromen van het proces (Pinch-analyse zoals in 5.5.2). Alle black- en grey boxprofielen die moeten worden gekoeld en de warmtebronnen van de white box profielen combineert men in het total site source profile, het toevoerprofiel (zie afb. 52). Op dezelfde manier dienen alle black- en grey boxprofielen die moeten worden opgewarmd en de warmteafvoer van de white box profielen te worden gecombineerd tot het afvoerprofiel van de totale site.



Afb. 52: Samenstelling Site Source en Sink Profiles profiel voor warmtetoever en -afvoer (CANMET, 2003)

Nu is het mogelijk om het potentieel te berekenen van warmteomzetting van de totale warmte van de site van het toevoerprofiel naar het afvoerprofiel via de warmteoverdracht (nuts)netwerken (zie afb. 53). Samengevat kunnen we zeggen dat de Total Site Analysis het theoretische potentieel berekent van warmteterugwinning tussen bedrijven via verschillende warmtenetten. Een uitgebreide numerieke methode en voorbeeld werd ontwikkeld door Liew et al. (2012).



Afb. 53: Maximale potentiële warmteterugwinning via nutsnetwerken. (Zhu and Vaideeswaran, 2000)

5.7 Bronnen

Websites	
Synthetische lastprofielen	www.vreg.be/verbruiksprofielen-0
Energy Efficiency Planning and Management Guide	oee.nrcan.gc.ca/sites/oee.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/infosource/pub/cipec/Managementguide_E.pdf
Video over energiemanagement Agentschap NL	www.youtube.com/watch?v=ol7DeW93dEA&feature=youtu.be
Energy Savings Toolbox – An Energy Audit Manual and Tool	oee.nrcan.gc.ca/industrial/technical-info/9156
ISO 50001	www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm
EPB	www.energiesparen.be/epb/welke-eisen www.energiesparen.be/bouwenverbouwen www.meeroverepb.be
RT 2012	www.rt-batiment.fr
Building Regulations 2010	www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/approveddocuments/partl/approved
EPC UK	www.gov.uk/government/collections/energy-performance-certificates
BREEAM	www.breeam.org
Energieplan, energiestudie	www.energiesparen.be/energieplanning
Energiebeleid overeenkomsten	docs.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2012-2013/g1849-1.pdf
Pinch Guide	canmetenergy.nrcan.gc.ca/publications/3047

References

- ALLANORE, A., YIN, L. & SADOWAY, D. R. 2013. A new anode material for oxygen evolution in molten oxide electrolysis. *Nature*, 497, 353-356.
- CANMET 2003. Pinch analysis: for the efficient use of energy, water and hydrogen. Natural Resources Canada.
- CIPEC, C. I. P. F. E. C. 2011. Energy Savings Toolbox – An Energy Audit Manual and Tool.
- DIFS, K., DANESTIG, M. & TRYGG, L. 2009. Increased use of district heating in industrial processes – Impacts on heat load duration. *Applied Energy*, 86, 2327-2334.
- LIEW, P. Y., WAN ALWI, S. R., VARBANOV, P. S., MANAN, Z. A. & KLEMEŠ, J. J. 2012. A numerical technique for Total Site sensitivity analysis. *Applied Thermal Engineering*, 40, 397-408.
- MAES, T. 2011. *Reductie van CO₂-emissies op bedrijventerreinen in Vlaanderen door energiemanagement en energieplanning*. Universiteit Gent.
- OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY OF NATURAL RESOURCES CANADA 2002. Energy Efficiency Planning and Management Guide.
- SCHLOMANN, B., RÖHDE, C. & EICHHAMMER, W. 2010. Erstellung von Anwendungsbilanzen für das Verarbeitende Gewerbe - Pilotstudie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzene.V. (AGEB) - Entwurf. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- WTCB 2010. Lage-temperatuurverwarming wordt de standaard. *WTCB-Dossiers – Nr. 4/2009 – Katern nr. 15*.
- ZHU, F. X. X. & VAIDEESWARAN, L. 2000. Recent research development of process integration in analysis and optimisation of energy systems. *Applied Thermal Engineering*, 20, 1381-1392.

LOW
CARBON

Hoofdstuk 6

**Koolstofarme
energieproductie**

BUSINESS
PARK

MANUAL

6 Koolstofarme energieproductie

6.1 Inleiding

Energie-omzettingstechnologieën dienen energiebronnen die worden ingevoerd of lokaal gewonnen om te zetten in elektriciteit, warmte of mechanische arbeid om aan de energievragen van het energiesysteem te voldoen (zie 4.2). In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de verschillende hernieuwbare en niet-hernieuwbare bronnen en technologieën die toepasbaar zijn op de schaalgrootte van een bedrijventerrein. Zonne- en windenergie, geothermische energie en biomassa worden beschreven in functie van hun potentieel, de beschikbare technologieën en de prestaties. Vervolgens worden de werking, de prestaties en de toepassing van warmtepompen toegelicht. Het principe van warmtekrachtkoppeling wordt ingeleid en er is een beschrijving van de condensatieketel. Ten slotte leggen we het Europees systeem van garanties van oorsprong uit en de certificaatsystemen ter bevordering van groene stroomproductie en warmtekrachtkoppeling in België, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk.

6.2 Energiebronnen

Energiebronnen krijgen het label hernieuwbaar of niet-hernieuwbaar (zie Tabel 13). Niet-hernieuwbare energiebronnen zijn niet onuitputtelijk en hebben een schadelijk effect op het milieu. Hernieuwbare energiebronnen zijn onuitputtelijk en de exploitatie ervan zorgt niet voor gevaarlijk afval of netto-emissie van broeikasgassen. Op het niveau van het energiesysteem van een bedrijventerrein vormen fossiele brandstoffen, zoals steenkool, aardgas, olie en oliederivaten niet-hernieuwbare energiebronnen. Wind, zonnestraling, aardwarmte of omgevingswarmte, biomassa en afgeleide biobrandstoffen (vast, vloeibaar of gasvormig), en waterstof zijn hernieuwbaar. De kenmerken van hernieuwbare energiebronnen verschillen enorm. Wind- en zonne-energie vertonen intermitterend gedrag terwijl men aardwarmte en omgevingswarmte kan aanspreken als het nodig is. Biomassa, biobrandstoffen en waterstof kan men evenwel opslaan en op elk gekozen moment omzetten. Ze zijn dus controleerbaar. Waterstof is niet in de natuur aanwezig maar wordt gewonnen uit fossiele brandstoffen of door hydrolyse gegenereerd. Het is alleen bij gebruik van groene stroom voor het hydrolyseproces dat we kunnen spreken van een hernieuwbare energiebron. Voor een proces of bedrijf, kan extern geleverde restwarmte ook beschouwd worden als een energiebron.

Tabel 13: Soorten energiebronnen

<i>Niet-hernieuwbaar</i>	<i>Hernieuwbaar</i>
• Kolen	• Windenergie
• Aardgas	• Zonnestraling
• Olie en derivaten	• Aardwarmte
	• Omgevingswarmte
	• Biomassa en biobrandstof
	• Waterstof
	• (Restwarmte)

6.3 Energie-omzettingstechnologie

Energie-omzettingstechnologie (zie Tabel 14) zet energiebronnen om in warmte, elektriciteit of mechanische arbeid. Hernieuwbare technologieën omvatten fotovoltaïsche zonnepanelen, zonnecollectoren, geconcentreerde zonne-energie (CSP) systemen, windturbines en geothermische installaties. Op brandstof gebaseerde warmtecentrales en thermische elektriciteitscentrales kunnen zowel fossiele als hernieuwbare brandstoffen benutten.

Er bestaan verschillende soorten thermische energiecentrales. In een stoomkrachtcentrale wordt brandstof verbrand in een ketel om stoom op te wekken die men naar een stoomturbine leidt die een stroomgenerator aandrijft. In een gasgestookte elektriciteitscentrale wordt een mengsel van perslucht en brandstof ontstoken. De verbrandingsgassen zetten uit via een gasturbine die de elektriciteitsgenerator aandrijft. Een STEG-centrale (stoom- en gascentrale) combineert beide systemen door de uitlaatgassen van de gasturbine te gebrui-

ken om stoom op te wekken voor de stoomturbine. Andere soorten thermische elektriciteitscentrales zijn gebaseerd op zuigermotoren of de stirlingmotor.

Some thermal power installations can also be driven by solar, geothermal or waste heat instead of by combustion heat, such as a steam power installation or a Stirling engine. Fuel cells directly generate electricity by an electro-chemical reaction that requires hydrogen and oxygen, while water is generated as a by-product. Depending on the fuel cell type, hydrogen is added in pure form or in the form of natural gas, coal gas or biogas. Combined heat and power generation does not refer to a specific technology, but to the recovery and useful application of residual heat from electricity generation, for industrial processes or space heating.

Tabel 14: Soorten energie-omzettingstechnologie

<i>Niet-hernieuwbaar & hernieuwbaar</i>	<i>Hernieuwbaar</i>
• thermische elektriciteitscentrales (stoom- of gas-turbine, STEG, motor)	• PV-zonnepanelen
• boilers	• thermische zonnecollectoren
• brandstofcellen	• CSP
	• windturbines
	• geothermische installaties
	• hydrogen
	• restwarmte

6.4 Energieopslagstechnologie

Warmte kan worden opgeslagen in de vorm van voelbare warmte in een water-, grafiet- of oliereservoir, in de grond, door faseverandering van sommige materialen of op thermochemische wijze. De mogelijkheden voor opslag van elektriciteit op schaalgrootte van een bedrijventerrein zijn: lood-zuur accu's, lithium-ionaccu's, elektrische condensatoren en vliegwheels en conversie naar en opslag van perslucht. Bij installaties die op het net zijn aangesloten, kan het elektriciteitsnet de functie van opslag vervullen (IEA-ETSAP and IRENA, 2013).

6.5 Hernieuwbare energieproductie

6.5.1 Zonne-energie

6.5.1.1 Zonnestraling

De gemiddelde jaarlijkse zonnestraling op een specifieke locatie hangt af van de breedtegraad en de plaatselijke klimatologische omstandigheden. In Europa varieert de zonnestraling op een horizontaal oppervlak van 1900 kWh/m²/j in Zuid-Spanje tot minder dan 800 kWh/m²/j in het noorden van het Verenigd Koninkrijk. Meer in het bijzonder voor het projectgebied van ACE heeft Vlaanderen ongeveer 1000 kWh/m²/j, terwijl in de regio van Duinkerke en aan de zuidkust van het Verenigd Koninkrijk 1150 kWh/m²/j gebruikelijk is (zie tabel 15). Zonnestraling varieert in de loop van de dag (dag/nacht) en op jaarbasis (seizoenen). Atmosferische omstandigheden verstoren evenwel deze gemiddelde voorspellingen en een gedeelte van het invallende zonlicht wordt door wolken verspreid.

Tabel 15: Zonnestraling ACE-projectgebied

Straling [kWh/m ² /j]	<i>Vlaanderen</i>	<i>Duinkerke Hastings</i>
horizontaal	1000	1150
Opt. helling richting zuiden	1100	1340
met volgsysteem	1390	1770



Afb. 54: Zonne-energie met volgsysteem in Greenbridge (argus.powermonitor.be)

Zonnemodules kan men op platte of hellende daken monteren, op muren of geïntegreerd in ramen en zonneweringen. In het projectgebied van ACE is de optimale hellingshoek ongeveer 35° horizontaal ten opzichte van het zuiden (Huld et al., 2008a). Op die manier is het mogelijk om 1100 à 1340 kWh/m²/j zonnestraling op te vangen. Als de inclinatiehoek tussen 20 en 60 graden ligt met een oriëntatie tussen zuidoost en zuidwest dan worden de verliezen beperkt tot 5 à 10% ten opzichte van de optimale positie. Zonne-energiemodules met een volgsysteem zorgen ervoor dat het paneel d.m.v. twee assen altijd loodrecht op de stralen van de zon georiënteerd staat en kunnen 1390 tot 1770 kWh/m²/j opbrengst halen (zie tabel 15 en afb. 54). Schaduw moet worden vermeden en de panelen moeten zo worden geplaatst dat ze voldoende ventilatie krijgen via luchtstromen van buiten. Kaarten over het potentieel van zonnestraling zijn beschikbaar op: re.jrc.ec.europa.eu/pvgis

6.5.1.2 Fotovoltaïsche zonne-energietechnieken

Fotovoltaïsche zonnepanelen zetten zonnestraling direct om in elektrische stroom met behulp van het fotovoltaïsche effect van halfgeleiders. Om het elektriciteitsnet van stroom te voorzien moet men deze gelijkstroom eerst naar wisselstroom omzetten met een inverter. Op de markt zijn diverse modellen PV-modules en verschillende materialen verkrijgbaar, maar de twee belangrijkste technieken zijn kristallijn silicium en thin film (zie tabel 16). Kristallijn silicium is de dominante technologie en er bestaan drie soorten afhankelijk van het fabricageproces: mono-kristallijn, poly-kristallijn of ribbon-sheet silicium. De afzonderlijke siliciumcellen zijn in serie geschakeld en worden ingekapseld en ingeraamd zodat het praktisch hanteerbare panelen worden. De thin filmtechnologie daarentegen gebruikt een dunne laag fotovoltaïsch materiaal, een duizendste deel van een millimeter dun, dat op een goedkoop substraat zoals staal, glas of plastic wordt aangebracht. In de thin filmtechnologie bestaan er vier varianten, afhankelijk van de aard van de actieve laag: amorf silicium, amorf silicium en micromorf multi-junctie, cadmiumtelluride (CdTe) en koper-indium-gallium-selenide (CIGS). Nieuwe PV-technieken zijn in ontwikkeling, met een potentieel voor hogere efficiëntie en lagere kosten dan c-Si en thin films, bijvoorbeeld fotovoltaïsche installaties die door een combinatie van spiegels of lenzen een groter gebied van direct zonlicht concentreren op een hoog presterende multi-junctie zonnecel, organische zonnecellen en DSC-zonnecellen (dye-sensitized solar cell).

Tabel 16: Soorten fotovoltaïsche zonne-energietechnieken en nominale efficiëntie

Kristallijn silicium	η	Thin film	η	Opkomend
mono	13-19	amorf	4-8	concentreren
poly	11-15	multi-junctie	7-9	organisch
ribbon-sheet	-	CdTe	10-11	DSC
		CIGS	7-12	(dye-sensitized cell)

Gemiddeld bedraagt de efficiëntie (η) voor kristallijn siliciummodules nu 15% en 7% voor amorf silicium en multi-junctie modules, terwijl panelen op basis van alternatieve materialen ongeveer 10% halen (zie tabel 16). De verliezen van de inverters zijn te verwaarlozen omdat ze een efficiëntie van 98% halen. De levensduur van panelen bedraagt 25 jaar of meer. In de regio van de ACE partners, duurt het slechts 3 jaar of minder om met de geïntegreerde energie van het volledige PV-systeem de investering af te schrijven. Producenten garanderen zelfs nog 80% van het piekvermogen na 25 jaar. De laatste decennia zijn de prijzen voor PV-installaties constant gedaald. Ze bereiken halfweg 2013 ongeveer 1800 €/kWp (Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE, 2012, IEA-ETSAP and IRENA, 2013).

6.5.1.3 Installatie

Bij bedrijfsgebouwen is het vaak moeilijk de fotovoltaïsche panelen rechtstreeks op het dak te bevestigen omdat het dakmembraan dit niet toelaat. Een PV-systeem met ballast kan men hier als oplossing gebruiken op voorwaarde dat de dakbelasting dit toelaat. Thin filmtechnologie kan op middellange of lange termijn een alternatief bieden voor de traditionele opstelling met panelen. Het is ook mogelijk de film te integreren in het weerbestendige membraan en zo het probleem van de dakbelasting op te lossen.

6.5.1.4 Berekening werkelijke elektriciteitsopwekking van een PV-systeem

Het nominale elektrisch vermogen van een zonnepaneel (P_{STC}) wordt uitgedrukt in Wattpiek (Wp). De meting ervan gebeurt onder standaard testomstandigheden (STC) nl. de invallende straling (I_{STC}) van 1000 W/m² met een bepaald spectrum en een oppervlaktetemperatuur van de module van 25°C. Het nominale rendement van het paneel drukt de verhouding uit van het nominale vermogen tot de totale invallende straling op zijn opper-

vlak (A): $\eta = P_{STC} / (A \times I_{STC})$. Een module van 1 m² met een rendement van 15% heeft een nominaal vermogen van 150 Wp, of voor 1 kWp zou 6,67 m² nodig zijn.

Locatieomstandigheden wijken af van de STC en over het hele PV-systeem treden verliezen op. Daarom moeten de theoretische opbrengsten worden verminderd met een prestatiefactor (PR) of kwaliteitsfactor. Die is afhankelijk van de geografische locatie en van het PV-systeem (bijv. PR = 0,75 voor een kristallijn silicium PV-systeem in het ACE-projectgebied). De werkelijke energieopbrengst van PV-modules () kan worden uitgedrukt als een jaarlijkse elektriciteitsopbrengst per kilowatt piek (1) of per m² module (2).

$$E = PR \times \eta \times I_{solar} \times A$$

$$\eta_{nom} = \frac{P_{STC}}{I_{STC} \times A}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \frac{E}{P_{STC}} = PR \times \frac{I_{solar}}{I_{STC}} & (1) \\ \frac{E}{A} = PR \times \eta \times I_{solar} & (2) \end{cases}$$

Voor vaste zuidelijk georiënteerde kristallijn siliciumpanelen met een optimale inclinatiehoek, bedraagt de werkelijke jaarlijkse elektriciteitsopbrengst in het ACE-projectgebied 850 kWh/kWp/j (Huld et al., 2008b). Anderzijds kan met een rendement van de module van 0,15 de jaarlijkse opbrengst worden uitgedrukt als 127,5 kWh/m²/j. De berekeningsmethode voor beide vergelijkingen wordt in tabel 17 getoond. Verticaal opgestelde panelen in de optimale richting leveren 500 tot 600 kWh/kWp elektrische energie.

Tabel 17: voorbeeld van de berekening van de werkelijke opbrengst van een PV-systeem

Locatie	Vlaanderen	$I_{solar} = 1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot y}$ (zie tabel 15)
inclinatiehoek:	optimaal	
richting:	zuidelijk	
techniek:	kristallijn silicium	
		$PR = 0.75$
<hr/>		
$\frac{E}{P_{STC}} = 0,75 \times 1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot y} \times \frac{m^2}{kW} = 825 \frac{kWh}{kW \cdot y} \rightarrow 825 \frac{kWh_e}{kWp \cdot y}$		
<hr/>		
$\frac{E}{A} = 0,75 \times 1100 \frac{kWh}{m^2 \cdot y} \times 0,15 = 124 \frac{kWh}{m^2 \cdot y} \rightarrow 124 \frac{kWh_e}{m^2 \cdot y}$		
<hr/>		

6.5.1.5 Thermische zonnepanelen

Thermische zonnecollectoren zetten zonnestraling om in warmte en geven die af aan een vloeistof die in een gesloten circuit door een waterreservoir loopt. Water kan van het reservoir worden afgetapt, voor gebruik als sanitair warm water of voor ruimteverwarming via radiatoren of vloerverwarming. Hiermee kunnen temperaturen van 100°C bereikt worden. Het systeem kan ook in industriële processen worden toegepast als voorverwarming of voor wassen. Er bestaan diverse ontwerpen zoals de vlakke plaatcollector en de vacuümbuiscollector. De optimale positionering is vergelijkbaar met PV-panelen. Hybride systemen combineren zonnecollectoren met een condenserende gasketel. Op die manier kan het gebied voor de collector kleiner zijn en zorgt men voor reserve. Geconcentreerde thermische zonne-energie bestaat uit spiegels of lenzen die het zonlicht van een groot gebied concentreren op een zeer klein gebied. De bereikte temperaturen kunnen oplopen tot 250 °C. De opgewekte warmte wordt gebruikt om een thermische elektriciteitscentrale of een thermochemische reactie aan te sturen.

6.5.2 Windenergie

Wind heeft een intermitterend karakter, maar de windsnelheden 's nachts zijn meestal hoger en nemen evenredig toe met de hoogte. Voor Vlaanderen, op een hoogte van 75 meter, is er een gemiddelde windsnelheid van 5 m/s landinwaarts tot 9 m/s aan de kust en grote windturbines bereiken er 2000 vollasturen. Een windturbine zet windenergie om in elektrische energie. De luchtstroom brengt vleugelvormige wieken in beweging op de

rotoras die een elektrische generator aandrijft. Om elektrische transportverliezen te beperken wordt de spanning opgevoerd door een transformator die in of buiten de windturbine voorzien is. Het nominale vermogen van een windturbine hangt af van de rotor en zijn omzettingsrendement. De jaarlijkse opbrengst hangt af van het nominaal vermogen, de rotorhoogte, de jaarlijkse beschikbaarheid van de turbine en van het jaarlijkse windsnelheidsprofiel. Op de markt bestaan verschillende soorten turbines: windturbines met twee, drie of meer wieken op een horizontale as en turbines met een verticale as met verschillende ontwerpen van bladen. Het meest gebruikelijke model windturbine heeft een horizontale as en drie wieken en kan tot 150 meter hoog zijn. De nominale capaciteit ligt tussen 2 en 5 MW. Om wederzijdse beïnvloeding te vermijden, dient de afstand tussen windturbines loodrecht op de overwegende windrichting ten minste vier tot vijf keer de rotordiameter te zijn, terwijl in de parallelle richting de afstand meer dan zeven tot acht keer de rotordiameter dient te bedragen.

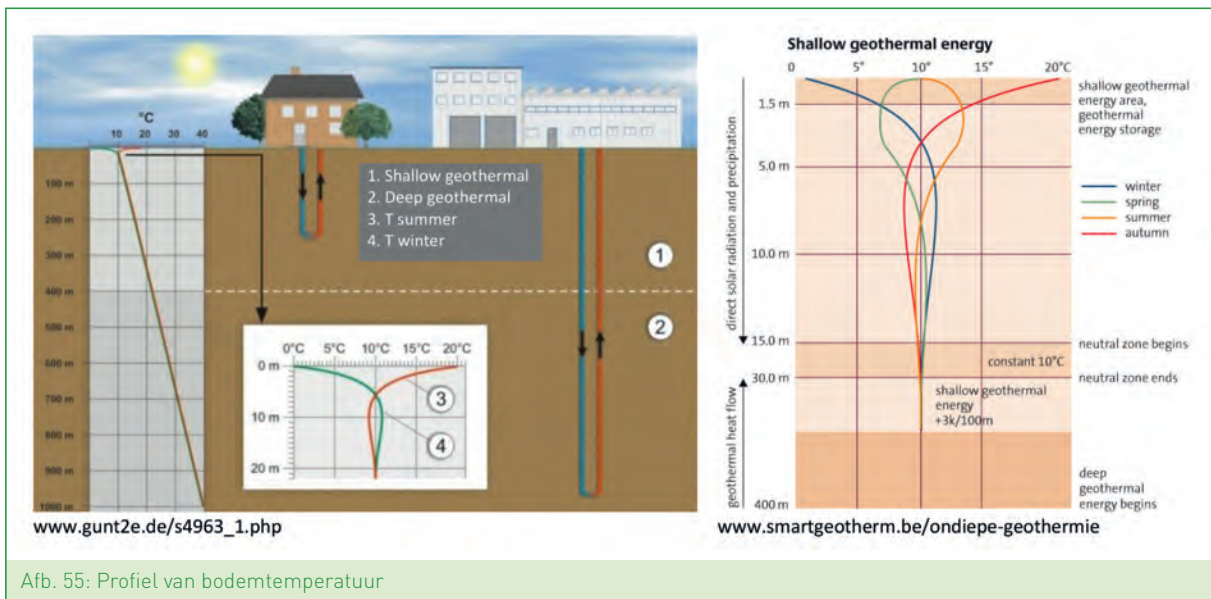
De Vlaamse regelgeving onderscheidt drie soorten windturbines: klein of stedelijk (<15m, <300kW) en grote windturbines (>15m, >300kW). De provincie Oost-Vlaanderen heeft geschikte gebieden voor grote windturbineprojecten vastgelegd zodat er genoeg ruimte is om het totale aantal windturbines op haar grondgebied te verhogen tot 300 in 2020 (www.energielandschap.be). De indeling van windturbines volgens grootte verschilt volgens het land. In het Verenigd Koninkrijk worden windturbines bijvoorbeeld volgens hun nominaal vermogen ingedeeld: micro (<1,5 kW), small (1,5-50 kW), medium (50-500 kW) en large (>500 kW).

Bij het zoeken van geschikte locaties voor windturbines moet worden gekeken naar de impact op de omgeving en dat omvat elementen zoals horizonvervuiling, schaduwen op gebouwen, geluidsoverlast, verstoring van radarcommunicatie voor vliegtuigen en een veiligheidszone in geval van een technische storing. Als de lokale bevolking deelneemt en voordeel kan halen uit het windproject dan kan de maatschappelijke acceptatie worden versterkt. Toepassing van stedelijke windturbines hangt in grote mate af van de specifieke lokale windcondities. Er bestaan nog geen normen voor kleine windturbines en de technische en economische prestaties kunnen zeer sterk variëren. Meer informatie over kleine windturbines kan worden verkregen bij www.windkracht13.be en www.swtfieldlab.ugent.be.

6.5.3 Geothermische energie

6.5.3.1 Aardwarmte

Geothermische warmte (geothermie) is inwendige warmte van de aarde die sinds het ontstaan ervan vastgehouden wordt. Ze ontstaat door de wrijving tussen tektonische platen, met de onderliggende mantel en door radioactief verval van mineralen in de aardkorst. Deze warmte wordt langzaam naar de oppervlakte gestuwd - door geleiding en convectie - met een gemiddelde snelheid van 0,063 W/m². De bovenste laag van het aardoppervlak warmt in de zomer op door het absorberen van zonnestraling en koelt in de winter af door uitstraling van warmte. Ook infiltrerend hemelwater brengt warmte over naar de bovenste laag. Op een diepte van vijf meter onder de oppervlakte schommelen de temperaturen tussen 8 en 12°C, maar op 20 meter onder het aardoppervlak verdwijnen de seizoensinvloeden volledig door het lage thermische geleidingsvermogen van de bodem. Hierdoor heerst er een constante temperatuur van ongeveer 10°C. Op grotere diepten stijgt de temperatuur met 3°C per 100 m (zie afb. 55). Dit betekent dat 40°C, de minimumtemperatuur voor directe verwarming, slechts op duizend meter diepte te vinden is. In gebieden met vulkanische activiteit zijn evenwel veel hogere temperaturen te vinden in de buurt van het oppervlak. **Ondiepe geothermie** gaat over de warmte die op een diepte van 400 tot 500 meter wordt vastgehouden en relatief lage temperaturen, terwijl **diepe geothermie** gaat over warmte die dieper zit dan 500 m met hogere temperaturen. Men kan geothermie alleen maar hernieuwbaar noemen als de warmtewinning en -aanvulling in evenwicht zijn (De Boever et al., 2012).



Afb. 55: Profiel van bodemtemperatuur

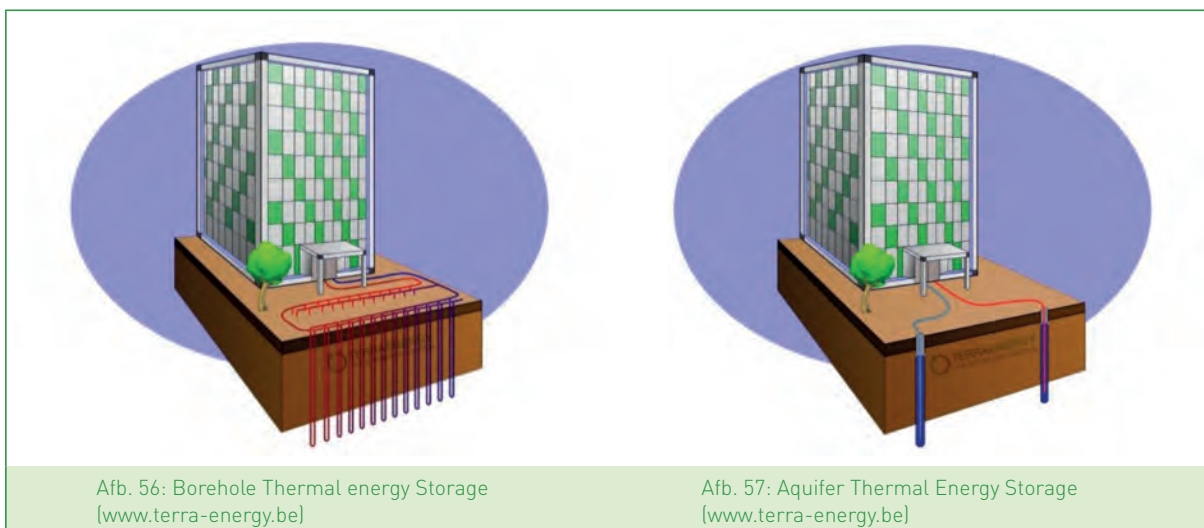
6.5.3.2 Ondiepe geothermietechnieken

Ondiepe geothermische energiesystemen kunnen worden gebruikt om warmte te halen uit de grond die op de juiste temperatuur wordt gebracht en naar een ruimteverwarmingssysteem wordt gevoerd. De eerste methode voor het onttrekken van grondwarmte gebeurt d.m.v. een gesloten circuit waarin een glycol/watermengsel circuleert. Het circuit kan bestaan uit een serie verticale geothermische sondes in boorgaten van 25 tot 300 meter diep of als een horizontale lus die begraven is onder vorstdiepte. Als alternatief kan het circuit geïntegreerd zijn in de betonfundering van een gebouw (heipalen, diepwanden). De geothermische doublet is een open aardwarmtesysteem. Grondwater uit een aquifer wordt hierbij via een verticaal boorgat opgepompt. Na extractie van de warmte, wordt het gekoelde water geïnjecteerd in dezelfde aquifer via een tweede boorgat op een grote afstand van de eerste. Bij ondiepe geothermische systemen is de temperatuur van de gebruikte vloeistof voor het warmtetransport (glycolisch of grondwater) niet hoog genoeg voor directe ruimteverwarming en daarom leidt men ze eerst door een warmtepomp. De warmtepomp onttrekt warmte uit het water, verhoogt de temperatuur en geeft de warmte af aan het verwarmingssysteem van het gebouw. Om het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp te beperken zijn ruimteverwarmingssystemen met lage temperatuur vereist zoals vloerverwarming of betonkernactivering. Een ander open systeem werkt met grondbuizen om ventilatielucht op te warmen of af te koelen. Een overzicht van de technieken is te zien in tabel 18.

Verticale geothermische sondes leveren, afhankelijk van de ondergrond 20 tot 70 W warmte per meter sonde (van droge zandgrond tot vochtige leemgrond en gesteente). Systemen met horizontale lussen kunnen 10 tot 35 W warmte per m² produceren (van droge zandgrond tot vochtige leemgrond). De opbrengst van een geothermische doublet hangt af van het debiet van de extractie en de temperatuurafname van de verwarmingsinstallatie en is alleen van toepassing in zandige bodems met voldoende grondwaterstroming (Van de Meulebroecke et al., 2007).

6.5.3.3 Gebruik van ondiepe geothermietechnieken voor seizoensgebonden thermische energieopslag (STES)

Grond heeft een groot isolerend vermogen en hierdoor zijn verticale ondiepe geothermische energiesystemen (sondes, energiepalen, hydrothermische systemen) perfect geschikt voor **seizoensgebonden thermische energieopslag (STES)**. Overtollige warmte uit WKK-centrales, restwarmte van industriële processen, warme lucht uit airconditioningsystemen of warmte die opgewekt is door zonne-asfaltcollectoren in de zomer, kan ondergronds worden opgeslagen om opnieuw te gebruiken voor ruimteverwarming in de daaropvolgende winter. Door de temperatuurverhoging van de bodem stijgt ook het rendement van de warmtepompen. Warmtepompen kan men vermijden als men warmte bij hoge temperaturen opslaat. Op dezelfde manier kan de grond in de winter worden afgekoeld met warmtewisselaars in contact met de buitenlucht zoals asfaltzonnecollectoren. Als in de loop van de daaropvolgende zomer de stroom van de vloeistof voor de warmte-uitwisseling omgekeerd verloopt dan is de 'opgeslagen koude' beschikbaar voor koeling.

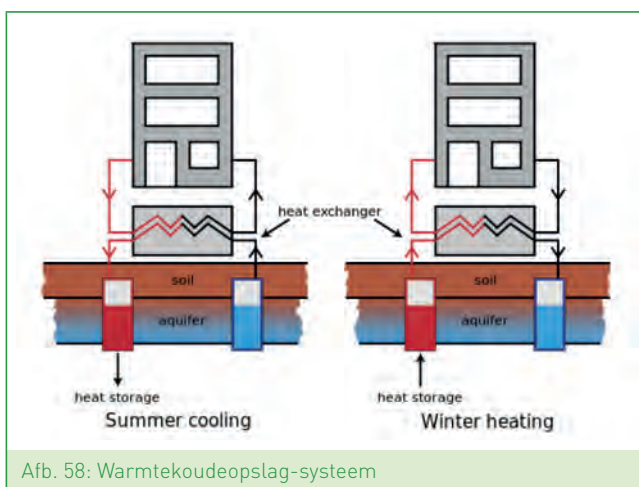


Afb. 56: Borehole Thermal energy Storage
(www.terra-energy.be)

Afb. 57: Aquifer Thermal Energy Storage
(www.terra-energy.be)

Meer in het bijzonder kan men verticale ondiepe geothermie gebruiken voor **gecombineerd verwarmen/koelen met seizoensgebonden opslag van thermische energie**. In deze context krijgen deze systemen de Engelse benaming Borehole Thermal Energy Storage (BTES) en Aquifer Thermal Energy Storage (ATES) (zie Fig. 56 en afb. 57). Omdat in de zomer de grondtemperatuur lager is dan de binnentemperatuur, kan men het systeem direct voor het koelen van ruimten gebruiken. De warmte die uit het gebouw wordt onttrokken, wordt naar de grond afgevoerd als geothermiebron voor ruimteverwarming in de winter. Bovendien kan de bron zich in de zomer herstellen door middel van thermische zonnecollectoren.

Een WKO is een **warmtekoelopslag-systeem** (zie afb. 58). Het omvat een open systeem dat met een aquifer verbonden is en de grondwaterstroom ervan kan worden omgekeerd. Wanneer men in de zomer het gebouw koelt, wordt water uit het koude reservoir gepompt, passeert het via de warmtewisselaar van het net van het gebouw en wordt het in het warme reservoir geïnjecteerd. In de winter keert men de stroomrichting van het water om. Er bestaan ook systemen die maar in één richting werken. Verder bieden ook ondergelopen mijnen en tunnels mogelijkheden voor geothermie en warmteopslag (De Boever et al., 2012, Dreesen en Laenen, 2010).



Afb. 58: Warmtekoelopslag-systeem

6.5.3.4 Diepe geothermiesystemen

Diepe geothermiesystemen onttrekken warmte uit de aarde op een diepte van 500 m tot enkele kilometers. Afhankelijk van de temperatuur kunnen ze direct warmte leveren aan warmtenetten voor industriële processen, ruimteverwarming of thermische centrales, zoals bijvoorbeeld een stoomkrachtcentrale, een Organic Rankine Cycle (ORC)-centrale of een stirlingmotor. Hydrothermische systemen, vergelijkbaar met de ondiepe geothermie, halen water uit een aquifer via een boorgat en injecteren het terug via een tweede boorgat na de extractie van warmte. Verbeterde geothermische systemen echter drijven kunstmatig droge rotslagen uiteen op grote diepte tussen 3 en 6 km en temperaturen boven 150°C. Men pompt onder hoge druk water in de injectieput dat vervolgens door het gesteente wordt opgewarmd. Het warme water keert terug naar de oppervlakte via een extractieboorgat. Diepe geothermische sondes zijn vergelijkbaar met de ondiepe versies. Het zijn gesloten systemen waarin een vloeistof voor warmteoverdracht wordt geïnjecteerd om aardwarmte te onttrekken. Hydrothermale systemen kunnen alleen worden toegepast in regio's met aquifers die voldoende waterdoorlatend zijn, terwijl men diepe geothermische sondes overal kan toepassen (Dreesen en Laenen, 2010). Een overzicht van de technieken is te zien in tabel 18.

Tabel 18: Soorten geothermie

Geothermie-systemen	Circuit	Technieken	Toepassingen
Ondiepe geothermie			
• verticale sondes	gesloten: glycol/water-mengsel	warmte-extractie, STES	ruimteverwarming/-koeling
• horizontale lus	gesloten: glycol/water-mengsel	warmte-extractie	ruimteverwarming/-koeling
• energiepalen	gesloten: glycol/water-mengsel	warmte-extractie, STES	ruimteverwarming/-koeling
• geothermisch doublet	open: grondwater	warmte-extractie, STES	ruimteverwarming/-koeling
• grondbuizen	open: lucht	Warmte-uitwisseling	voorverwarming/-koeling van ventilatielucht
Diepe geothermie			
• verticale sondes	gesloten: water	warmte-extractie	ruimte-/procesverwarming
• hydrothermisch	open: grondwater	warmte-extractie	{ ruimte-/procesverwarming elektriciteitsopwekking
• verbeterde geothermie	open: water/andere vloeistof	warmte-extractie	

6.5.4 Biomassa

Biomassa is per definitie materiaal van recente biologische (plantaardige of dierlijke) oorsprong. In het kader van energiebronnen verwijst biomassa naar het biologisch afbreekbare gedeelte van industrieel en huishoudelijk afval en ook naar het biologisch afbreekbare gedeelte van producten, afvalstoffen en residu's uit de landbouw en de bosbouw. Hierbij zijn ook gewassen inbegrepen die geteeld worden voor energiegebruik, hout en houtresten, voedsel en groenafval, papierafval, slib, mest, enz. Sommige vormen van **ruwe biomassa**, zoals bijv. hout, kunnen direct worden verbrand. In de meeste gevallen moet, afhankelijk van de toepassing, biomassa echter eerst behandeld worden en omgezet naar vaste, vloeibare of gasvormige biobrandstoffen.

Vaste biobrandstoffen fabriceert men door het samendrukken in pellets, blokjes of pucks. **Vloeibare of gasvormige biobrandstoffen** maakt men via biologische en chemische processen. Biogas wordt gevormd door anaerobe vergisting van natte organische reststoffen of rechtstreeks gewonnen uit stortplaatsen, terwijl generatorgas wordt geproduceerd door vergassing van droge biomassa. Door fermentatie- en omesteringprocessen kunnen energiegewassen in vloeibare biobrandstoffen omgezet worden.

Biobrandstoffen kunnen in warmte, elektriciteit of mechanische arbeid omgezet worden door **warmtekrachtinstallaties en boilers** die gebaseerd zijn op verbranding. Biomassa is een CO₂-neutrale energiebron op voorwaarde dat ze duurzaam ontgonnen wordt, omdat bij de verbranding precies zoveel CO₂ uitgestoten wordt als dat ze tijdens haar levenscyclus uit het milieu heeft onttrokken. We moeten echter ook rekening houden met de CO₂-emissies door het oogsten, de behandeling en het transport.

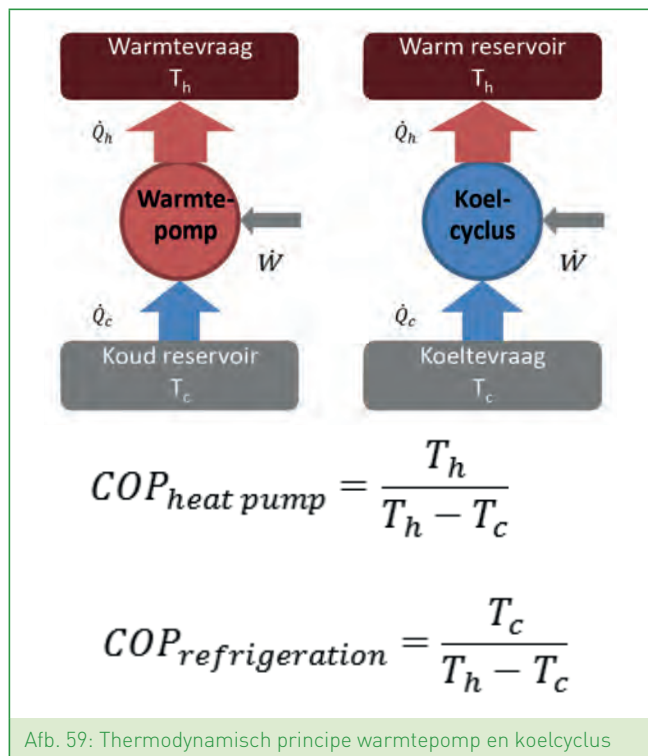
6.6 Warmtepompen en koelcycli

Warmtepompen worden toegepast voor de verwarming van sanitair water, gebouwen en processen. Een **warmtepomp** onttrekt warmte uit een koud reservoir bij een temperatuur T_c door verdamping van haar werkende vloeistof (koelvloeistof), vervolgens comprimeert ze de damp totdat hij voldoende hoge temperaturen bereikt en dan levert ze de warmte aan een warm reservoir bij een temperatuur T_h ($> T_c$) door condensatie van de damp. Ten slotte wordt de gecondenseerde vloeistof door een expansieklep geleid om de temperatuur en de druk te verminderen en keert ze terug naar de verdamper. Warmtewisselaars in de verdamper en condensor zorgen voor de warmte-uitwisseling tussen de werkvloeistof en de koude en warme reservoirs. De mogelijke reservoirs waaruit de vereiste warmte kan worden onttrokken, zijn de grond, riolering, oppervlakte- of grondwater en buitenlucht. Men kan warmtepompen ook gebruiken om de temperaturen van restwarmte of zonnearmte te verhogen of om de temperatuur in een warmtenet naar een hoger niveau te

brengen. Er bestaan verschillende technieken. Bijvoorbeeld compressiewarmtepompen die op elektriciteit werken en absorptie- of adsorptiewarmtepompen die door warmte worden aangedreven.

De prestatiecoëfficiënt (Engelse afkorting **COP**) drukt de verhouding uit tussen de geleverde warmte en het elektriciteitsverbruik, afhankelijk van de te realiseren temperatuursverhoging ($T_h - T_c$) (afb. 59). Kwalitatieve warmtepompen bereiken een COP van 3 tot 7. Een warmtepomp met een COP van 4 verbruikt 1 kWh elektriciteit om 3 kWh warmte uit de koude bron te halen en de resulterende 4 kWh is beschikbaar om aan de warmtevraag te voldoen. De seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt (**SPF, Seasonal Performance Factor**) houdt rekening met de temperatuurschommelingen van de warmtebron over het hele jaar en is lager dan de COP.

Koelcycli zijn identiek aan warmtepompen, maar in plaats van het leveren van warmte aan een warm reservoir zijn ze bedoeld om warmte te onttrekken uit een koud reservoir (zie afb. 59). Omkeerbare warmtepompen kunnen de functies van verdampers en condensoren omwisselen. Ze kunnen dus ook werken als een koelcyclus.



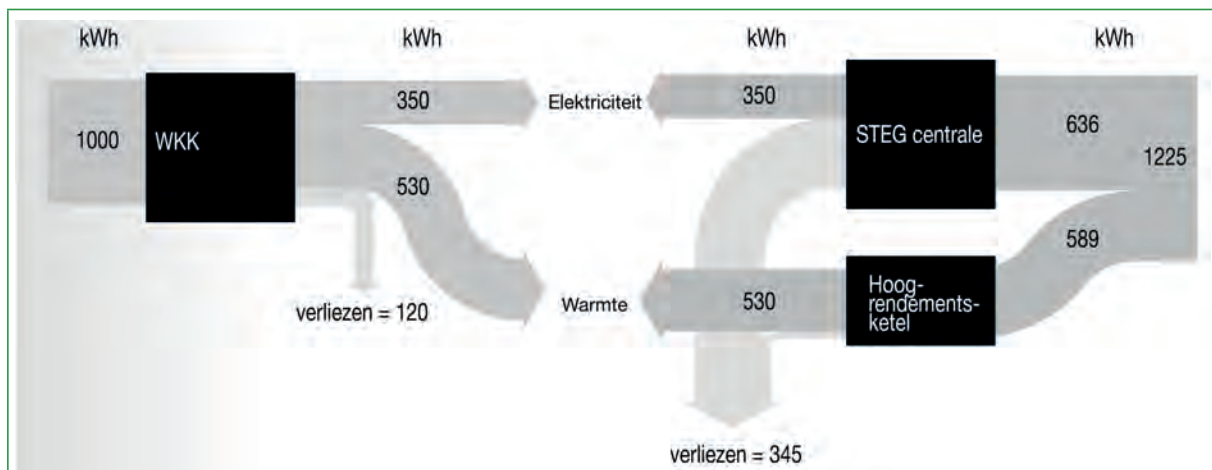
Grondwarmtepompen gebruikt men om warmte uit de ondergrond te onttrekken voor ruimteverwarming of warmteproductie (zie 6.5.3.2). De warmtepomp onttrekt warmte uit de grond via een circuit met een glycol/watermengsel dat verticaal of horizontaal door warmtewisselaars stroomt of door het oppompen van grondwater. Deze warmte levert men aan een warmtepomp die de temperatuur verhoogt en transporteert naar het circuit van het verwarmingssysteem. Een omkeerbare grondwarmtepomp kan men in de zomer ook gebruiken als actieve ruimtekoeling. Aangezien de binnenlucht die men moet koelen warmer is dan de grond, kan men dampcompressie en het gerelateerde elektriciteitsverbruik vermijden met als resultaat COP's van 15 tot 20. Dit noemt men ook passieve of kosteloze ruimtekoeling.

6.7 Warmtekrachtkoppeling

Een warmtecentrale kan slechts gedeeltelijk de warmte die ze ontvangt omzetten in mechanische arbeid en uiteindelijk in elektriciteit. Dit is een gevolg van de tweede wet van de thermodynamica die vereist dat een deel van de warmte moet worden overgedragen aan een koud reservoir. Wanneer de installatie veranderd wordt of ontworpen is op een zodanige wijze dat deze restwarmte kan worden teruggewonnen en gebruikt voor thermische processen, productie van warm water of ruimteverwarming dan noemt men de installatie een **warmtekrachtkoppeling of WKK-installatie**.

WKK-installaties kunnen werken met fossiele brandstoffen, biobrandstoffen of waterstof. Geschikte technieken voor warmtekrachtkoppeling zijn: stoomturbine, gasturbine, gecombineerde cyclus, zuigermotor, brandstofcel, Organic Rankine Cycle en stirlingmotor (zie 6.3). Warmtekrachtkoppeling met een **stoomturbine** wordt verkregen door het laten vrijkomen van stoom na gedeeltelijke of volledige expansie aan de thermische belasting. Bij een tegendrukstoomturbine wordt de volledige massa stoom naar de thermische belasting geleid. Bij een condensatiestoomturbine stuurt men direct na expansie een gedeelte naar de condensor. Bijgevolg komt bij het eerste type de elektriciteitsproductie na de warmtebelasting, terwijl voor het tweede type elektriciteit en warmteopwekking tot op zeker hoogte onafhankelijk plaatsvinden. Ook de warmte van de condensor kan nuttig worden gebruikt.

Warmtekrachtkoppeling met een **gasturbine** of microturbine-installatie houdt in dat warmte van de uitlaatgassen wordt teruggewonnen door middel van een stoomketel of een warmtewisselaar voor droogprocessen of andere doeleinden die een hoge temperatuur vereisen. Bij warmtekrachtkoppeling met een **zuigermotor** (benzine of diesel) wordt de warmte niet alleen teruggewonnen uit de uitlaatgassen, zoals bij de gasturbine, maar ook van de koelvloeistofcircuits van de motor d.m.v. een warmtewisselaar. In **brandstofcellen** zijn de elektrochemische reacties exotherm. Hierdoor zijn ze geschikt voor warmtekrachtkoppeling. Een **ORC**-installatie is vergelijkbaar met een stoomturbine en dus ook geschikt voor warmtekrachtkoppeling door terugwinning van de restwarmte. Bovendien verdampt de werkzame vloeistof bij veel lagere temperaturen dan water en is ze hierdoor geschikt voor de opwekking van elektriciteit uit lage temperatuur aardwarmte of restwarmte. In de **stirlingcyclus** brengt men warmte van een externe warmtebron over naar een extern koud reservoir terwijl stoom wordt opgewekt. WKK wordt bereikt bij het gebruik van de warmte van het koude reservoir voor een thermische belasting. (Cogen, 2006, Daoud en Lebbe, 2009).



Afb. 60: Vergelijking warmtekrachtkoppeling en aparte opwekking van warmte en elektriciteit (Daoud en Lebbe, 2009)

In vergelijking met het apart opwekken van elektriciteit en warmte vermindert warmtekrachtkoppeling het primaire energiegebruik met 15% tot 30%. Voor aparte opwekking van warmte en stroom liggen standaardrendementen vast die van de energiebron (brandstof) en de opgewekte spanning afhangen. Gewoonlijk wordt elektriciteit van het elektriciteitsnet afgenomen met een primaire energie-efficiëntie van 55%. Warmte wekt men gewoonlijk met een condensatieketel op, met een rendement van 90% (zie afb. 60). Omdat biobrandstoffen een lagere energie-inhoud hebben vergeleken met fossiele brandstoffen kan men een lager rendement toepassen voor warmtekrachtkoppeling die op die basis wordt opgewekt. Wanneer men in de zomer overvloedige warmte van een warmtekrachtkoppeling installatie gebruikt om een absorptiekoeler aan te drijven dan worden tegelijk warmte en koude geproduceerd. Dit noemt men in het Engels 'trigeneration'.

6.8 Condensatieketels

Op verbranding gebaseerde boilers gebruikt men om stoom te produceren voor industriële processen en elektriciteitsproductie. De stoom wordt opgewekt door de verdamping van water met hitte van de rookgassen. Bij waterpijpketels worden de rookgassen over met water gevulde buizen geleid. Bij vlampijpketels lopen de verbrandingsgassen in buizen die ondergedompeld zijn in een drukvat met water. De stoom kan verzadigd zijn, oververhit of 'boven kritisch'. Waterpijpketels zijn beter geschikt voor het opwekken van stoom onder hoge druk omdat kleine buizen de druk beter kunnen weerstaan. De efficiëntie kan worden verbeterd door het terugwinnen van de warmte in de uitlaatgassen om het water van de toevoerleiding te verwarmen of om de verbrandingslucht voor te verwarmen. Verder kan men de efficiëntie ook verhogen door de warmte-uitwisseling te verbeteren. Dit kan door te zorgen voor turbulentie in de leidingen van een vlampijpketel en door isolatie van leidingen en kleppen. In een condensatieketel wordt de waterdamp in de rookgassen gecondenseerd, terwijl de resulterende latente warmte wordt gebruikt om het koude water in de boiler te verwarmen. Hiermee verhoogt de energie-efficiëntie ongeveer 10% in vergelijking met conventionele ketels (ETSAP, 2010).

6.9 Garanties van oorsprong en certificaten

6.9.1 EU

Garanties van oorsprong zijn elektronische documenten die de oorsprong opgeven van de elektriciteit die aan het net is geleverd. **Groene** garanties van oorsprong leveren het bewijs dat ergens in de EU 1 MWh elektriciteit is geproduceerd uit **hernieuwbare energiebronnen** die werd geïnjecteerd in het elektriciteitsnet. Op dezelfde manier geven **blauwe** certificaten deze garantie voor **warmtekrachtkoppeling**. Beide soorten garanties van oorsprong combineren is niet mogelijk. Binnen de EU levert men deze garanties af aan de elektriciteitsproducenten via de leden van de Association of Issuing bodies. In Vlaanderen is het de VREG die hiervoor de verantwoordelijkheid draagt. Ingeval elektriciteitsleveranciers elektriciteit met een groen of blauw label willen verkopen dan dienen ze een overeenkomstig aantal groene of blauwe garanties van oorsprong te verwerven. Deze kunnen worden verkregen door de productie van groene of blauwe stroom die men op het net zet of door ze te kopen van producenten. Bij de verkoop van elektriciteit aan een klant kan, om de oorsprong te bewijzen, een garantie slechts één keer worden gebruikt, daarna wordt het vernietigd. Garanties van oorsprong kunnen afzonderlijk van elektriciteit worden verhandeld. Greenpeace België geeft op haar website een overzicht van het werkelijke groene karakter van Belgische elektriciteitsleveranciers.

6.9.2 Vlaanderen

Verder implementeerde de Vlaamse overheid ook een systeem van certificaten om op haar grondgebied de productie van groene stroom en warmtekrachtkoppeling te verhogen. **Groenestroomcertificaten** bewijzen dat 1 MWh elektriciteit is geproduceerd uit hernieuwbare energiebronnen terwijl **WKK-certificaten** bewijzen dat 1 MWh primaire energie werd bespaard door het toepassen van warmtekrachtkoppeling in plaats van afzonderlijke opwekking van warmte en elektriciteit. WKK-certificaten vereisen dat een minimum van primaire energie bereikt werd en dat de toegepaste techniek erkend is als 'kwalitatieve warmtekrachtkoppeling'. Om voor groene stroom en WKK-certificaten in aanmerking te komen moet de energie worden opgewekt binnen het Vlaamse grondgebied. De geproduceerde elektriciteit kan zowel lokaal gebruikt worden als geïnjecteerd worden in het net. Beide soorten certificaten worden **afgeleverd aan de energieproducenten** door de VREG die ook de database met certificaten beheert.

Elk jaar worden de Vlaamse **electriciteitsleveranciers verplicht om een geleidelijk toenemend aantal groene stroom- en WKK-certificaten in te dienen bij de VREG**. Als ze niet voldoen dan worden ze per ontbrekend certificaat beboet. Om de benodigde certificaten te verwerven kunnen elektriciteitsleveranciers zelf hun productie organiseren of ze kunnen ze kopen van elektriciteitsproducenten. Bijgevolg werkt dit certificaatsysteem als een subsidieregeling voor groene elektriciteitsproductie-installaties. Producenten kunnen certificaten verkopen op de bilaterale certificaatmarkt tegen een onderhandelde prijs, op de Green Certificate Exchange van Belpex tegen een marktprijs, of aan de transmissie- of distributienetbeheerders tegen een minimumprijs, op voorwaarde dat de installaties zijn aangesloten op het net. De minimumprijs die de netbeheerder over een bepaalde periode betaalt, hangt af van de technologie en de datum van ingebruikname. Groenestroomcertificaten zijn vijf jaar geldig en WKK-certificaten zes jaar. Beide kan men eenmalig bij de VREG indienen en ze kunnen los van de elektriciteit worden verhandeld. Bovendien kunnen ze worden gecombineerd.

Voor installaties die na januari 2013 in gebruik werden genomen, geldt evenwel een andere regeling. Nu wordt het aantal certificaten dat men kan ontvangen berekend door vermenigvuldiging van de opgewekte MWh groene stroom of bespaarde primaire energie door WKK met een 'bandingfactor' die specifiek is voor de technologie en het project. Met andere woorden, de op te wekken hoeveelheid groene stroom of te besparen primaire energie voor één certificaat is gelijk aan het quotiënt van 1MWh en een **bandingfactor**. Daarnaast zijn de minimum certificaatprijzen voor net-gekoppelde installaties vastgelegd op 93 euro per groenestroomcertificaat en 31 euro per WKK-certificaat (VREG, 2013). Voor fotonvoltaïsche installaties werd een meer specifieke regeling uitgewerkt. Tot nu toe heeft men nog geen regelgeving inzake groene warmtecertificaten geïmplementeerd.

6.9.2.1 Fotovoltaïsche installaties

Tot 2013 werden de netbeheerders in Vlaanderen **verplicht** om **groenestroomcertificaten** van PV-installaties te kopen tegen een **minimumprijs** en gedurende een bepaalde tijdspanne, vastgelegd op (en dalend vanaf) de datum van ingebruikname. In 2013 wijzigde men de subsidieregeling voor nieuwe PV-installaties. Het rendement werd vastgelegd op 5%. Elk certificaat heeft een waarde van 93 euro en het wordt over een periode van 15 jaar uitbetaald. Voor één certificaat dient groene elektriciteit te worden opgewekt die gelijk is aan het quotiënt van 1MWh en een bandingfactor die afhankelijk is van de grootte van de installatie. De bandingfactoren worden om de zes maanden door het Vlaams Energieagentschap beoordeeld.

Voor systemen die in 2013 werden geïnstalleerd, waren de bandingfactoren voor de periode 1 januari - 31 juli 2013 bijvoorbeeld:

$P_{STC} \leq 10 \text{ kW}$:	0,23	met als resultaat een subsidie van	21 €/MWh
$10 \text{ kW} < P_{STC} \leq 250 \text{ kW}$:	0,63		59 €/MWh
$250 \text{ kW} < P_{STC} \leq 750 \text{ kW}$:	0,49		46 €/MWh

Voor systemen die in de tweede helft van 2014 werden geïnstalleerd, waren de bandingfactoren:

$P_{STC} \leq 10 \text{ kW}$	0,00	met als resultaat een subsidie van	0 €/MWh
$10 \text{ kW} < P_{STC} \leq 250 \text{ kW}$:	0,687		64 €/MWh
$250 \text{ kW} < P_{STC} \leq 750 \text{ kW}$:	0,593		55 €/MWh

Dit impliceert dat installaties van minder dan 10 kW niet langer groenestroomcertificaten zullen ontvangen.

PV-installaties kleiner dan 10 kW worden aangesloten op het net door middel van een terugdraaiende teller en men rekent alleen het positieve netto elektriciteitsverbruik aan op de elektriciteitsfactuur. Bij grotere installaties is een aparte elektriciteitsverbruik- en injectiemeter vereist. De opgewekte elektriciteit wordt in het net geïnjecteerd tegen een prijs die met de elektriciteitsleverancier werd onderhandeld. De producenten zijn op hun beurt onderworpen aan injectiebelastingen.

6.9.3 Brussel

In **Brussel** worden elektriciteitsleveranciers verplicht om jaarlijks een geleidelijk toenemende hoeveelheid groenestroomcertificaten (**GSC's**), in verhouding met hun omzet in te dienen. Per ontbrekend certificaat wordt een boete van 100 euro geëist. Ze kunnen certificaten verkrijgen door eigen productie of door ze te kopen op de certificaatmarkt. Groenestroomcertificaten worden uitgegeven door de Brusselse Regulator voor Energie (**BRUGEL**) voor kwalitatieve WKK of installaties voor hernieuwbare energie, in verhouding tot de CO₂-besparing die ze behalen in vergelijking met referentie-installaties en op voorwaarde dat een minimum emissiereductie van 5% is bereikt. Als basisregel geldt: één certificaat per bespaarde 217 kg CO₂-uitstoot met als referentie een elektriciteitscentrale op aardgas die een rendement heeft van 55% en een CO₂-uitstoot van 217 kg per MWh verbrand gas. Dit impliceert dat een CO₂-vrije hernieuwbare elektriciteitsgenerator $1/0,55 = 1,82$ certificaten per MWh geproduceerde elektriciteit ontvangt. Voor PV-installaties, WKK op aardgas voor collectieve huisvesting en productie van biogas, past men een coëfficiënt toe specifiek voor die technologie. Voor een capaciteit die boven 1 MW ligt wordt maximum één certificaat per MWh toegekend. Netbeheerders zijn verplicht certificaten te kopen tegen een minimumprijs van 65 euro per certificaat gedurende een bepaalde periode.

6.9.4 Wallonië

Het **Waalse** systeem van groenestroomcertificaten is vergelijkbaar met het Brusselse systeem. **Groenestroomcertificaten** worden afgeleverd door de **Waalse energielcommissie** (CWAPE) voor kwalitatieve **WKK-installaties** in verhouding met de CO₂-besparing die ze behalen in vergelijking met referentie-installaties en op voorwaarde dat ze een minimum CO₂-reductie van 10% halen. Als basisregel geldt: één certificaat per bespaarde 456 kg CO₂-uitstoot met als referentie een elektriciteitscentrale op aardgas met een CO₂-uitstoot van 456 kg per MWh opgewekte elektriciteit. Als zodanig krijgt een CO₂-vrije producent van hernieuwbare elektriciteit één certificaat per opgewekte MWh elektriciteit. Bij warmtekrachtcentrales dient men ook rekening te houden met de warmteproductie. Bovendien zijn bij het Waalse en Brusselse certificaatsysteem garanties van oorsprong een vooropgestelde voorwaarde. Netbeheerders zijn verplicht certificaten te kopen tegen een minimumprijs van 65 euro per certificaat gedurende een bepaalde periode.

6.9.5 Frankrijk

Grote energieleveranciers moeten voldoen aan energiebesparingsdoelstellingen in verhouding met hun omzet. Deze driejaarlijkse doelstellingen bestaan uit in totaal 345 TWh uiteindelijke energiebesparing voor de periode van 2011 tot 2013 en worden verder verhoogd voor de periode van 2014 tot 2016. Aan het einde van elke periode zijn de energieleveranciers verplicht om een aantal energiebesparingscertificaten (**ESC's**) in te dienen evenredig met de te besparen hoeveelheid energie. Per ontbrekende kWh geldt een boete van 0,02 euro. Energieleveranciers kunnen certificaten verwerven door het uitvoeren van erkende energiebesparingscampagnes bij hun klanten of ze kunnen ze kopen op de markt van derden die zelf goedgekeurde energiebesparende maatregelen toepassen. Die derden kunnen lokale overheden, de Nationale Huisvestingsmaatschappijen, agentschappen voor sociale woningen of sociale verhuurders zijn. Individuele acties van grote bedrijven komen niet in aanmerking. Een lijst van in aanmerking komende maatregelen voor energiebesparing is opgesteld voor de sectoren residentiële en tertiaire gebouwen, industrie, netwerken in de energiesector, vervoer en landbouw. Op dit moment heeft de meerderheid (80%) van de certificaten betrekking op energiebesparende maatregelen (isolatie, efficiënte verwarming, ventilatie, verlichting) in residentiële gebouwen. In de industrie hebben de certificaten meestal betrekking op elektronische snelheidsregeling van asynchrone motoren.

6.9.6 Verenigd Koninkrijk

Het systeem van certificaten in het **Verenigd Koninkrijk** is vergelijkbaar met het Vlaamse systeem maar het omvat tegelijkertijd hernieuwbare energieproductie en WKK. Elektriciteitsleveranciers zijn verplicht om geleidelijk een steeds grotere hoeveelheid "Renewables Obligation Certificates" (ROC's) in te dienen. Die kunnen ze verwerven door hun eigen productie of door ze aan te kopen bij andere elektriciteitsproducenten. Leveranciers die hier niet aan voldoen worden beboet. Het aantal ROC's dat aan een installatie toegekend wordt, is gelijk aan de hoeveelheid geproduceerde MWh, vermenigvuldigd met een bandingfactor die afhangt van de technologie.

6.10 Casestudy's

6.10.1 Bedrijventerrein "The Loop"

Bij de haalbaarheidsstudie van het bedrijventerrein The Loop in Gent heeft men verschillende energietechnologieën in overweging genomen: condensatieketels, WKK-installaties en een waterlus die verbonden was met het nabijgelegen kanaal. De waterlus zou zorgen voor gratis koeling in de tussenseizoenen, ruimtekoeling in de zomer, in combinatie met een compressiekoeler, en ruimteverwarming in de winter, in combinatie met een centrale of individuele warmtepompen en een gasketel als reserve. Voor meer details zie 10.1.

6.10.2 Site suikerfabriek Veurne

Op de site van de suikerfabriek in Veurne werd onderzocht of het haalbaar was een warmtenet aan te leggen, ofwel met de aanwezige restwarmte van het nabijgelegen bedrijventerrein in combinatie met een gasketel of met WKK op aardgas en een bijkomende condensatieketel op gas. Voor verdere details zie 10.8.

6.10.3 Bedrijventerrein De Spie

Men beoordeelde het potentieel van een aantal hernieuwbare energietechnologieën met het oog op toekomstige CO₂-arme energieproductie op het nieuwe bedrijventerrein De Spie in Brugge: zonne- en windenergie, warmtekrachtkoppeling, geothermie en verwarming en koeling met oppervlaktewater. Voor meer informatie, zie 10.11.

6.10.4 Bedrijfsverzamelgebouw Veurne

Voor het bedrijfsverzamelgebouw op een nieuw bedrijventerrein in Veurne overwoog men verschillende technologieën voor ruimteverwarming/-koeling: grondwarmtepompen, condensatieketel op gas en condenserende luchtverwarmers. Men analyseerde ook het potentieel en de haalbaarheid van een PV-systeem. Meer informatie hierover kunt u vinden in 10.12.

6.11 Bronnen

Websites	
Kaarten over het potentieel van zonnestraling	re.jrc.ec.europa.eu/pvgis
PR PV systems	www.photon.info/photon_lab_modul_ertragsm_cert_en.photon www.greenrhinoenergy.com/solar/technologies/pv_energy_yield.php
Kleine windturbines	www.windkracht13.be www.swtfieldlab.ugent.be
Classificatie windturbines in het Verenigd Koninkrijk	www.renewableuk.com/en/publications/index.cfm/Small-and-Medium-Wind-UK-Market-Report-2013
Geothermische energie	www.terra-energy.be www.meeroverepb.be/pages/kdb.php?id=250 www.renewables-made-in-germany.com/en/start/geothermie.html
Afb. 58	en.wikipedia.org/wiki/Seasonal_thermal_energy_storage
Warmte- en koudeopslag	www.provincie.drenthe.nl/wko
Garanties van oorsprong	www.vreg.be/garantie-van-oorsprong
Test leveranciers van groene stroom	www.greenpeace.org/belgium/nl/groene-stroom

Certificaten	
Vlaanderen	
Groenestroomcertificaten	www.vreg.be/systeem-groenestroomcertificaten-en-garanties-van-oorsprong
WKK certificaten	www.vreg.be/systeem-warmte-krachtcertificaten www.vreg.be/hoe-wordt-het-aantal-toe-te-kennen-gsc-berekend
Berekening groene stroom en WKK-certificaten	www.vreg.be/hoe-wordt-het-aantal-toe-te-kennen-gsc-berekend www.vreg.be/hoe-wordt-het-aantal-warmte-krachtcertificaten-berekend
Banding factoren	www.energiesparen.be/monitoring_evaluatie
Groenestroomcertificaten PV	www.vreg.be/uitbetaling-groenestroomcertificaten
Brussel	
Groenestroomcertificaten	www.leefmilieubrussel.be/Templates/Professionnels/informer.aspx?id=32621
Minimumprijzen	www.elia.be/nl/producten-en-diensten/groenestroomcertificaten/Minimumprice-legalframe
Berekening groenestroomcertificaten	documentatie.leefmilieubrussel.be/documents/IF_Energie_berekening_GSC_NL_juni2012.PDF?langtype=2067
Wallonië	
Groenestroomcertificaten	energie.wallonie.be/nl/systeme-d-octroi-de-certificats-verts.html?IDC=6384&IDD=12277
Frankrijk	
Energiebesparings-certificaten	www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=25007 www.developpement-durable.gouv.fr/-Certificats-d-economies-d-energie,188-.html www.eceee.org/events/eceee_events/energy-efficiency-obligations/2_ademe
VK	
Renewables Obligation Certificates	www.gov.uk/government/policies/increasing-the-use-of-low-carbon-technologies/supporting-pages/the-renewables-obligation-ro

Referenties

- COGEN 2006. Basishandboek warmtekrachtkoppeling.
- DAOUD, I. & LEBBE, Y. 2009. Inleiding tot Warmtekrachtkoppeling.
- DE BOEVER, E., LAGROU, D. & LAENEN, B. 2012. Beknopte wegwijzer, geothermie in België.
- DREESSEN, R. & LAENEN, B. 2010. Technology watch: geothermie en het potentieel in Vlaanderen.
- ETSAP 2010. Industrial Combustion Boilers.
- FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS ISE 2012. Photovoltaics Report. Freiburg, Germany.
- HULD, T., ŠŪRI, M. & DUNLOP, E. D. 2008a. Comparison of potential solar electricity output from fixed-inclined and two-axis tracking photovoltaic modules in Europe. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 16, 47-59.
- HULD, T., ŠŪRI, M. & DUNLOP, E. D. 2008b. Geographical variation of the conversion efficiency of crystalline silicon photovoltaic modules in Europe. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 16, 595-607.
- IEA-ETSAP & IRENA 2013. Technology Policy Brief E11 Photovoltaic Solar Power.
- VAN DE MEULEBROECKE, A., SUIJKERBUIJK, M., VERHAERT, I., HENDRIKSEN, L., SOURBRON, M. & STEENDAM, K. 2007. Code van goede praktijk voor de toepassing van warmtepompsystemen in de woningbouw.
- VREG 2013. Mededeling van de Vlaamse Regulator van de Elektriciteits- en Gasmarkt van 28 mei 2013. Brussels.

LOW
CARBON
BUSINESS
PARK
MANUAL

Hoofdstuk 7

Energieclustering

7 Energieclustering

7.1 Industriële ecologieconcepten

Industriële ecologie is een multidisciplinaire aanpak waarbij men de energie-, water- en hulpbronnen van industriële systeemstromen zoals bijv. van bedrijventerreinen in kaart brengt en analyseert. Het doel ervan is synergieën te detecteren die winstgevend zijn, die het duurzame gebruik van hulpbronnen verhogen en de druk op het milieu verlagen. Men legt de nadruk hierbij op het verschuiven van open naar gesloten lussystemen waarbij reststromen en -afval opnieuw in het systeem worden geïntegreerd. Het implementeren van dergelijke synergieën noemt men industriële symbiose en dat is ook het belangrijkste doel van eco-industriële parken (Konz and van den Thillart, 2002, Roberts, 2004). Een wereldwijd bekend voorbeeld is het eco-industrieel complex in Kalundburg, Denemarken (zie 3.2.2).

Energieclustering op bedrijventerreinen verwijst naar alle vormen van samenwerking tussen bedrijven die synergieën binnen het energiesysteem van het park benutten (voorgesteld in hoofdstuk 4). Het is een effectieve strategie om de milieu-impact te verlagen en tegelijkertijd ook de kosten te drukken. Fysieke realisaties van energieclustering zijn collectieve energieproductie, lokale energienetten, warmte-uitwisseling tussen bedrijven en de uitwisseling van hulpbronnen. Naast fysieke energieclustering, kunnen ook diensten (met betrekking tot energie) worden gebundeld, zoals de aankoop en verkoop van energie, energiemonitoring en -management en onderhoud van nutsvoorzieningen. Vanuit zakelijk oogpunt is winst de stimulans tot energieclustering, terwijl het voordeel het verminderen van druk op het milieu is. Bijvoorbeeld, zonder industriële symbiose zouden de CO₂-emissies van het eco-industrieel park Kymi in Finland 40 tot 75% hoger liggen (zie 3.2.2). Bovendien kan energieclustering worden uitgebreid buiten het bedrijventerreingebied om synergieën met de aangrenzende regio aan te gaan.

Industriële ecologie – energieperspectief

Energieclustering = Energiesynergieën

• Fysieke clustering

- Collectieve energieproductie
- Lokale energienetwerken
- Uitwisseling van warmte
- Uitwisseling van grondstoffen

Clustering van diensten

- Collectieve energie-inkoop/verkoop
- Collectieve voorziening energie-monitoring/managementsysteem
- Collectief onderhoud

7.2 Fysieke energieclustering

7.2.1 Collectieve energieproductie

Collectieve energieproductie verwijst naar collectieve of door derden beheerde energieproductie-installaties die zijn afgestemd op de totale energievraag. In deze context gaat het bij energie meer specifiek om warmte, elektriciteit en brandstoffen. Collectieve energieproductie kan worden toegepast voor een groep van ondernemingen of voor het gehele bedrijventerrein en kan zelfs worden uitgebreid tot de stad. Ten opzichte van individuele energieproductie heeft dit verschillende voordelen. Ten eerste is de totale energievraag stabielere dan de individuele profielen en de pieken worden afgevlakt. Hierdoor vermindert de benodigde capaciteit en bijgevolg de totale kosten van de installaties. Schaalvoordelen zorgen voor lagere investerings-, werkings- en onderhoudskosten. Bovendien hebben grotere installaties een hoger rendement dan kleinere. Dit zorgt voor lagere werkings- of brandstofkosten en een lagere uitstoot. Voor dezelfde capaciteit, kan een collectieve installatie een kleinere ruimtelijke voetafdruk hebben dan een aantal individuele installaties. Alternatieve CO₂-arme technologieën die te duur zijn op kleinere schaal, kunnen op grotere schaal economisch rendabel worden. Grote investeringen, zoals geothermische installaties, kunnen misschien niet economisch haalbaar zijn voor één bedrijf alleen, maar wel voor een cluster van bedrijven. Kleinere bedrijven en zelfs geïnteresseerden van buiten het bedrijventerrein kunnen participeren in de collectieve energieproductie. De individuele bedrijven zijn vrijgesteld van de organisatorische beslommingen omdat de collectieve energieproductie door een collectieve organisatie wordt beheerd (zie 7.5) of door een derde partij (zie 7.6). Dergelijke bedrijven garanderen contractueel de levering. Als alternatief voor grote installaties, kan een collectief energiesysteem ook worden opgevat als een serie van kleinere eenheden.

Een collectieve aardwarmtepomp voor een groep van gebouwen kan bijvoorbeeld economisch meer rendabel zijn dan een aantal individuele warmtepompen. Om efficiënt gebruik te maken van een WKK-installatie kan men bedrijven met vooral vraag naar elektriciteit combineren met bedrijven die voornamelijk warmte nodig hebben.

In dit kader zijn virtuele elektriciteitscentrales (virtual power plants, VPP) virtuele clusters van decentrale installaties voor energieopwekking die verder reiken dan de geografische grenzen. Ze worden centraal aangestuurd om gezamenlijk de geproduceerde energie te verkopen of om te zorgen voor stabiliteit of andere extra functies op het net.

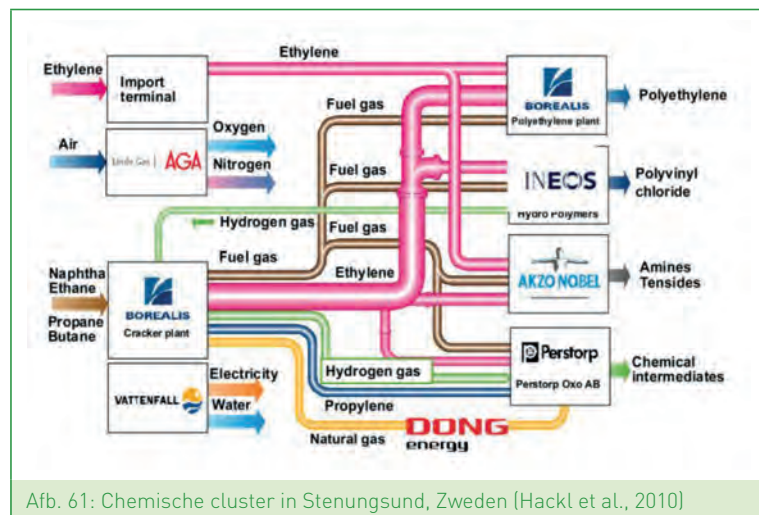
7.2.2 Lokale energienetwerken

Lokale energienetwerken zijn essentieel om energie te verdelen van collectieve installaties voor energieopwekking aan individuele bedrijven. Als alternatief kunnen dergelijke netwerken worden gebruikt om individuele installaties voor energieopwekking met elkaar te verbinden. Op die manier kan (tijdelijke) overcapaciteit van het ene bedrijf ter beschikking worden gesteld van en verkocht worden aan andere bedrijven. Energienetwerken worden nader beschreven in 7.7 en 7.8.

7.2.3 Uitwisseling van warmte

Afvalwarmte van industriële processen en overtollige warmte van installaties voor energieopwekking kunnen via directe warmteleidingen of warmtenetten (stoom of water) worden uitgewisseld tussen verschillende bedrijven. Toch moeten economisch haalbare mogelijkheden voor energie-integratie op bedrijfsniveau worden geconcentreerd op de eerste mogelijkheid (zie 5.5). Total Site Analyse biedt een praktisch instrument om de mogelijkheden voor energie-integratie op te sporen op het niveau van bedrijvenclusters of bedrijventerreinen. Ondertussen houdt men ook rekening met de bestaande warmtenetinfrastructuur. De methode berekent het theoretische potentieel van warmteterugwinning tussen bedrijven of processen via één of meer warmtenetten. Voor een meer gedetailleerde beschrijving, zie 5.6.

De chemische cluster van Stenungsund in Zweden bestaat uit vijf grote chemische bedrijven die intensief de symbiotische relaties in termen van middelen en energie benutten (Hackl et al., 2010). In het hart van de cluster produceert een stoomcraker alkenen en brandstoffen uit verzadigde koolwaterstoffen. De alkenen dienen als grondstof voor andere processen in de cluster, terwijl de brandstoffen worden verbrand om warmte op te wekken (zie Afb. 61). Op bedrijfsniveau optimaliseert men de warmteterugwinning met individuele warmtenetten (stoom, hete olie). Men voerde een



Afb. 61: Chemische cluster in Stenungsund, Zweden (Hackl et al., 2010)

Total Site Analyse uit om de energiebesparing te berekenen die kan worden bereikt door het aansluiten (integratie) van de bestaande stoomsystemen van de individuele bedrijven. Het besluit was dat brandstof voor warmteopwekking theoretisch onnodig was indien een lus voor warm water werd geïntegreerd.

7.2.4 Uitwisselen van grondstoffen

Naast warmte kan men ook andere stoffen, zoals afval, biomassa, biobrandstoffen of waterstof uitwisselen tussen bedrijven en gebruiken als brandstof. Dit vereist ook directe verbindingen of netwerken. Biologische reststoffen uit de voedingsindustrie, mest of slib uit riolen kan men bijv. door gisting tot biogas omzetten in afvalverwerkingsinstallaties. Dit biogas kan worden gebruikt in een WKK-installatie van een nabijgelegen bedrijf. Ook houtsnippers uit de houtverwerkende industrie of snoeiafval kan men als brandstof gebruiken in een WKK.

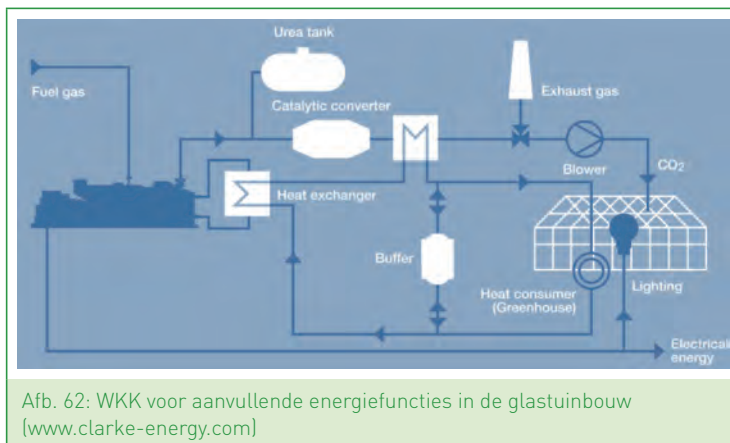
7.3 Clustering van energiegerelateerde diensten

Gezamenlijke aankoop of verkoop van energie (elektriciteit, brandstof, warmte), collectieve inkoop van energiemonitoring- en energiemanagementsystemen, gezamenlijk onderhoud van nutsvoorzieningen, enz., kunnen zorgen voor aanzienlijke kostenbesparingen. Het versterkt de onderhandelingspositie ten opzichte van de mogelijke leveranciers van deze diensten. Clustering van diensten kan worden geregeld door het bedrijventerreinmanagement of door de plaatselijke bedrijvenvereniging. Als bedrijven hun elektriciteit samen aankopen van een elektriciteitsleverancier dan is de gezamenlijke aanvraag stabiel en vertoont ze minder pieken dan de individuele aanvragen. De belastingen die verband houden met piekbelasting van het net kunnen op die manier worden verlaagd. Vraagrespons zou zelfs actief pieken kunnen vermijden door het verschuiven van de vraag in de tijd (belasting verschuiven) of door afvlakken ervan (peak shaving) (zie 8.3.1.3). Als alternatief kan een deel van de vraag tijdelijk door een lokale energieopwekker worden geleverd. Vraagrespons wordt geïllustreerd in het Nederlandse Agrogas project, waarbij het gasverbruik van verschillende glastuinbouwbedrijven wordt bestuurd door een manager (van Gastel, 2002).

7.4 Complementaire energieprofielen

Energieprofielen van bedrijven noemt men complementair als energiesynergieën mogelijk zijn. Meer in het bijzonder kunnen bepaalde energiefuncties (zie 5.2.1) binnen verschillende bedrijven complementair zijn qua oorsprong of tijdprofiel. Men kan bijv. restwarmte afkomstig van koeling in magazijnen (koelkasten) of datacenters inzetten als ruimteverwarming van aangrenzende gebouwen in koudere seizoenen. Als ruimteverwarming niet vereist is, bijvoorbeeld in warmere seizoenen, dan kan ze worden opgeslagen in de grond of vrijkomen in het milieu. Een ander voorbeeld is de warmte uit serres die men in de zomer moet verwijderen, opslaan in de grond (Borehole Energy Storage) voor gebruik in koudere seizoenen voor lage temperatuur ruimteverwarming van aangrenzende gebouwen. Tijdprofielen zowel van elektriciteit als warmte in kantoren en woningen kunnen ook complementair zijn. Bijgevolg heeft het gecombineerde vraagprofiel een grotere continuïteit dan de afzonderlijke profielen. Dit heeft zijn voordelen, bijv. voor collectieve warmtekrachtkoppeling.

Complementariteit van energiefuncties kan worden verbeterd door de opslag van energie. Bijvoorbeeld bij glastuinbouwbedrijven zonder assimilatiebelichting vallen de eisen voor CO₂-bemesting en ruimteverwarming niet op dezelfde tijden. CO₂-bemesting dient overdag plaats te vinden om de groei van gewassen te bevorderen en ruimteverwarming is meestal 's nachts nodig (Vansteenbrugge et al., 2014). Aan beide vragen kan door WKK worden voldaan. Maar de WKK moet overdag werken omdat CO₂ direct naar de gewassen gaat, terwijl de overtollige elektriciteit kan worden verkocht aan het net tijdens de piekmomenten. Door het opslaan van de overdag geproduceerde warmte en ze te gebruiken voor nachtelijke ruimteverwarming verhoogt men de complementariteit van de energiefuncties. Serres met assimilatiebelichting stemmen hun warmtekrachtkoppeling daarentegen af op de verlichtingsplanning.



7.5 Bedrijfsplannen voor collectieve energieproductie

Voor collectieve hernieuwbare energieproductie is het mogelijk om verschillende bedrijfsmodellen op te maken (Maes, 2011). In een eerste model, financiert één enkele organisatie de bouw en de werking van de installatie en verkoopt de geproduceerde energie aan de klanten (bijv. bedrijven op een bedrijventerrein). De organisatie betreft eventueel bedrijven, maar ook derden, zoals energiebedrijven, banken, bedrijventerreinontwikkelaars, de overheid, particulieren, enz., die deelnemen door het kopen van aandelen of het verlenen

van kredieten. Een voorbeeld van deze bedrijfsvorm is Ecopower cvba (www.ecopower.be). In het tweede model, in de vorm van een vennootschap, scheidt men de bouw en de exploitatie van de installatie van de verkoop van de opgewekte energie, respectievelijk in een productie- en een leveringsbedrijf. Bedrijven kunnen participeren in één of in beide organisaties. Het productiebedrijf verkoopt de opgewekte energie aan het leveringsbedrijf ofwel huurt het de installatie ervan. Op haar beurt, verkoopt de organisatie de energie aan een groot aantal individuele bedrijven of aan een bedrijventerrein. Een voorbeeld daarvan is de tandem Fortech bvba (www.fortech.be) en Wase Wind cvba (www.wasewind.be). Een derde bedrijfsmodel bestaat uit een productiebedrijf, vergelijkbaar met hierboven en een aankooporganisatie. Deze laatste koopt energie van het productiebedrijf en andere spelers op de markt. Bedrijven kunnen participeren in één of in beide organisaties. De effectieve levering aan de eindgebruikers wordt afgehandeld door een energieleverancier.

7.6 ESCO-bedrijven

Als alternatief voor de hierboven beschreven bedrijfsmodellen voor collectieve energieproductie, waarbij bedrijven deelnemen aan een organisatie, kan men energieprojecten ook volledig aan een derde partij uitbesteden. Een energy service company (ESCO) levert energiefuncties, past energie-efficiëntie maatregelen toe of voert energieaudits uit in de installaties of gebouwen van een eindafnemer. ESCO projecten kunnen het ontwerp, de bouw, de exploitatie en het onderhoud van de installaties voor energieopwekking omvatten (WKK, wind, zon) en installaties of apparaten om energiefuncties te leveren (ruimteverwarming, ruimtekoeling, verlichting,...), naast energieaudits, monitoring of management. Als de organisatie en coördinatie van energieprojecten wordt overgedragen aan de ESCO dan kunnen de klanten (bedrijven) gefocust blijven op hun kernactiviteiten.

De ESCO financiert of regelt de financiering van energieprojecten en hun vergoeding is geheel of gedeeltelijk gekoppeld aan de geproduceerde energie of de behaalde energiebesparing. De klant betaalt geleidelijk terug overeenkomstig met de energiekosten die door het project werden bespaard. ESCO's zetten hun expertise in om energiesynergieën op te sporen zodat ze het project op de meest kosteneffectieve manier kunnen uitvoeren en een nauwkeurige energiemonitoring kunnen installeren. Op bedrijventerreinen zullen ze proberen om de synergie tussen bedrijven te gebruiken (=energieclustering) om aan hun klanten op de meest efficiënte manier energiefuncties te leveren. Om de introductie van ESCO's op CO₂-arme bedrijventerreinen te bevorderen, moeten de laatste worden gestimuleerd naar CO₂-neutraliteit. Financiering van projecten kan worden gedaan door de ESCO, de eindafnemer, een derde partij, of een combinatie hiervan. Een internationale marktstudie van ESCO's werd uitgevoerd door Marino et al. (2010). Merk op dat ESCO's zowel kunnen helpen bij de energieproductie als bij energie-efficiëntieprojecten, op bedrijfsniveauschaal (zie 5.4) evenals op bedrijvenclusterschaal.

Publieke ESCO's focussen zich op openbare gebouwen, terwijl particuliere ESCO's ook actief zijn in de industriële, commerciële, huisvestingsectoren, enz. In België zijn er openbare ESCO's opgericht bijvoorbeeld door de federale (Fedesco) en de Vlaamse overheid (Vlaams Energie Bedrijf), en als nieuwe afdelingen van netbeheerders voor energiedistributie. Internationaal beginnen ook grote energieleveranciers ESCO-diensten aan te bieden en daarom proberen ze om de lokale energiesynergieën te benutten. De werking van private ESCO's is gebaseerd op de Energie Prestatie Contracten (EPC's), waarin de betaling is gebaseerd op een contractueel overeengekomen energieprestatiecriteria dat wordt geverifieerd en gecontroleerd tijdens de volledige looptijd van het contract.

7.7 Warmtenetten op wijk- en lokaal niveau

Op een bedrijventerrein kan warmte worden uitgewisseld tussen bedrijven door middel van **directe warmteleidingen** of via een **lokaal warmtenet**. Bovendien kan overtollige warmte van het bedrijventerrein worden geïnjecteerd in het **regionale stadsverwarmingsnet**. Vandaar kan het worden gebruikt voor ruimteverwarming in het nabijgelegen stadscentrum, ziekenhuis of sportcomplex, voor het verwarmen van een openbaar zwembad of voor de verwarming van serres. Omgekeerd kan men het warmtenet van het bedrijventerrein aansluiten op een externe warmteleverancier, zoals bijv. een afvalverbrandingsoven of een energiecentrale. Door het aansluiten van het lokale warmtenet op het stadsverwarmingsnet zorgt men voor extra zekerheid i.v.m. warmtevraag en -aanbod.

Traditionele stadsverwarmingsnetten hebben een top-down structuur, waarbij warmte centraal wordt opgewekt en gedistribueerd naar de individuele consumenten. Net zoals bij elektriciteitsnetwerken, zal een verschuiving naar slimme warmtenetten de integratie van decentrale en hernieuwbare warmteproducenten ondersteunen. Een mogelijke strategie zou het starten van lokale warmtenetten kunnen zijn en die uiteindelijk verbinden tot een regionaal warmtenet. Stadsverwarming kan in een eerste fase worden geleverd door WKK en restwarmte. Ze kan in een latere fase worden aangevuld of vervangen door duurzame warmtebronnen. Warmteverliezen en kosten in verband met warmtenetten zijn evenredig met de lengte het netwerk. Voor een warmtenet met een aanvoertemperatuur van 100°C kan het warmteverlies per kilometer 1 tot 1,5°C bedragen. Daarom moet men vraag en aanbod van warmte **geografisch clusteren**. Stadsverwarmingsnetten vergen hoge investeringskosten en hebben een lange terugverdientijd en daarom worden overeenkomsten geëist met vraag en aanbod op lange termijnen. Omdat dergelijke netwerken een lange levensduur hebben, acht men korte terugverdientijden niet redelijk. Belangrijk hierbij zijn flexibiliteit en robuustheid omdat die netwerken dan gemakkelijk kunnen worden aangepast aan veranderende energievragen en opduikende mogelijkheden. Ondertussen blijven ze een betrouwbare bron voor vraag en aanbod. Robuustheid kan worden bereikt door het installeren van reserve-installaties en opslagfaciliteiten. Een uitgebreide leidraad over stadsverwarming werd samengesteld door Frederiksen en Werner (2013).

7.8 Slimme microgrids

Het traditionele elektriciteitsnet heeft een sterke hiërarchische top-down architectuur. Men wekt centraal elektriciteit op die vervolgens via een transmissienetwerk naar de lokale distributienetten wordt doorgestuurd. Deze distributienetten leveren vervolgens aan de consumenten. Deze eenrichtingsstructuur is echter niet geschikt voor het op grote schaal integreren van gedecentraliseerde opwekking van elektriciteit. Daarom is een nieuwe bottom-up benadering in twee richtingen vereist. Een dergelijke benadering is beter geschikt voor de integratie van prosumenten (consumenten die ook energie opwekken). Slimme microgrids met intelligente besturing kunnen het lokale energiegebruik in evenwicht brengen door lokale productie en opslag van energie. Ze exporteren tegelijk het overschot aan elektriciteit of importeren het tekort via het openbare elektriciteitsnet. Microgrids kunnen extra diensten en voordelen bieden zowel voor de distributienetbeheerder als voor de aangeslotenen op het microgrid (Vandoorn et al., 2013). In tegenstelling tot warmtenetten vertonen elektriciteitsnetten beperkte energieverliezen. Bedrijventerreinen bieden een goede geografische scope voor de implementatie van slimme microgrids. Met het concept van virtuele elektriciteitscentrales is het zelfs mogelijk om met microgrids verder te gaan dan de geografische grenzen van bedrijventerreinen (Zwaenepoel et al., 2014, Vandoorn et al., 2012).

7.9 Haalbaarheid van energieclustering

De haalbaarheid van energieclusteringprojecten hangt af van technische, ruimtelijke, economische, juridische en sociale beperkingen (Van Eetvelde et al., 2005). Allereerst is het theoretisch potentieel van hernieuwbare hulpbronnen beperkt tot het technisch potentieel van de beschikbare omzettingstechniek en afhankelijk van ruimtelijke ordening- en emissiebeperkingen. Het is ook mogelijk dat verschillende technologieën elkaar beïnvloeden, belemmeren of uitsluiten. Bovendien moet men ervoor zorgen dat economische levensvatbaarheid uitgedrukt in rendement op investering, terugverdientijd en netto contante waarde gewaarborgd zijn voor de investeerders. Men moet dus verschillende scenario's selecteren, vergelijken en zo verder het potentieel bekijken. Dit economisch potentieel moet men controleren met juridische aspecten, zoals vergunningen voor installaties, netwerken en verbindingen met regionale netten, juridische structuur en het bedrijfsmodel. De betrokken partijen dient men ook aan te sporen om een succesvol project voor energieclustering te bereiken.

7.10 De rol van de bedrijventerreinontwikkelaar in energieclustering

De rol van de bedrijventerreinontwikkelaar in energieclustering tijdens de uitgiftefase kan bestaan in het aantrekken van bedrijven met complementaire energieprofielen. Hij kan bedrijven helpen om de mogelijkheden te ontdekken voor samenwerking met andere bedrijven op het vlak van energie en met het wegwerken van de belemmeringen voor de realisatie van deze synergieën. De bedrijventerreinontwikkelaar kan in het

ruimtelijke ontwerp ook plaats voorzien voor collectieve opwekking van energie, netwerken of directe leidingen tussen bedrijven (Maes et al., 2011). Indien mogelijk, kan de ontwikkelaar ook starten met de organisatie van gezamenlijke productie van energie, of fungeren als een ESCO. Het doel is uiteraard altijd CO₂-neutrale energie-/elektriciteitsproductie.

7.11 Belemmeringen en oplossingen voor energieclustering

Voor investeringen op bedrijfsniveau op het gebied van energie-efficiëntie in gebouwen of optimalisatie en integratie van processen, verwachten bedrijven korte terugverdientijden (<2 max. 3 jaar) en een hoog effectief rendement [IRR] (zie 5.4.6 en 5.4.7). Op die manier mist men winstgevendende investeringen op iets langere termijn. Daarnaast zijn de netto contante waarde (NCW), de verdisconteerde terugverdientijd of interne rentabiliteit (IRR) nauwkeuriger indicatoren voor het rendement van een investering (zie 5.4.6). Deze opmerkingen gelden ook voor energieclustering van projecten met verschillende bedrijven.

Bij projecten met collectieve productie van energie of warmte-uitwisselingsprojecten, zijn de kwaliteit, de veiligheid en de continuïteit van de leveringen van essentieel belang. Het is een contractuele verplichting die extra druk legt op de individuele betrokken bedrijven. ESCO's kunnen hiervoor een oplossing zijn. Ze nemen deze verantwoordelijkheden op en zorgen voor reserve-installaties zodat de energiesynergieën gemakkelijker verlopen.

Helaas worden energieclusteringprojecten soms belemmerd door ontoereikende wetgeving. In Vlaanderen bijvoorbeeld zijn directe elektriciteits- of gasleidingen en gesloten elektriciteits- of gasnetten maar toegestaan als ze binnen één industriële site vallen. Wanneer gas of elektriciteit wordt uitgewisseld tussen verschillende industriële sites dan is het op dit moment de Vlaamse Regulator voor de Elektriciteits- en Gasmarkt (VREG) die beslist of het project al dan niet op basis van het advies van de lokale netbeheerder wordt toegestaan. Omdat de belangen van de netbeheerder (maximaliseren distributie naar klanten, leveringszekerheid), verschillen van de belangen van de industriële energieproducenten en consumenten (optimalisatie, kostenbesparingen), is dit advies vaak negatief. Om dit probleem op te lossen en de weg vrij te maken voor een rendabele exploitatie van energiesynergieën tussen bedrijven, dient er een constructieve dialoog tussen bedrijven, overheid en netbeheerders te komen.

7.12 Casestudy's

7.12.1 The Loop

De stad Gent heeft een haalbaarheidsstudie uitgevoerd over collectieve productie van energie op het bedrijventerrein 'The Loop' voor elektriciteit en/of ruimteverwarming en -koeling. Verschillende systemen werden onderzocht, met inbegrip van collectieve warmtekrachtkoppeling en aardgasketels, hout of bio-olie en ook een warmtenet dat warmte levert afkomstig van de afvalverbrandingsinstallatie van het afvalverwerkingsbedrijf IVAGO. Als tweede mogelijkheid voor deze opties onderzocht men de haalbaarheid van een watercircuit aangesloten op het nabijgelegen kanaal. Dit watercircuit zou zorgen voor gratis koeling in de tussenseizoenen; ruimtekoeling in de zomer, in combinatie met een compressiekoeler; en ruimteverwarming in de winter, in combinatie met een centrale of individuele warmtepompen en een gasketel als reserve. Voor meer details zie 10.1.

7.12.2 Gent Zuid 1

Stad Gent analyseerde het potentieel voor energieclustering op het bedrijventerrein Gent Zuid 1. Eerst beoordeelde men de haalbaarheid van het inzetten van een bestaande vergistingsinstallatie met plaatselijk beschikbare biomassa en biologisch afval in combinatie met een WKK-installatie om het geproduceerde biogas om te zetten in elektriciteit en warmte. Vervolgens lag de focus op de haalbaarheid van een stoomnet of stoomleiding van IVAGO naar bedrijven met voldoende hoge warmtevraag. Een stoomleiding was mogelijk met één bepaald bedrijf op voorwaarde dat men het systeem zou aanvullen met een reserve-installatie voor het opwekken van stoom. Een beschrijving van deze casestudy wordt gegeven in 10.2.

7.12.3 Roeselare West

Wvi onderzocht de haalbaarheid van de uitbreiding van een bestaand warmtenet. Op dit moment levert het warmte aan 22 openbare diensten en commerciële klanten. Er wordt onderzocht of het haalbaar is om warmte te leveren aan het nabijgelegen nog te ontwikkelen bedrijventerrein Roeselare West en later ook aan een verder gelegen woningbouwproject. Het warmtenet wordt gevoed door de afvalverbrandingsinstallatie van het afvalverwerkingsbedrijf MIROM. In Roeselare West zou de geleverde warmte voornamelijk gebruikt worden voor ruimteverwarming. Eén bedrijf heeft voor zijn processen hogere temperaturen nodig. Voor meer details zie 10.5.

7.12.4 Warmte-uitwisseling tussen afvalverbrandingsinstallatie en glastuinbouwzone

Wvi onderzocht de haalbaarheid van het gebruik van lage-temperatuur warmte van de MIROM afvalverbrandingsoven om te zorgen voor de ruimteverwarming van het aangrenzende toekomstige glastuinbouwgebied. Bij belastingspieken zou een aardgasgestookte WKK-installatie voor reserve zorgen. Het koolstofdioxide als gevolg van de verbranding kan worden gebruikt voor gewasbemesting. Voor meer details zie 10.6.

7.12.5 Warmtekaart en rekenmodel voor warmtenetten

Wvi ontwikkelde een warmtekaart met een inventaris van de bronnen van warmteverliezen in haar werkgebied en een eenvoudig rekenmodel om de haalbaarheid te onderzoeken van warmtenetten. Voor meer details zie 10.7.

7.12.6 Suikerfabriek Veurne

De reconversie van het brownfieldproject 'Suikerfabriek Veurne' omvat woningen, recreatie en bedrijvigheid. Wvi schatte de toekomstige eisen voor warmtevrage van het nieuwe bedrijventerrein en identificeerde potentiële bronnen van restwarmte op het aangrenzende bestaande bedrijventerrein 'Veurne industriezone 1'. Men onderzocht of het haalbaar was een warmtenet aan te leggen: ofwel met de aanwezige restwarmte van het nabijgelegen bedrijventerrein in combinatie met een gasketel ofwel met WKK op aardgas en een bijkomende gasketel. Voor meer details zie 10.8.

7.13 Bronnen

Websites

ESCO markstudie	iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/publication/energy-service-companies-market-europe-status-report-2010
ESCO info	iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/esco
Vlaams Energiebedrijf	vlaamsenergiebedrijf.eu
BELESCO	www.belesco.be
FEDESCO	www.fedesco.be
ESCO voorbeelden	www.terra-energy.be , www.anesco.co.uk ,...

Referenties

- FREDERIKSEN, S. & WERNER, S. 2013. *District heating and cooling*, Lund, Sweden, Studentlitteratur AB.
- HACKL, R., HARVEY, S. & ANDERSSON, E. 2010. *Total Site Analysis (TSA) Stenungsund*. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology, Department of Energy and Environment, Division of Heat and Power Technology.
- KONZ, W. & VAN DEN THILLART, C. 2002. *Industriële symbiose op bedrijventerreinen*. Technische Universiteit Eindhoven.
- MAES, T. 2011. *Reductie van CO₂-emissies op bedrijventerreinen in Vlaanderen door energiemanagement en energieplanning*. University of Ghent.
- MAES, T., VAN EETVELDE, G., DE RAS, E., BLOCK, C., PISMAN, A., VERHOFSTEDE, B., VANDENDRIESSCHE, F. & VANDEVELDE, L. 2011. *Energy management on industrial parks in Flanders*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1988-2005.
- MARINO, A., BERTOLDI, P., REZESSY, S. & BOZA-KISS, B. 2010. *Energy service companies market in Europe - Status report 2010*. Ispra, Italy: European Commission - Joint Research Centre - Institute for Energy.
- ROBERTS, B. H. 2004. *The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study*. *Journal of Cleaner Production*, 12, 997-1010.
- VAN EETVELDE, G., DE ZUTTER, B., DERIDDER, K., DE ROUCK, V. & DEVOS, D. (eds.) 2005. *Groeiboeken Duurzame Bedrijventerreinen - juridisch, economisch, ruimtelijk en technisch bekeken*, Gent.
- VAN GASTEL, T. 2002. *Geen buren maar wel samen energie inkopen: Agrogas: de eerste 'virtuele cluster'*. *Vakblad voor de bloemisterij*, 57, 48-49.
- VANDOORN, T., VANDEVELDE, L., VAN EETVELDE, G., MEERSMAN, B. & ZWAENEPOEL, B. 2012. *Slimme Microgrids en Virtual Power Plants, bouwstenen van het net van de toekomst*. *Elektrotechnisch ingenieur*, 140, 18-21.
- VANDOORN, T. L., VASQUEZ, J. C., DE KOONING, J., GUERRERO, J. M. & VANDEVELDE, L. 2013. *Microgrids: Hierarchical Control and an Overview of the Control and Reserve Management Strategies*. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 7, 42-55.
- VANSTEENBRUGGE, J., GABAY, S., TIMMERMAN, J. & VAN EETVELDE, G. 2014. *Energy clustering in greenhouse horticulture - submitted*. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*.
- ZWAENEPOEL, B., VANSTEENBRUGGE, J., VANDOORN, T., VAN EETVELDE, G. & VANDEVELDE, L. 2014. *Ancillary services for the electrical grid by waste heat*. *Applied Thermal Engineering*, 70 (2), 1156-1161

LOW
CARBON
BUSINESS
PARK
MANUAL

Hoofdstuk 8

**Slim energie-
management**

8 Slim energiemanagement

8.1 Inleiding

Clustering van verspreide energiebronnen (DER, distributed energy resources) en energiegebruikers vormt de essentie van de ontwikkeling van slimme energienetwerken. Vooral op bedrijventerreinen komen slimme energienetwerken steeds vaker voor en kan energieclustering worden geïntegreerd in de fysieke infrastructuur van het gebied. Dit hoofdstuk is gewijd aan slimme energiemanagementsystemen en focust op de planning en het management van energie binnen bedrijventerreinen.

8.2 Microgrids

8.2.1 Opnieuw uitvinden van het netwerk

Gedistribueerde opwekking (DG, distributed generation) en opslag worden onderdeel van de moderne energiestructuur. Helaas zijn klassieke energienetten niet ontworpen voor de opeenvolgende bidirectionele energiestromen in de distributienetwerken. Bovendien worden de distributienetten niet actief beheerd, i.e., men vat ze op als passieve faciliteiten van het transmissienetwerk waarin men de controle en de stabiliteit van het elektrische energiesysteem bewerkstelligt. De toenemende groei van decentrale elektriciteitsproductie en de onvoorspelbaarheid van het elektriciteitsverbruik creëert nog meer instabiliteit. Omdat ze betrouwbare en duurzame elektriciteit moeten leveren, dienen elektriciteitsnetten innovaties door te voeren. De invoering van slimme elektriciteitsnetten in het hoofdnet is een essentieel onderdeel van deze innovaties.

8.2.2 Van bedrijventerrein tot microgrid

De belangrijkste doelstellingen van een microgrid zijn: een gecoördineerde integratie en samenwerking van DG-units in het hoofdnet om een efficiënter gebruik van energie mogelijk te maken, het verbeteren van de betrouwbaarheid van de energievoorziening en een bestuurbare eenheid vormen in het hoofdnet van de elektriciteit. Deze kleinschalige grids kunnen elektrische energie leveren aan allerlei soorten klanten, zoals woningen, scholen, ziekenhuizen, commerciële vestigingen, bedrijventerreinen, militaire basissen en zelfs op plekken die zich ver van het elektriciteitsnet bevinden, zoals boorplatforms. Bedrijventerreinen kunnen worden beheerd als microgrids, bijvoorbeeld om de afhankelijkheid van energie te verminderen, om het economische concurrentievermogen te vergroten en om te opereren als een CO₂-arm bedrijventerrein (Vandoorn, 2013).

8.2.2.1 Microgridtoepassingen

De landbouwers van Noord-Kohala hebben net als vele anderen op afgelegen locaties en eilandbewoners een alternatief gevonden voor de vervuilende, dure diesel om elektriciteit op te wekken. Dit microgridproject, bekend onder de naam 'SkyGrid Energy' is volledig operationeel sinds april 2013 (zie Fig. 63). Het systeem omvat een NPS-100 windturbine, de primaire bron voor het opwekken van de energie en verder ook een accubank en zonnepanelen. Met dit systeem kan men jaarlijks genoeg water oppompen voor het irrigeren van 160 ha landbouwgrond. Hiermee worden 14 landbouwbedrijven voorzien van het nodige water.



Afb. 63: SkyGrid Energy microgrid - North Kohala, Hawaii

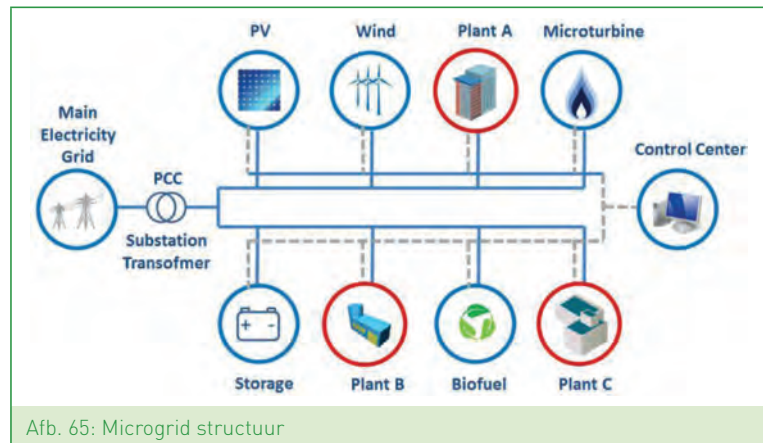


Afb. 64: Akademie Mont-Cenis, Herne, Duitsland

Een ingenieus voorbeeld van een typisch microgrid is te zien op de site van een voormalige kolenmijn in het Duitse Nordrhein-Westfalen met de naam Mont-Cenis (zie afb. 64). Het is een gebouw waarin een academie voor opleidingen is gehuisvest met een oppervlakte van 12.000 m². De stroom wordt opgewekt door een PV-installatie van 1MW die in het dak en de voorgevel geïntegreerd is en door een WKK-generator op methaan uit de stilgelegde kolenmijn. Een accu van 1,2MWh zorgt voor een vlotte integratie in de lokale elektriciteitsvoorziening en de warmte wordt gebruikt voor de academie, omliggende woningen en een nabijgelegen ziekenhuis.

8.2.3 Structuur en kenmerken

Afb. 65 toont een schematische weergave van een microgrid. Een microgrid is een kleinschalig netwerk dat is aangesloten op het elektriciteitsnet via een transformatorstation. Het omvat DER-units en verschillende soorten eindgebruikers van elektriciteit en/of warmte. DER-units, met inbegrip van gedistribueerde opwekking en opslag (DG, distributed generation en DS, distributed storage) hebben verschillende capaciteiten en kenmerken (Jayawardena et al., 2012). De elektrische aansluiting tussen



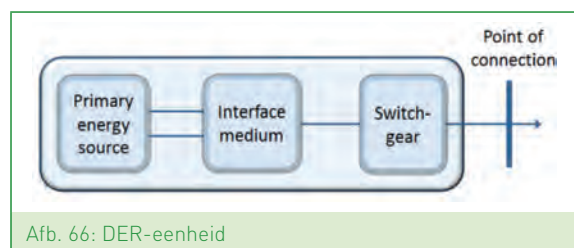
Afb. 65: Microgrid structuur

hoofdnet van de elektriciteit en het microgrid vormt de gemeenschappelijke koppeling (PCC). Hierdoor gedraagt het microgrid zich als een te besturen eenheid die wel of niet aan het hoofdnet aangesloten kan werken (Chowdhury en Crossley, 2009).

Vanuit ruimtelijk oogpunt kunnen we drie soorten microgrids onderscheiden: campussen met één eigenaar, campussen met meerdere eigenaars en sites die los van het net staan (off-grid sites). Vanuit het oogpunt van elektrische energiesystemen kan men microgrids opdelen volgens hun interactie met het hoofdnet, i.e. netgekoppelde, off-grid (islanded) en hybride. Via het transformatorstation kan het microgrid werken in een netgekoppelde modus. Losgekoppeld van het hoofdnet blijft het microgrid zelfstandig operationeel als een afgezonderde eenheid en zou hij voldoende productiecapaciteit moeten leveren om te voorzien in de kritische belasting.

8.2.4 Verspreide energiebronnen

Verspreide energiebronnen kunnen worden aangesloten op het microgrid door roterende units of elektronisch gekoppelde apparaten. De meeste types DG- en DS-units zijn gekoppeld via vermogenselektronische omzeters met verschillende controlestrategieën en andere kenmerken dan de conventionele roterende units. Dat is de reden waarom de controlestrategieën en het dynamisch gedrag van een microgrid verschillen van een conventioneel energiesysteem (hoofdnet). Een DER-unit omvat een primaire energiebron, een interface en schakelapparatuur op het aansluitpunt met de unit (PC) en wordt weergegeven in afb. 66.



Afb. 66: DER-eenheid

Bij een conventionele DG-unit fungeert de roterende machine als interface tussen de bron en het microgrid en zet deze machine de energie van de primaire energiebron om in elektrische energie. Een voorbeeld van een conventionele DG-unit is een inductiegenerator aangedreven door een windturbine met constante snelheid. De generator is de interface en wind is de primaire energiebron. De interface van een elektronisch gekoppelde DG-unit wordt gevormd door een omvormer voor netkoppeling die voor een extra laag van omzetting en besturing zorgt. Aan de kant van de bron van de omvormer kan de voedingsspanning AC zijn (wisselspanning) op een vaste of variabele frequentie of DC (gelijkspanning). Aan de kant van het microgrid van de omvormer is de frequentie 50Hz. Bij opslagunits moeten de primaire energiebronnen vervangen door een opslagmedium.

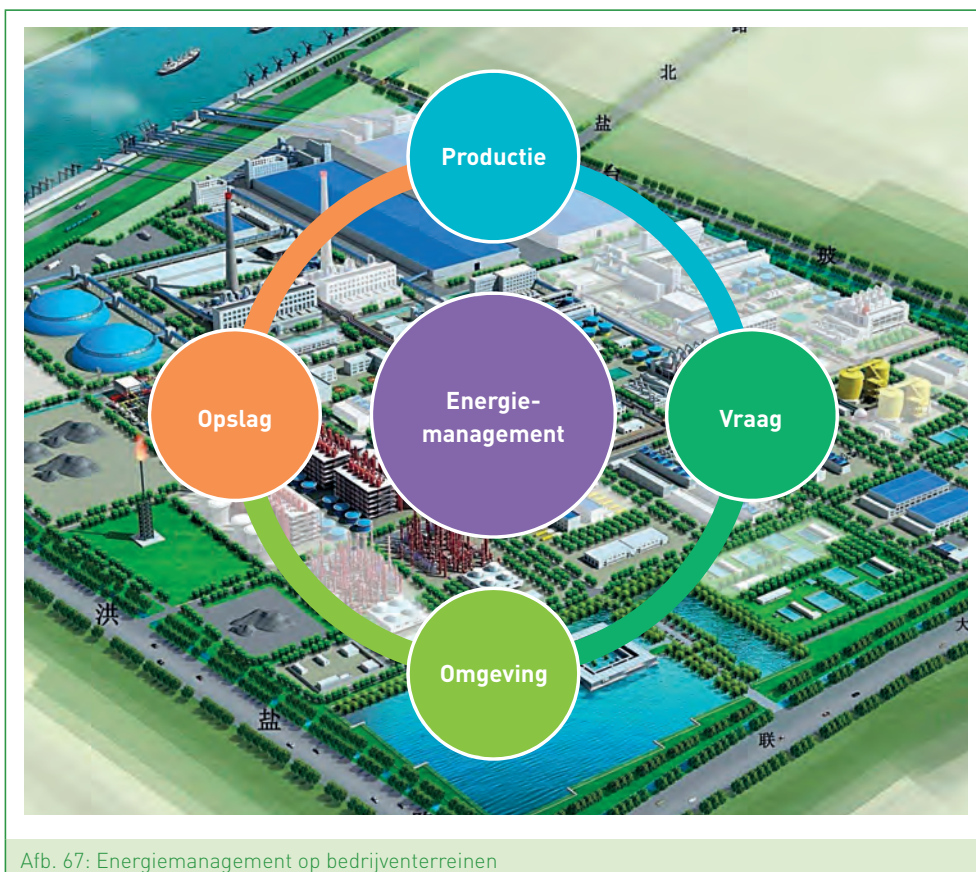
De regelbaarheid van het uitgangsvermogen van de DG hangt van het type unit af. Men maakt een onderscheid tussen dispatchable en non-dispatchable units. Het uitgangsvermogen van een dispatchable DG-unit kan worden in- of uitgeschakeld, of kan volgens de vraag worden aangepast. Thermische generatoren op basis van brandstoffen zoals dieselgeneratoren, gsgestookte microturbines, biomassa-centrales en brandstofcellen, zijn dispatchable. Het vermogen van de non-dispatchable technologieën voor hernieuwbare energie, zoals zonnepanelen en windturbines hangt af van de optimale werkingsomstandigheden. Een windturbine werkt volgens een techniek die gebaseerd is op de maximale benutting van de windkracht. Bijgevolg varieert het uitgangsvermogen van een non-dispatchable DG-unit naargelang de windsterkte.

8.2.5 Vraag naar elektriciteit

Microgrids kunnen zowel aan thermische als elektrische energievragen voldoen. De energiebehoefte kan worden onderverdeeld in belasting die gevoelig of niet-gevoelig is. Gevoelige belasting zoals kritische bedrijfsprocessen, vereist een ononderbroken energietoevoer. Niet-gevoelige belasting kan men als regelbare belasting zien. Ze kunnen worden verschoven of verlaagd om de piekbelasting te verlagen en om het belastingsprofiel af te vlakken. De elektriciteitsvraag van het microgrid kan men ook plannen op basis van de stroom die intermitterende hernieuwbare energiebronnen leveren.

8.3 Energiemanagement

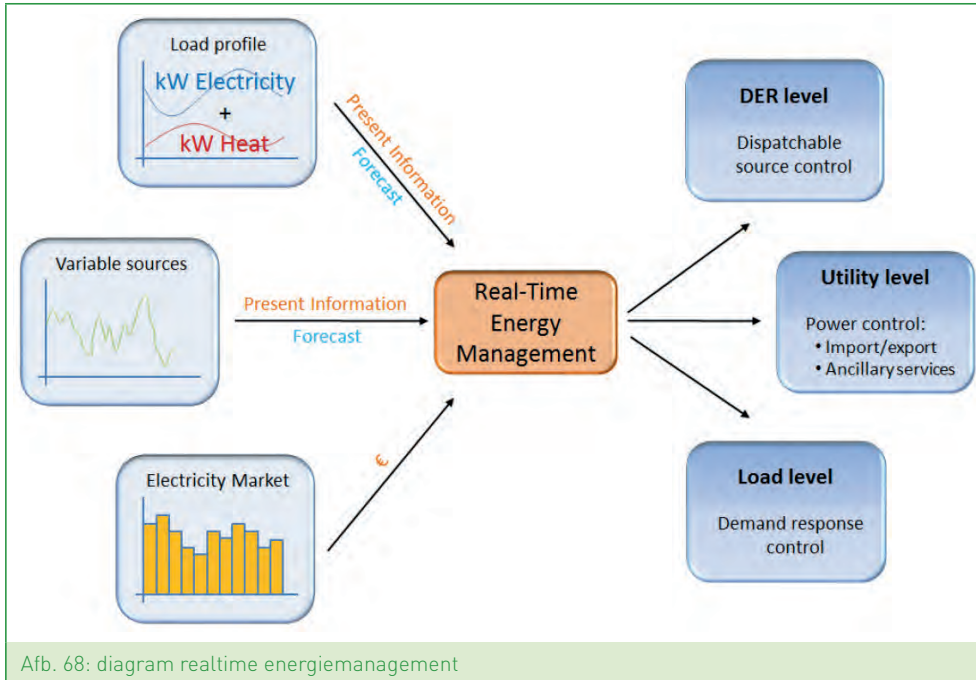
Snelle veranderingen in de belasting en veranderingen in het uitgangsvermogen van niet-controleerbare elektronisch gekoppelde verspreide energiebronnen, kan invloed hebben op de stabiliteit van de spanning en het vermogen indien men hiervoor niet de juiste voorzieningen toepast. Het onzekere gedrag van vraag en aanbod van elektrische energie vereist een hoge updatefrequentie van de verzending van commando's binnen de microgridbesturing. Om binnen een microgrid de energie te controleren en te beheren kan men gebruik maken van een energiemanagementsysteem (EnMS). Een EnMS stemt op een dynamische manier het verbruik op de productie af en omgekeerd, in combinatie met opslag. Een schematische weergave van een EnMS op bedrijventerrein is te zien in afb. 67.



Afb. 67: Energiemanagement op bedrijventerreinen

8.3.1 Energiemanagementsysteem

Afbeelding 5 geeft een diagram weer van een EnMS van een microgrid. Het realtime management gedeelte ontvangt de huidige en te verwachten gegevens van de verschillende belastingen, DER-units en marktinformatie. Zodra alle informatie is verzameld zorgt dit managementgedeelte ervoor dat er een juiste regeling plaatsvindt van de stroom, de output, het verbruikspeil van het hoofdnet, van de dispatchable bronnen en controleerbare belastingen (Katiraei et al., 2008).



Afb. 68: diagram realtime energiemanagement

De door het EnMS geleverde diensten kan men in drie niveaus indelen:

8.3.1.1 DER-niveau

Het EnMS verzendt de stroom naar de verschillende DER-units zodat voldaan wordt aan het vraagprofiel voor energie en regelt de spanning en de frequentie. Als er tijdelijk onevenwicht optreedt in het microgrid dan activeert het EnMS de dynamische respons en regelt opnieuw de juiste spanning en frequentie. De regelstrategie van het microgrid zorgt voor een maximaal uitgangsvermogen van de hernieuwbare energiebronnen (RES, Renewable Energy Sources) en zo laag mogelijke CO₂-emissies in verhouding met de lokale op brandstoffen gebaseerde productie. Hiervoor moet men rekening houden met verschillende beperkingen, zoals bijv. het DER-uitgangsvermogen, onderhoudsintervallen, start-up tijd, enz.

De efficiëntie van de werking van het microgrid hangt uiteindelijk sterk af van het proces voor de planning van de opslag. De hernieuwbare energie zoveel mogelijk benutten wanneer die beschikbaar is en gebruiken voor zowel beschikbare als niet-beschikbare periodes d.m.v. opslagunits helpt om zowel de kosten als de uitstoot te verminderen. Het verlaagt immers de kosten van energie die wordt opgewekt met warmtegeneratoren die op brandstof werken. Men kan opslag ook gebruiken om de piekvraag af te vlakken. Bij een microgrid met het oog op winst kan men energie aankopen (en opslaan) van het hoofdnet als het tarief gunstig is.

8.3.1.2 Niveau van de nutsvoorziening

In een netgekoppelde modus verwacht men dat het hoofdnet van de elektriciteit levering of teruglevering toelaat naargelang het verschil tussen de vraag en het aanbod binnen het microgrid. Wanneer de stroomuitwisseling tussen het hoofdnet en het microgrid wordt beperkt door operationele strategieën of contractuele verplichtingen dan kan men een planning van de belasting of opwekking binnen het microgrid toepassen. Voor de regeling van de stroom in- of uitvoer van en naar het hoofdnet werkt elke DER met een vermogen dat wordt bepaald door het EnMS. Minimalisatie van de stroominvoer zorgt voor het vermijden van piekverbruik (peak shaving). Het gevolg is dat aanzienlijke kostenbesparingen worden gerealiseerd. Het EnMS van het microgrid levert ook ondersteunende diensten zoals balancing en spanningsregeling.

8.3.1.3 Belastingsniveau

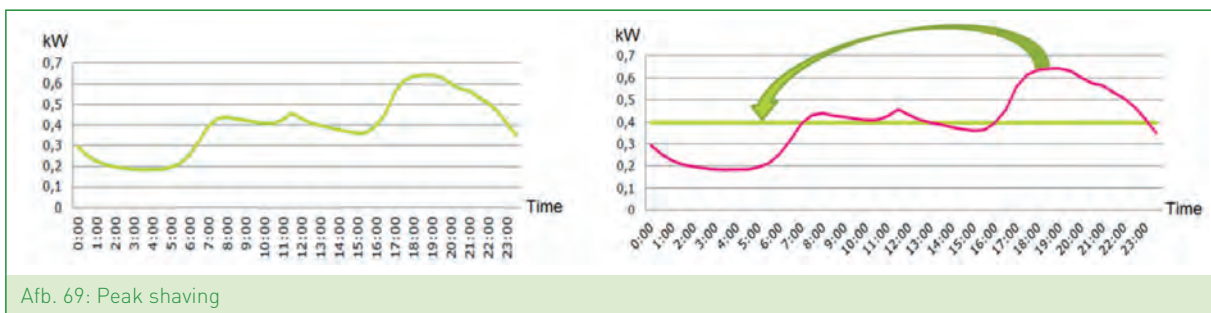
In autonome modus, wanneer geen hoofdnet beschikbaar is, dient het uitgangsvermogen van de DER-units te voldoen aan de totale elektriciteitsvraag (belasting) van het microgrid. Wanneer de lokale opwekking niet volstaat om de volledige vraag te dekken, dient men een managementstrategie aan de vraagkant uit te voeren. Het microgrid EnMS biedt vraagkant management (DSM, demand side management), die de vraagrespons (DR, demand response) omvat. DR omvat activiteiten en methoden om de piekvraag af te vlakken of te verschuiven. DSM omvat alle wijzigingen om profielen aan te vragen met de bedoeling het tijdstip te veranderen, het peil van de onmiddellijke vraag te wijzigen of het totale elektriciteitsverbruik (Palensky and Dietrich, 2011). Voor de industrie en nutbedrijven bestaan er veel methoden van belastingmanagement.

Belastingsafschakeling

Bij een tekort in de elektriciteitsvoorziening van het microgrid, dient men de totale vraag van het microgrid zeer snel te verlagen zodat men vermijdt dat het volledige microgrid onstabiel wordt. Belastingsafschakeling is het vrijwillig afkoppelen van de stroomtoevoer naar bepaalde delen van het microgrid. Dit is een heel directe methode, maar het is een belangrijk onderdeel van het beheer van noodsituaties binnen microgrids.

Verschuiven van de belasting

Bij deze techniek wordt de belasting zodanig verschoven dat ze van piekperiodes naar dalperiodes gaan. De belasting verschuiven in de tijd brengt geen verandering van de energievraag met zich mee. Het laat wel toe om het niveau van de vraag op een bepaald tijdstip te verhogen of te verlagen terwijl het totale energiegebruik in die periode ongewijzigd blijft. Afhankelijk van het soort belasting, gevoelig of niet-gevoelig, is het niet bij elke belasting mogelijk om ze opnieuw te plannen of te verschuiven. In afbeelding 3 is te zien hoe pieken afgevlakt kunnen worden door het verschuiven van het tijdstip van de vraag.



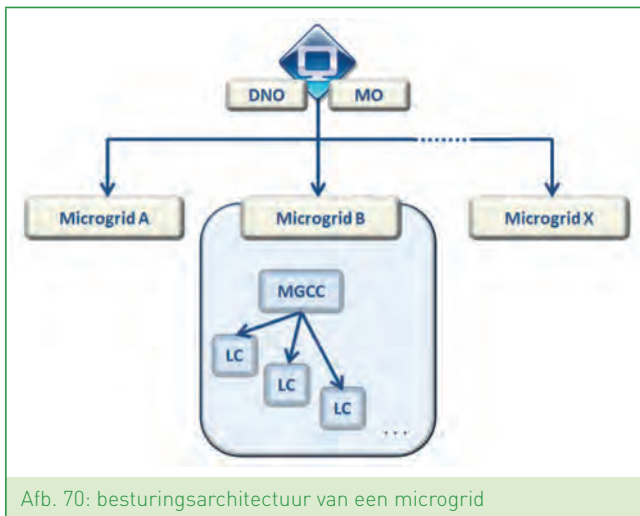
Afb. 69: Peak shaving

Actieve controle van de belasting

Om te beantwoorden aan de lokale elektriciteitsvraag, past men de belasting van het microgrid aan de lokaal opgewekte stroom aan. De methode van actieve belastingcontrole regelt het peil van de niet-gevoelige belasting.

8.3.2 Besturingsarchitectuur

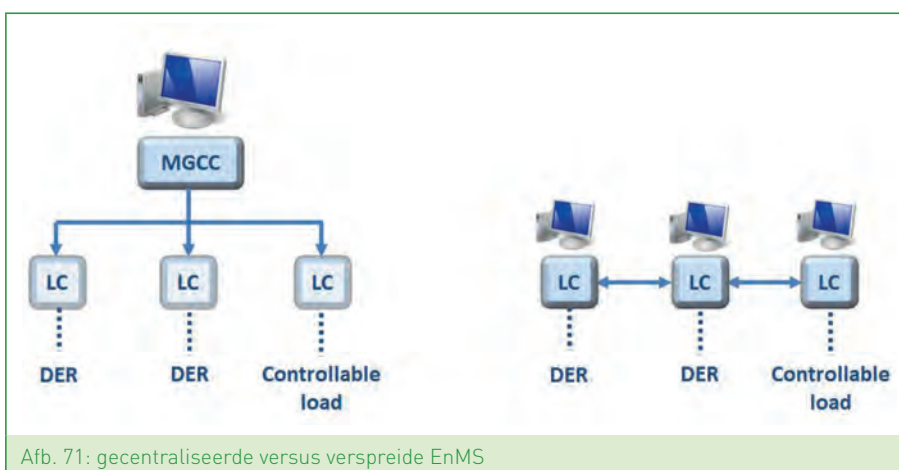
Er zijn binnen de architectuur van het energiemanagementsysteem van microgrids twee verschillende besturingssystemen: gecentraliseerde besturing en verspreide of decentrale besturing (Katiraei et al., 2008). Beide bestaan uit drie hiërarchische niveaus die te zien zijn in afbeelding 3.



Afb. 70: besturingsarchitectuur van een microgrid

- 1) distributienetbeheerder (DNO) en marktdeelnemer (market operator, MO)
- 2) microgrid central controller (MCC)
- 3) lokale controllers (LC's) gerelateerd met elke DER en/of belasting

De distributienetoperator (DNO) is verantwoordelijk voor de distributie van de elektriciteit in een gebied met midden- en laagspanning. In dit gebied kan er meer dan één microgrid aanwezig zijn. De marktoperator (MO) bevindt zich op hetzelfde niveau en is verantwoordelijk voor de marktfuncties. Zowel de DNO als de MO behoren tot het hoofdnet van de elektriciteit en niet tot het microgrid. De microgrid central controller (MGCC) werkt als verbindingsschakel tussen de DNO/MO en het microgrid. Hij is verantwoordelijk voor de optimalisatie van de microgridwerking door de coördinatie van de local controllers (LC). De LC beschikt over een bepaalde mate van intelligentie waardoor hij de DER-units en de controleerbare belasting binnen het microgrid kan sturen. Bij een gecentraliseerde werking ontvangt elke LC instelpunten van de overeenkomstige MCC en in een gedecentraliseerde werking neemt men de beslissingen lokaal (Dimeas and Hatziargyriou, 2005). In afbeelding 7 ziet u een gecentraliseerde en een gedecentraliseerde besturingsarchitectuur..



Afb. 71: gecentraliseerde versus verspreide EnMS

Bij beide toepassingen beslist men over sommige punten uitsluitend lokaal, bijv. over spanningsregeling. Het voordeel van een gecentraliseerd EnMS is de hoge efficiëntie. Het nadeel is dat er bij een fout maar één knooppunt is, het 'single point of failure'. Dit systeem vereist een zeer krachtige centrale controller en een uitgebreid communicatienet tussen de MCC en elke unit van het netwerk (Olivares et al., 2011). Een gedecentraliseerd EnMS kan dit 'single point of failure' vermijden. Het communicatienetwerk van een gedecentrali-

seerd EnMS is eenvoudiger omdat de DG-units en hun belasting plug-and-play kenmerken vertonen. Binnen een bedrijventerrein hebben de lokale belasting en de DER-units een verschillende eigenaar. De beslissingen worden er lokaal en onafhankelijk genomen. Om die reden biedt gedecentraliseerde besturing effectieve oplossingen voor bedrijventerreinen.

8.4 Bronnen

Websites

SkyGrid	www.vermontbiz.com/news/june/vermonts-northern-power-nps-100-wind-turbine-powers-microgrid-hawaii
microgrids explained	www.science.smith.edu/~jcardell/Courses/EGR325/Readings/Microgrid_UK.pdf

Referenties

- CHOWDHURY, S. & CROSSLEY, P. 2009. *Microgrids and Active Distribution Networks*, Institution of Engineering and Technology.
- DIMEAS, A. L. & HATZIARGYRIOU, N. D. 2005. Operation of a multiagent system for Microgrid control. *IEEE Transactions on Power Systems*, 20, 1447-1455.
- JAYAWARDENA, A. V., MEEGAHAPOLA, L. G., PERERA, S. & ROBINSON, D. A. 2012. Dynamic Characteristics of a Hybrid Microgrid with Inverter and Non-Inverter Interfaced Renewable Energy Sources: A Case Study. *2012 IEEE International Conference on Power System Technology (Powercon)*.
- KATIRAEI, F., IRAVANI, R., HATZIARGYRIOU, N. & DIMEAS, A. 2008. Microgrids management. *IEEE Power & Energy Magazine*, 6, 54-65.
- OLIVARES, D. E., CANIZARES, C. A. & KAZERANI, M. 2011. A Centralized Optimal Energy Management System for Microgrids. *2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*.
- PALENSKY, P. & DIETRICH, D. 2011. Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7, 381-388.
- VANDOORN, T. 2013. *Voltage-based Droop Control of Converter-interfaced Distributed Generation Units in Microgrids*. PhD, Ghent University.

LOW

CARBON

Hoofdstuk 9

BUS

**Nieuwbouw
en aanpassing
bestaande
infrastructuur**

PARK

MANUAL

9 Nieuwbouw en aanpassing bestaande infrastructuur

9.1 Ontwikkeling van een nieuw koolstofarm bedrijventerrein

Dit hoofdstuk beschrijft de verschillende fasen in de ontwikkeling van een nieuw bedrijventerrein en de systematische integratie van CO₂-arme energiemaatregelen tijdens deze fasen.

9.1.1 Ontwikkelingsfasen

Zodra de locatie van een nieuw bedrijventerrein gekozen is, kan men vijf opeenvolgende fasen in het ontwikkelingsproces onderscheiden (zie afb. 72). De eerste fase is de **voorbereidende fase**. Ze omvat het vastleggen van de rol van het bedrijventerrein in de omliggende regio, brengt in kaart wat de socio-economische mogelijkheden van het terrein zijn en geeft een financiële analyse van het project. Ondertussen worden mogelijke partners bij elkaar gebracht en krijgen hun taken en verantwoordelijkheden toebedeeld. Hierop volgt de **ontwerpfase** met de planning van de infrastructuur en de percelen op ruimtelijk vlak. Men houdt hierbij rekening met de belemmeringen inzake ruimte en regelgeving en men plant de energiemaatregelen voor CO₂-arme werking en de te verwachten economische activiteiten. Daarna komt de **uitvoeringsfase** die het realiseren en van de infrastructuur-

werken inhoudt evenals de verdeling in percelen. In deze fase kunnen bedrijfsverzamelgebouwen worden gebouwd. Tijdens de **uitgiftefase** vindt de verkoop, verhuur of leasing plaats van percelen en bedrijfsgebouwen aan de geselecteerde kandidaat-bedrijven tegen de voorwaarden en regels die de kwaliteitsdoelstellingen van het bedrijventerrein weergeven. Zodra de bedrijven zijn opgestart, dient een effectief bedrijventerreinmanagement in de **exploitatiefase** ervoor te zorgen dat de kwaliteitsdoelstellingen worden bereikt en behouden door een voortdurende evaluatie, bijsturing en concrete acties. Het kenmerk van deze fase is ook de herhaling van de vorige fase telkens als er nieuwe bedrijven bijkomen, de infrastructuur uitbreidt of vernieuwt of wanneer de kwaliteitsdoelstellingen worden gewijzigd (Maes, 2011).



9.1.2 Integratie van energiemaatregelen voor lage CO₂-uitstoot bij ontwikkeling van bedrijventerreinen

Alle CO₂-arme energiemaatregelen uit deze leidraad dienen tijdens de organisatorische fasen van de bedrijventerreinontwikkeling te worden geïntegreerd. In de volgende paragrafen beschrijven we de nodige acties om dit voor elke ontwikkelingsfase te bereiken zijn. Tabel 19 en Tabel 20 geven een overzicht. De ontwikkeling van een CO₂-arm bedrijventerrein vergt een intensieve interactie tussen de verschillende betrokkenen (bedrijventerreinontwikkelaar, bedrijventerreinmanager, consultant energie, overheid, het bedrijfsleven, de aannemer en architect). De bedrijventerreinontwikkelaar speelt een belangrijke rol in de voorbereidings-, ontwerp- en uitgiftefase. De bedrijventerreinmanager speelt een belangrijke rol in de exploitatiefase.

9.1.2.1 Voorbereidende fase

Begin van het project

In de voorbereidende fase stelt de bedrijventerreinontwikkelaar een netwerk samen van betrokkenen en begint met het ontwikkelingsproces. De ontwikkelaar bepaalt de economische klemtonen (soort economische activiteit en bedrijfsgrootte) of het thema van het bedrijventerrein in overeenstemming met de regels en de visie die bepaald werd in de regionale en lokale ruimtelijke structuurplannen. Men voert een marktanalyse uit om te bepalen welke soort bedrijven wellicht het meest zullen worden aangesproken. Men legt de ambities en doelstellingen vast op het vlak van energie-efficiëntie, opwekking van hernieuwbare energie en vermindering van de CO₂-uitstoot in overeenstemming met het Europese, nationale en lokale klimaat- en energiebeleid. Gedurende het hele ontwikkelingsproces, zal de bedrijventerreinontwikkelaar en -manager verifiëren of

de gewenste niveaus worden bereikt. Voor de uitgifte wordt besloten welke methode men zal toepassen: verkopen of leasen van ofwel percelen, of bedrijfsgebouwen, of modules. Voor de technische opvolging en als assistent bij het ontwikkelingsproces is het best om een energieconsultant te benoemen. Bovendien start men in deze fase met het aanvragen van mogelijke subsidies (zie 3.7 over subsidies voor CO₂-arme bedrijventerreinen in Vlaanderen).

Analyse van het terrein

Er wordt nagegaan wat de geldende regelgeving is inzake ruimtelijke ordening en welke plannen er al bestaan. Men maakt een eerste schatting van de totale beschikbare oppervlakte voor bedrijfsgebouwen.

Schatting energiegebruik

Men maakt een ruwe schatting van de energieprofielen van het type van bedrijven die door de marktanalyse naar voor kwamen.

Vaststelling van het potentieel van hernieuwbare energie

Men stelt vast welke hernieuwbare energiebronnen beschikbaar zijn (zie 6.5) op het terrein. Er wordt uitgegaan van klimatologische (zonnestraling, windsnelheid) en geotechnische gegevens. Daarna wordt voor het terrein in kwestie het potentieel aan hernieuwbare energie ingeschat. Hierbij houdt men rekening met de technische kenmerken van de energietechnologieën en de geldende regelgeving inzake ruimtelijke planning en bouwvoorschriften voor het gebied waar het bedrijventerrein ligt. Het kan bijvoorbeeld gebeuren dat de ruimtelijke ordeningvoorschriften niet toestaan dat er windturbines op het terrein komen.

Vaststelling van het potentieel van energieclustering

Men onderzoekt wat het potentieel voor energieclustering tussen bedrijven en in de regio is op basis van de geschatte energieprofielen. In de ontwerpfase houdt men al rekening met de mogelijkheden voor energieclustering. Een gedetailleerde beschrijving van energieclustering komt in hoofdstuk 7 aan bod, met inbegrip van de uitwisseling van restwarmte tussen warmteleidingen of warmtenetten, uitwisselen van hulpbronnen, collectieve energieproductie en collectieve energiegerelateerde diensten.

9.1.2.2 Ontwerpfase

Energieprestaties van gebouwen: ontwerpvoorschriften

Tijdens de ontwerpfase stelt men de regels en voorschriften op over de energieprestaties van de gebouwen. De bedrijven die zich op het bedrijventerrein willen vestigen dienen te voldoen aan deze voorschriften door het implementeren van een reeks CO₂-verlagende maatregelen. Deze maatregelen hebben betrekking op de ruimtelijke ordening van het bedrijventerrein, de indeling van gebouwen, de gebouwschil en technische installaties (zie 5.4.1). Het is ook mogelijk dat men het installeren van technologieën voor het opwekken van hernieuwbare energie, zoals bijv. PV-systemen, verplicht. Hiervoor is het noodzakelijk dat de structuur en de technische installaties van het gebouw aangepast zijn om deze technologieën onder te brengen. Als een warmtenet wordt voorzien, zijn de bedrijven mogelijk verplicht om hierop aan te sluiten en om verwarmingsystemen op lage temperatuur te installeren. Deze eisen met betrekking tot bouwontwerp zijn ook van toepassing op de gebouwen die door de bedrijventerreinontwikkelaar worden opgetrokken.

Energieprestaties van processen: ontwerpvoorschriften

Men stelt de regels en voorschriften op inzake de energieprestaties van de processen. Kandidaat-bedrijven dienen zich aan te passen aan deze voorschriften door het implementeren van een reeks CO₂-verlagende maatregelen voor processen (zie 5.4.4). De maatregelen omvatten de evaluatie van alternatieve productieprocessen, intelligent en efficiënt thermodynamisch procesontwerp, de installatie van efficiëntere apparaten, de invoering van een meet- en regelsysteem voor de verschillende procesunits, installatie van een monitoringssysteem, enz.

Energieclustering bevorderen door de indeling van het bedrijventerrein

Om energieclustering mogelijk te maken dient de bedrijventerreinontwikkelaar op het verkavelingsplan van het bedrijventerrein corridors en ruimte hiervoor te voorzien (zie 7). Bijvoorbeeld ruimte voor collectieve energieproductie en uitwisseling van restwarmte tussen bedrijven via warmteleidingen of warmtenetten. Het moet ook mogelijk zijn om fysiek bedrijven te clusteren (aanpalende percelen) met complementaire energie-

profielen (zie 7.4). Het plan moet verder ook zodanig zijn opgesteld dat het voldoende flexibiliteit biedt om de infrastructuur van het energiesysteem aan te passen aan een wisselende bezetting van het bedrijventerrein, rekening houdend met de bouwvoorschriften en de ruimtelijke ordeningsregels.

Berekening van het potentieel voor hernieuwbare energie

De specifiek op het terrein toegepaste schatting van het potentieel aan hernieuwbare energie kan men verder verfijnen door rekening te houden met het ruimtelijk plan, de vereisten voor bouwontwerp, technische restricties en beperkingen inzake ruimtelijke ordening. Een voorbeeld van een technische beperking is de begrenzing van het injecteren van lokaal opgewekte hernieuwbare elektriciteit in het lokale elektriciteitsnet. Men moet bovendien het potentieel van hernieuwbare energieopwekking in de omgeving van het bedrijventerrein analyseren.

CO₂-arm energieplan

De bedrijventerreinontwikkelaar stelt een CO₂-arm energieplan op waarin hij beschrijft welke maatregelen zullen worden geïmplementeerd gerelateerd met de gebouwen en processen. In het kader van de Vlaamse subsidieregeling gaat het hier over het CO₂-neutraliteitsplan (zie 3.7).

Energiesysteem modellering

In de ontwerpfase zou men aan de hand van een technisch-economisch energiemodel een ruw voorontwerp van het energiesysteem van het bedrijventerrein kunnen opstellen (zie 4.5). Hiervoor dient men het energiegebruik van het bedrijventerrein te schatten uitgaand van de types bedrijven en economische activiteiten die tijdens de marktanalyse naar voor kwamen, het beschikbare oppervlak van het bedrijventerrein, de bouwvoorschriften en het specifieke hernieuwbare energiepotentieel. Men kan het model nauwkeuriger aanpassen in de uitgiftefase wanneer bepaalde bedrijven geselecteerd zijn.

9.1.2.3 Uitvoeringsfase

In de uitvoeringsfase bouwt men de infrastructuur voor de collectieve energieproductie en -distributie (gas, elektriciteit, verwarming) of treft men voorzieningen voor toekomstige installaties en mogelijke uitbreidingen. Men richt bedrijfs(verzamel)gebouwen op, als die door de bedrijventerreinontwikkelaar voorzien worden, om te verkopen of te leasen aan kandidaat-bedrijven. De bedrijventerreinontwikkelaar zoekt investeerders, duidt een architect aan, screent en selecteert aannemers, zorgt voor de nodige plannen en vraagt vergunningen en licenties aan. Nu kan men een bedrijfsplan opstellen voor collectieve hernieuwbare energieopwekking (zie 7.5). Tijdens deze fase wordt de bedrijventerreinmanager opgeleid die verantwoordelijk zal zijn voor het management in de uitvoeringsfase. Om de uitgiftefase voor te bereiden, stelt de ontwikkelaar een uitgifteplan op dat de bepalingen en voorwaarden bevat waaraan de kandidaat-bedrijven moeten voldoen tijdens de uitgifte- en uitvoeringsfase (zie 9.1.3).

9.1.2.4 Uitgiftefase

Tijdens de uitgiftefase organiseert de ontwikkelaar workshops, meetings, informatiesessies en campagnes om kandidaat-bedrijven aan te trekken zodat ze zich op het bedrijventerrein komen vestigen. Gedurende deze evenementen communiceert men duidelijk over de ambities die men heeft op het vlak van lage CO₂-uitstoot en de uitgiftevoorwaarden. Men screent kandidaat-bedrijven en wijst percelen toe als ze positief werden geëvalueerd. Bij de toewijzing van percelen aan bedrijven houdt men rekening met hun energieprofielen en de mogelijkheden die ze hebben voor energieclustering. Bedrijven die ruimteverwarming nodig hebben, kan men bijvoorbeeld percelen toewijzen met een aansluiting op het warmtenet of anderzijds op percelen waar de installatie van een geothermische pomp mogelijk is. Bedrijven die restwarmte produceren, plaatst men in de buurt van bedrijven die procesverwarming vereisen. De bedrijventerreinontwikkelaar kan ook actief bedrijven aantrekken met complementaire energieprofielen zodat mogelijkheden voor energieclustering ontstaan en toenemen. Tijdens deze fase bouwt men bedrijfsgebouwen volgens de bouw- en procesontwerpvoorschriften (uitgiftevoorwaarden) die beschreven staan in het uitgifteplan. Het opvolgen van deze voorwaarden wordt gecontroleerd zodra een kandidaat-bedrijf wordt geselecteerd. De bedrijventerreinontwikkelaar kan voorzien in een energieconsultant die de bedrijven begeleidt en assisteert.

9.1.2.5 Exploitatiefase

De bedrijventerreinontwikkelaar organiseert informatiesessies over energie-efficiëntie van gebouwen en processen en promoot energieaudits of monitoringcampagnes. Bovendien zoekt men actief naar mogelijkheden tot energieclustering en begint men met de eerste stappen ervan, bijv. door het geven van workshops voor bedrijven met complementaire energieprofielen. Bedrijven worden aangespoord om een energiemanagementsysteem te installeren om hun processen en elektriciteitsverbruik actief te regelen en bij te sturen (zie 5.3.4 en 8.3). Tijdens de exploitatiefase monitort de bedrijventerreinmanager of elk bedrijf voldoet aan de uitgiftevoorwaarden en of de CO₂-arme doelstellingen van het bedrijventerrein worden behaald. De bedrijven dienen hiervoor hun energiegebruik en de ermee gepaard gaande CO₂-emissies te monitoren en de gegevens over de emissies aan de bedrijventerreinmanager te overhandigen.

Om subsidies te ontvangen (in Vlaanderen) dient de bedrijventerreinontwikkelaar voor het volledige bedrijventerrein CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik te garanderen. Het is een eis waaraan men kan voldoen door het aankopen of produceren van groene stroom of door compensatie van CO₂-uitstoot afkomstig van het gebruik van niet-hernieuwbare elektriciteit. Niet-hernieuwbare energie kan ook een groen label krijgen indien een overeenkomstige hoeveelheid garanties van oorsprong wordt gekocht (zie 3.7.). In sommige gevallen is de bedrijventerreinmanager verantwoordelijk voor het management van collectieve installaties voor energieopwekking. De bedrijventerreinmanager kan worden gefinancierd door inkomsten uit energieproductie of door financiële bijdragen van de bedrijven.

9.1.3 Uitgiftevoorwaarden

Het uitgiftebeleid van de bedrijventerreinontwikkelaar is een vertaling van de ambitie voor een CO₂-arm terrein naar de individuele kandidaat-bedrijven toe. Het uitgifteplan omvat de bepalingen en voorwaarden voor de bedrijven op het bedrijventerrein. Deze uitgiftevoorwaarden kunnen verplichtingen zijn over:

- **CO₂-neutraal energiegebruik:**
Volgens de Vlaamse subsidieregeling wordt CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik verplicht in de exploitatiefase voor de individuele bedrijven op het bedrijventerrein (zie 3.7). De bedrijventerreinmanager monitort jaarlijks of de bedrijven aan deze voorwaarde voldoen. Daarom dienen bedrijven het elektriciteitsvolume dat aan CO₂-neutraliteit is onderworpen aan te geven en moeten ze aantonen hoe ze aan deze voorwaarde voldoen. De productie van grijze stroom door of afname van grijze stroom van de installaties op het bedrijventerrein zijn niet toegestaan. Men kan de koolstofneutraliteit uitbreiden naar het opwekken en gebruiken van warmte voor ruimteverwarming, sanitair warm water of procesverwarming.
- **Ontwerpvoorschriften voor gebouwen en processen:**
Men legt doelstellingen op voor energieprestaties van gebouwen en processen evenals de maatregelen om deze te bereiken (zie 9.1.2.2, 5.4.1 en 5.4.4). Op het niveau van het bedrijventerrein kunnen strengere energie- en isolatievereisten gelden dan de door de nationale of regionale regelgeving opgelegde normen. De implementatie van CO₂-arme energiemaatregelen boven een bepaalde drempel van het effectief rendement (IRR) of onder een bepaalde terugverdientijd zou men kunnen opleggen. Een mogelijke vereiste zou ook kunnen zijn om het bedrijfsgebouw en de technische ruimten zodanig te ontwerpen dat ze geschikt zijn voor hernieuwbare energieopwekking of dat ze kunnen worden verbonden met een warmtenet.
- **Advies en controle door middel van een energiescan**
De bedrijventerreinontwikkelaar kan eisen dat bedrijven een energiescan aanvragen en laten uitvoeren in de ontwerpfase van hun bedrijfsgebouw. Met deze scan wordt gecontroleerd of de ontwerpvereisten vervuld zijn. Tevens geeft deze scan aan welke CO₂-arme maatregelen men moet toepassen. Het bedrijf moet dan plannen voorleggen van het gebouw en de technische installaties. Bij veranderingen aan het bedrijfsgebouw kan men vragen om de scan te herzien.
- **Energiemonitoringsysteem**
Een energiemonitoringsysteem vergemakkelijkt de controle van het energiegebruik en de CO₂-emissies. Daarom zou het een voorwaarde moeten zijn.

- **Rapportering**
De bedrijventerreinmanager moet kunnen zien of de bedrijven de uitgiftevoorwaarden navolgen en daarom dienen de bedrijven een aantal rapporten in te dienen. Zoals bijv. een rapport over de energieprestaties van het gebouw (zie 5.4.2), een beschrijving van de verlichtingsinstallatie, en CO₂-neutraliteitsrapport, bouwplannen, plannen van technische- en procesinstallaties.
- **Niet-naleving**
De niet-naleving van het uitgiftebeleid kan leiden tot financiële beboeting door de bedrijventerreinmanager.

9.2 Aanpassing bestaande bedrijventerreinen

Het organiseren van een aanpassing van een bestaande bedrijventerrein is vergelijkbaar met de ontwikkeling van een nieuw CO₂-arm bedrijventerrein maar dan zonder uitgiftefase. Men veronderstelt dat er geen nieuwe bedrijven mogen bijkomen. Bij een renovatie is het voordeel dat de energiegebruiksprofielen van de bestaande bedrijven d.m.v. energieaudits of energiemonitoringcampagnes kunnen worden gemeten. Bijgevolg kan men zekerder zijn bij het ontwerpen van een energiesysteem. Eén nadeel is dat bestaande bedrijfsgebouwen renoveren complexer kan zijn dan beginnen vanaf nul. Het is ook moeilijker om een bestaande energie-infrastructuur aan te passen omdat bedrijven hun activiteiten ongestoord moeten kunnen voortzetten. Als alternatief zou men een nieuw energiesysteem kunnen opbouwen en ondertussen het bestaande in bedrijf houden op voorwaarde dat de bedrijven vervolgens overschakelen naar het nieuwe. In tabel 19 en tabel 20 worden de verschillen tussen reconversie/renovatie en nieuwe ontwikkeling opgesomd.

Tabel 19: tabel activiteiten ontwikkeling CO₂-arm bedrijventerrein en renovatie bestaand bedrijventerrein (deel 1)

	Ontwikkeling van een nieuw CO ₂ -arm bedrijventerrein		Aanpassing bestaande industrieparkinfrastructuur		Niveau	Stakeholders																	
	bedrijf	cluster	bedrijventerrein	E-consultant			bedrijventerreinontwikkelaar	Bedrijventerreinmanager	Overheden	Onderneming	Architect/aannemer												
Vorbereiding		Begin project	netwerk van stakeholders uitbouwen	idem																			
			stel ambitions en targets op (energie-efficiëntie, hernieuwbare energie, CO ₂ -reductie) in lijn met het beleid	idem																			
			bepaal de economische focus van het bedrijventerrein, voor marktanalyse uit bepaal uitgangsmethode	n.v.t.																			
			bepaal uitgangsmethode	n.v.t.																			
		Analyse van het terrein	begin met het proces voor de subsidieaanvraag	idem																			
			raadpleeg ruimtelijke structuurplannen, regelgeving ruimtelijke ordening, plannen bestaande infrastructuur	n.v.t.																			
			schatting van het gebied dat beschikbaar is voor nieuwe bedrijfsgebouwen	energiescan of monitoring van het verbruiksprofiel van bestaande bedrijven																			
			ruwe schatting van de energieprofielen van de verwachte bedrijfstypes	schatting van de toekomstige evolutie in het energieverbruik van bestaande bedrijven																			
		Energieverbruik	verzameling van klimatologische en geotechnische gegevens	idem																			
			potentieel van hernieuwbare energieproductie specifiek voor het terrein	idem																			
			beoordeel potentieel energieclustering (collectieve energieproductie, warmte-uitwisseling, warmtenet)	idem																			
			stel ontwerpvereisten op gerelateerd met de energieprestaties van de gebouwen (gebouwschil, technische installaties, ruimtelijke indeling)	idem																			
		Energieprestaties gebouwen	Toepassing van de bouwvoorschriften voor ontwerp van gebouwen afgeleverd door de ontwikkelaar.	idem																			
			stel ontwerpvereisten op gerelateerd met de energieprestatieprocessen	idem																			
			maak energieclustering gemakkelijk door het bouwmassaplan; voorzie ruimten en corridors voor energieclusteringprojecten, reserveer aanliggende percelen voor bedrijven met complementaire energieprofielen	idem																			
			bereken het potentieel specifiek voor het terrein van hernieuwbare energieopwekking; hou rekening met het bouwmassaplan, bouwontwerpvereisten en met beperkingen op technische en ruimtelijk vlak.	idem																			
		CO₂-arm plan	potentieel van hernieuwbare energieproductie in de omgeving	idem																			
			stel CO ₂ -arm plan (of CO ₂ -neutraliteitsplan) op en beschrijf alle CO ₂ -arme energiemaatregelen	idem																			
			stel een technisch-economisch energiemodel op voor het voortontwerp van energiesysteem van het bedrijventerrein gebaseerd op de geschatte energieverbruiksprofielen, het potentieel van hernieuwbare energie specifiek voor het terrein, het plafond voor CO ₂ -emissie, bereken het optimale systeem met een minimum aan kosten	idem																			
				idem																			
		Energiesysteemmodellering		idem																			
				idem																			
				idem																			
				idem																			

Tabel 20: tabel activiteiten ontwikkeling CO₂-arm bedrijventerrein en renovatie bestaand bedrijventerrein (deel 2)

	Ontwikkeling van een nieuw CO ₂ -arm bedrijventerrein		Aanpassing bestaande industrieparkinfrastructuur		Niveau		Stakeholders											
	bedrijf	cluster	bedrijventerrein	E-consultant	Bedrijventerreinontwikkelaar	Bedrijventerreinmanager	Overheden	Onderneming	Architect/aanemer	bedrijf	cluster	bedrijventerrein	E-consultant	Bedrijventerreinontwikkelaar	Bedrijventerreinmanager	Overheden	Onderneming	Architect/aanemer
Realisatie	Energie-infrastructuur																	
	zoek investeerders, aannemers, vraag vergunningen en licenties aan																	
	bouw energie-distributenetwerken (elektriciteit, gas, verwarming) bouw installaties voor collectieve energieproductie of voorzieningen voor toekomstige installaties																	
Uitgifte	Bedrijfsgebouwen																	
	stel bedrijfsplan voor collectieve hernieuwbare energieproductie op																	
	bouw bedrijfs(verzamel)gebouwen (indien geleverd door ontwikkelaar)																	
Exploitatie	Kandidaat-bedrijven																	
	uitgifteplan en -voorwaarden opstellen																	
	trek ondernemingen aan, communiceer de uitgiftevoorwaarden																	
Uitgifte	Toewijzing percelen																	
	analyseer het energieprofiel van kandidaat-bedrijven																	
	wijs percelen toe aan nieuwe ondernemingen gebaseerd op hun energieprofiel volgens het uitgifteplan																	
Uitgifte	Ontwerp en constructie																	
	verifieer conformiteit met bouw- en procesontwerpeisen (uitgiftevoorwaarden) tijdens ontwerp en constructie van nieuwe bedrijfsgebouwen																	
	zorg voor begeleiding en ondersteuning aan bedrijven voor CO ₂ -arm ontwerp en constructie van bedrijfsgebouwen en -processen (energieconsultant, workshops, meetings, infosessies)																	
Exploitatie	Voorbereiding exploitatiefase																	
	stel beheersplan op																	
	geef informatie over en promoot energiecans, monitoring, CO ₂ -arme maatregelen, workshops over energiecluster voor bedrijven met complementaire energieprofielen voor een energie-audit uit																	
Exploitatie	Energie-audit, energie monitoring/management systeem																	
	installeer een monitoring/managementstelsel om energieverbruik en CO ₂ -emissies te monitoren en te beheersen																	
	verifieer en zorg voor naleving van de uitgiftevoorwaarden																	
Exploitatie	Collectieve energieproductie, verkoop, aankoop																	
	beheer de collectieve energieproductie indien dit wordt gecontroleerd door de bedrijventerreinmanager, clustering import/export hernieuwbare energie																	
	voor beheersplan uit, betrek de bedrijven erbij																	

9.3 Combinatie van aanpassing bestaande bedrijventerreinen en bedrijventerreinuitbreiding

Het komt vaak voor dat men een CO₂-arme renovatie van een bestaand bedrijventerrein combineert met een CO₂-arme uitbreiding van het terrein of met de reconversie van een verouderd deel van het bestaande bedrijventerrein. De organisatie hiervan omvat in dit geval een combinatie van beide organisatiestappen: voor het ontwikkelen van het nieuwe gedeelte van het bedrijventerrein geldt de linkse kolom van tabel 19 en tabel 20, terwijl voor de reconversie van het bestaande bedrijventerrein de rechter kolom van toepassing is. Het energiesysteem levert uiteraard energie aan het volledige bedrijventerrein.

9.4 Begeleiding en monitoring van duurzame bedrijventerreinontwikkeling

De Stad Gent ontwikkelde de duurzaamheidsmeter voor economische sites. Met economische sites bedoelt men bedrijventerreinen, wetenschapsparken en zones voor kleinhandel en ontspanning, voor kantoren of voor transport en distributie. De duurzaamheidsmeter is gebaseerd op de BREEAM-methode en werd aangepast en uitgebreid om toepasbaar te zijn op het lokale beleid. Het instrument monitort de duurzaamheid van de ontwikkeling van een economische site en biedt een leidraad voor de ontwikkelaar. Er wordt monitoring voorzien van de duurzaamheid tijdens de verschillende ontwikkelingsfases door het geven van een score op meer dan honderd onderwerpen die in 10 thematische categorieën verdeeld zijn. Eén van deze categorieën evalueert de CO₂-arme maatregelen op de site. Ten slotte geeft men de relatieve score voor elke categorie weer in een staafdiagram. De ontwikkelingsfases die men weergeeft in de duurzaamheidsmeter (zie tabel 21) kunnen goed worden vergeleken met de voorbereidende fases en de ontwerpfases die in 9.1.1 worden beschreven. Meer informatie over de duurzaamheidsmeter voor economische sites is te vinden in het document hierover van de Milieudienst Stad Gent (Milieudienst Stad Gent, 2014).

Tabel 21: Ontwikkelingsfases gebruikt in duurzaamheidsmeter voor economische sites

Ontwikkelingsfases	Duurzaamheidsmeter
1 Ontwikkelingsplan	
1.1 <i>Inplanting / Collectieve strategieën op macroschaal</i>	
1.2 <i>Site ontwikkelingsplan</i>	
1.3 <i>Uitgiftebeleid</i>	Eerste evaluatie
2 Uitvoering van de collectieve delen van het ontwikkelingsplan	
2.1 <i>Schetsontwerp</i>	
2.2 <i>Voorontwerp</i>	Tweede evaluatie
2.3 <i>Planning implementatie en technische specificaties</i>	
2.4 <i>Voorlopige oplevering</i>	Afsluitende evaluatie
2.5 <i>Vorbereiding sitemanagement</i>	

9.5 Casestudy's

De bedrijventerreinen die in het ACE-project opgenomen, zijn nieuwe te ontwikkelen terreinen en bevatten geen actieve bedrijfsgebouwen..

- Bedrijventerrein Wiedauwkaai/Wondelgemse Meersen (zie 10.3)
- The Loop (zie 10.4)
- Bedrijventerrein Roeselare West (zie 10.5)
- edrijventerrein De Spie (zie 10.11)
- Bedrijfsverzamelgebouw Veurne (zie 10.12)
- Suikerfabriekproject Veurne (zie 10.8)

9.6 Bronnen

Referenties

- MAES, T. 2011. *Reductie van CO₂-emissies op bedrijventerreinen in Vlaanderen door energiemanagement en energieplanning*. Universiteit Gent.
- MILIEUDIENST STAD GENT 2014. *Duurzaamheidsmeter voor economische sites: Leidraad en meetinstrument voor de inrichting van nieuwe economische sites en de herinrichting van bestaande economische sites*. Stad Gent

LOW

CARBON

Hoofdstuk 10

Casestudy's

BUSINESS

PARK

MANUAL

10 Casestudy's

10.1 Begeleidingstraject voor energiemangement

10.1.1 Doelstelling

De Stad Gent startte een begeleidingstraject voor energiemangement voor individuele ondernemingen omdat ze twee belangrijke zaken had opgemerkt. Ten eerste: energiebeleidsovereenkomsten stimuleren uitsluitend energie-efficiëntie maatregelen bij energie-intensieve bedrijven met een primair jaarlijks energiegebruik dat hoger ligt dan 0,1 PJ. (zie 5.4.5). Als gevolg daarvan krijgen een groot aantal bedrijven met een lager, maar toch nog aanzienlijk energiegebruik minder stimulansen voor efficiënt energiemangement. Ten tweede voert men na een energieaudit vaak de voorgestelde maatregelen niet uit. De reden hiervoor is dat energie voor een onderneming niet de kernactiviteit is; energiekosten worden onderschat of er is tijdsgebrek, personeelstekort of niet genoeg expertise. Op deze manier mist men kansen om energie te besparen die effectief winst zouden kunnen opleveren. Het begeleidingstraject voor energiemangement biedt de geïnteresseerde ondernemingen een energieaudit, gevolgd door een ondersteuningsperiode van maximum één jaar. Het doel van dit traject is actief op zoek gaan naar en implementatie van renderende energiemaatregelen en permanente integratie van energiemangement in het beleid van ondernemingen.

10.1.2 Inhoud en methode

Vijftien bedrijven nemen deel aan het programma. Gedurende een heel jaar worden ze begeleid door een expert-energieconsultant aangesteld door de Stad Gent. De waarde van een dergelijke consultancy bedraagt €5000, het bedrijf neemt hiervan 10% voor zijn rekening. Elke deelnemer dient een verklaring te ondertekenen met de volgende verbintenissen:

1. een doelstelling van 20% vermindering in primair energiegebruik tegen 2020 in de mission statement van de onderneming opnemen (gerekend vanaf het begin van het begeleidingsprogramma)
2. de doelstellingen onderschrijven van het klimaatverbond van de Stad Gent door ondertekening van het charter
3. verbeteren van de energieboekhouding en overgaan naar een energiemonitoringsysteem
4. uitwisselen van gegevens over energiegebruik in het kader van het ACE-project
5. een energieplan ontwikkelen en implementeren van energiemaatregelen met een terugverdientijd van ≤ 2 jaar
6. de geïmplementeerde energiemaatregelen rapporteren op vraag van de Stad Gent (tot vier jaar na de beëindiging van het begeleidingsprogramma)
7. binnen het bedrijf een (parttime) energicoördinator aanduiden

Het begeleidingstraject omvat een aantal belangrijke stappen: eerst een energieaudit laten uitvoeren en vervolgens een evaluatie van de financiële haalbaarheid (terugverdientijd, interne rentabiliteit) en beoordeling van de CO₂-reductie ten opzichte van de gedetecteerde mogelijkheden laten opstellen. Daarna wordt een energieplan ontwikkeld en gevalideerd door de raad van bestuur en een helpdesk geïnstalleerd. Men verbetert ook het systeem van de energieboekhouding (als voorbereidende stap naar een managementsysteem met een ISO 50001-certificatie, zie 5.3.1). Het programma focust zowel op energiemaatregelen voor gebouwen als voor processen.

10.1.3 Deelnemende bedrijven

De doelgroep bestaat uit alle ondernemingen of bedrijven met een jaarlijks primair energiegebruik tussen 1 en 27 GWh (op één site) in de wijde omgeving van Gent, met inbegrip van de haven van Gent.

De vijftien deelnemende bedrijven zijn gelijkmatig over het gebied verdeeld en zijn actief in de volgende sectoren:

- automobielsector
- voeding/opslag
- textiel
- beton
- staalconstructie
- machinebouw
- veevoerders
- plasticverwerkende bedrijven
- drukkerijen
- ziekenhuizen
- smeermiddelen/opslag
- onderzoek

Het gaat vooral om industriële gebouwen en bijhorende kantoren voor productie, verwerking, opslag of behandeling van producten, maar ook om een paar ziekenhuisgebouwen en laboratoria. Samengeteld hebben die een primair energiegebruik van 119 GWh en een CO₂-uitstoot van 28 kton per jaar.

10.1.4 Vastgestelde energie-efficiëntie maatregelen

Tijdens het begeleidingstraject werden verscheidene mogelijkheden voor meer energie-efficiëntie vastgesteld. De meeste maatregelen hebben te maken met:

- perslucht (detectie en reparatie van lekken in de luchtleidingen, overstap naar alternatieven)
- energiebesparende verlichting
- isolatie (bouwschil, stoom- en waterleidingen, reservoirs warmteopslag)
- warmteterugwinning (uit industrieel afvalwater, droogovens, condensaat, koelcycli)
- beter beheer van het openen en sluiten van poorten
- repareren van beschadigde condensatiepotten
- (ver)plaatsen van destratificatoren en luchtverwarmers

Vaak stelt men ook monitoring voor (perslucht, thermografie, piekstroom), beter onderhoud en gedragswijziging. De grootste daling van CO₂-uitstoot kan worden bereikt door de installatie van spaarkleppen op ketels, het gebruik van restwarmte van compressoren, de instellingen en locatie van luchtverwarmers en destratificatoren aanpassen, sluiten van poorten als luchtverwarming aan staat, luchtverwarming en destratificatoren op een andere plaats installeren, juist gebruik van snel sluitende poorten, isolatie van opslagtanks en herstel van dakbedekking. Gezien de complexiteit van deze maatregelen werden verschillende aanbevelingen gemaakt voor extra studies die buiten de scope van dit begeleidingstraject vallen, zoals bijv. gedetailleerde studies over warmteterugwinning.

10.1.5 Evaluatie

Men schat dat de bereikte energiebesparing door de implementatie van de 'quick wins' (met een terugverdientijd ≤ 2 jaar) die uit het begeleidingstraject naar voor kwamen zowat 10% bedraagt. Wanneer men ook nog de minder renderende maatregelen zou implementeren zou dit kunnen oplopen tot 20%. Maar het gebeurt vaak dat investeringen met terugverdientijden tussen 2 en 6 jaar niet worden toegepast omdat ze moeten concurreren tegen investeringen in productieprocessen. Het grote voordeel van het begeleidingstraject voor energiemangement is dat er ingespeeld wordt op de nood van heel wat bedrijven aan gepersonaliseerde steun met betrekking tot technische en financiële beslissingen. Voor een aantal bedrijven was de begeleiding zelfs een extra stimulans om de ISO 50001-certificatie te halen. Dit proefproject toont aan dat er een groot potentieel bestaat voor energiebesparingen bij energie-intensieve bedrijven die onder de drempel zitten van de Energiebeleidsovereenkomst.

10.1.6 Vervolg

Vanwege het succes van dit proefproject overweegt de Stad Gent het concept van premies voor de begeleiding van ondernemingen verder uit te bouwen. De intensiteit en de manier van begeleiding zal waarschijnlijk afhangen van de grootte van de onderneming en haar energiegebruik.

10.2 Bedrijventerrein Gent Zuid 1

10.2.1 Inleiding

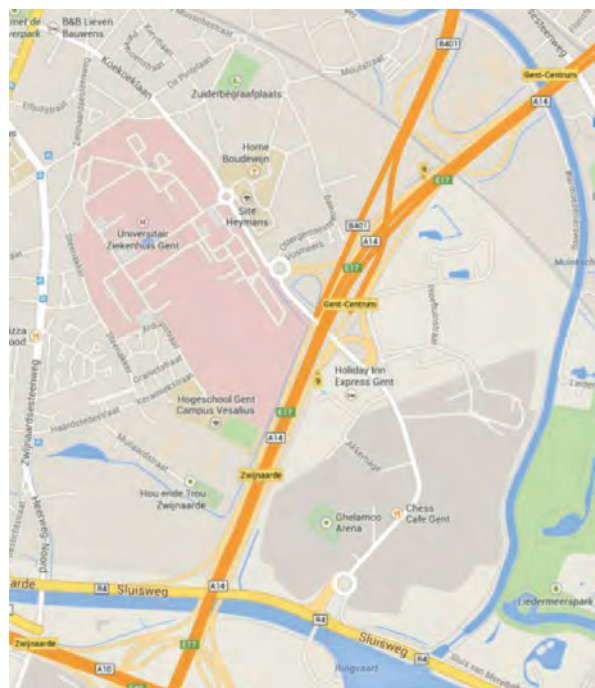
Stad Gent analyseerde het potentieel voor energieclustering op bedrijventerrein Gent Zuid 1.

10.2.2 Sitebeschrijving

Bedrijventerrein Gent Zuid I ligt in het zuidelijke gedeelte van Gent (zie afb. 78) en bestaat uit twee gedeeltes met een totale oppervlakte van 100 ha. Het grootste deel wordt ingesloten door de E17 in het westen, de R4 in het zuiden en de Schelde in het oosten. Het kleinste deel ligt ten westen van de E17 snelweg (zie afb. 79). Stad Gent is eigenaar van een gedeelte van het bedrijventerrein en verhuurt het aan bedrijven (pachtgoed eigendom). Gent Zuid I omvat hoofdzakelijk middelgrote en grote productiebedrijven en ook een aantal hotels (zie afb. 80).



Afb. 73: Ligging bedrijventerrein Gent Zuid I



Afb. 74: Grenzen Gent Zuid I: A17, R4 en de Schelde



Afb. 75: Ruimtelijk uitvoeringsplan bedrijventerrein Gent Zuid I

10.2.3 Mogelijkheden voor energieclustering

Teneinde de mogelijkheden voor energieclustering op Gent Zuid I te onderzoeken organiseerde de stad vergaderingen met verschillende stakeholders en werden energiescans uitgevoerd om de energieprofielen van verschillende bedrijven te beoordelen. Gezien er zich op Gent Zuid I relatief grote en energie-intensieve bedrijven bevinden, werden er verschillende mogelijkheden gedetecteerd. Eén van de belangrijkste is de ontwikkeling van een stoomnet met restwarmte van de IVAGO verbrandingsoven waarmee warmte aan de nabijgelegen bedrijven wordt geleverd. De verbrandingsinstallatie levert al stoom aan het Universitair Ziekenhuis Gent voor ruimteverwarming, maar er is nog steeds overtollige warmte.

De Stad Gent spoorde op welke bedrijven mogelijk konden participeren in het warmtenet op basis van de informatie over economische activiteiten van de dienst economie en van de websites van bedrijven. Onderzoek hierover wees uit dat een aantal bedrijven interesse hadden op voorwaarde dat men bepaalde financiële en technische belemmeringen kon oplossen.

10.2.4 Belemmeringen voor energieclustering

De eerste belemmering is dat de toevoer van de stoom en de vraag naar stoom of de warmtevraag niet synchroon lopen. De verbrandingsinstallatie van IVAGO die de restwarmte levert voor stoomopwekking werkt continu, terwijl de stoom- of warmtevraag van de nabijgelegen bedrijven variëren volgens het tijdstip van de dag, de dag van de week en het seizoen. Een tweede probleem is dat IVAGO niet kan garanderen dat de stoomtoevoer doorlopend is omdat er twee keer per jaar gedurende twee weken onderhoudswerkzaamheden plaatsvinden. Bijgevolg moeten de bedrijven hun ketels in bedrijf houden om deze periodes te overbruggen. Als alternatief zou men een aantal grotere back-upketels op het stoomnet kunnen aansluiten. De coördinatie tussen de stoom van de back-upketels en de verbrandingsoven kan worden gedaan door een toezichthouder die bijhoudt hoeveel stoom elke unit in het systeem produceert en afneemt.

Aangezien de ontwikkeling van een volledig stoomnet voor de site complex is, ligt de nadruk eerst op een mogelijke stoomleiding tussen IVAGO en Induss. Op dit moment wekt Induss haar eigen stoom op met een ketel op aardgas en levert haar overtollige stoom aan een nabijgelegen bedrijf. Induss zou in de plaats hiervan stoom van IVAGO kunnen gebruiken en haar eigen ketel gebruiken als back-upketel. IVAGO onderzoekt op dit moment deze optie, maar de voorlopige resultaten zijn veelbelovend. Met dit project zal het grootste deel van de stoom van IVAGO worden benut. Bijgevolg zouden voor het ontwikkelen van een stoomnet over de gehele site nieuwe investeringen in stoomopwekking nodig zijn. Er is echter nog steeds lage temperatuur restwarmte beschikbaar en momenteel onderzoekt men of die kan worden gebruikt voor ruimteverwarming van nabijgelegen gebouwen.

10.2.5 Evaluatie

Men onderzocht de haalbaarheid van een stoomnet of stoomleiding tussen IVAGO en bedrijven met voldoende hoge warmte- of stoomvraag. Een stoomleiding zou mogelijk zijn met één bepaald bedrijf (Induss), op voorwaarde dat men het systeem zou aanvullen met een reserve-installatie voor het opwekken van stoom. Men kwam tot de vaststelling dat contractuele afspraken de belangrijkste belemmering vormen voor projecten van energieclustering en meer specifiek voor het uitbouwen van een stoomleiding of een stoomnet. Bovendien verwacht het bedrijf dat, net als bij investeringen gerelateerd met de hoofdactiviteit, de terugverdientijd van clusteringprojecten lager is dan twee jaar. Dit is echter een investeringscriterium dat niet van toepassing is op energieclustering en samenwerking tussen bedrijven.

10.3 Bedrijventerrein Wiedauwkaai/Wondelgemse Meersen

10.3.1 Inleiding

Stad Gent ontwikkelde en analyseerde een ambitieus CO₂-arm uitgiftebeleid voor het bedrijventerrein Wiedauwkaai/Wondelgemse Meersen.

10.3.2 Sitebeschrijving

Wiedauwkaai/Wondelgemse Meersen, hierna gewoon Wiedauwkaai genoemd, is een gebied dat in het noordelijke gedeelte van Gent ligt (zie afb. 81). Het gebied wordt op dit moment niet optimaal benut en de Stad Gent wil het omvormen tot een duurzaam en kwaliteitsvol bedrijventerrein met groenzone (zie afb. 82). De ontwikkeling bestaat uit een nieuw bedrijventerrein met een oppervlakte van 14,5 ha voor KMO's die percelen onder de 5.000 m² willen en een groene corridor van 4,5 ha langs het Lievekanaal.

Het project doelt op productiebedrijven, alsook ambachtelijke bedrijven. Kleinhandelsbedrijven en zelfstandige kantoren zijn op het terrein niet toegestaan. De stad wil bedrijvenclusters aantrekken die de mogelijkheden van industriële symbiose benutten (samenwerking op het gebied van hulpbronnen, energie en afval).



Afb. 76: Ligging Wiedauwkaai

Afb. 77: Ruimtelijk uitvoeringsplan Wiedauwkaai

10.3.3 Energiegebruik

Om het energiegebruik op het nieuwe bedrijventerrein in te schatten voerde men EPB-berekeningen uit bij een aantal KMO's (zie tabel 24). Op basis van deze types berekende men het energiegebruik voor een totale bebouwde oppervlakte van 72.770 m² (zie tabel 25). Het hoge elektriciteitsverbruik komt voort uit het grote aandeel vloeroppervlakte aan industriële productiehallen die men voor de types KMO's heeft genomen als basis.

Tabel 22: Soorten ondernemingen gebruikt bij de EPB-berekeningen

Oppervlakte [m ²]	Klein	Gemiddeld
Perceelsgrootte	2500	5000
Bebouwde oppervlakte	1625	3250
Woningen	0	150
Kantoor/showroom	100	200
Productie met groot energiegebruik / opslag met personeelsbezetting	1525	2900



Small SME



Medium SME

CO₂-uitstoot gerelateerd met elektriciteits- en warmteverbruik in een 'Business As Usual' (BAU)-scenario wordt berekend met een veronderstelde emissiefactor van 400 kg CO₂/MWh voor elektriciteitsopwekking en 181,4 kg CO₂/MWh voor warmteopwekking. Het eerste cijfer komt overeen met de gemiddelde CO₂-uitstoot van gasgestookte elektriciteitsopwekking in België (IEA, 2012). Het tweede cijfer geeft de CO₂-uitstoot aan door verbranden van aardgas (met lagere calorische waarde). Maar aangezien het nieuwe bedrijventerrein onder de subsidievoorwaarden voor CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik valt (zie 3.7), wordt alle verbruikte elektriciteit op het bedrijventerrein in theorie gezien als CO₂-neutraal.

Tabel 23: Schatting jaarlijks energiegebruik nieuw bedrijventerrein

Totaal bebouwd gebied 72.770 m ²	Eindverbruik energie		CO ₂ emissies	
	BAU jaarlijks GWh/jaar	kWh/j/m ²	emissie factor kg/MWh	BAU jaarlijks kton
Elektriciteit	25,6	→350	400 (0)	10,24 (0)
Verwarming	7,4	→100	181,4 aardgas	1,342
totaal	33	-	-	11,582

Het potentieel voor PV-zonnepanelen wordt geschat op 1,1 tot 3,5 MWp, afhankelijk van het bruikbare deel van het uiteindelijke dakoppervlak. Hiermee kan 6 tot 10% van het elektriciteitsverbruik worden opgewekt.

10.3.4 Energiebegeleidingstraject voor lage CO₂-uitstoot

10.3.4.1 Nood aan bijkomende energiemaatregelen ter aanvulling van de EPB-vereisten.

Een door Technum uitgevoerde studie van 2013 ('Ambitieniveau duurzaamheid en energie') wees uit dat de huidige EPB-regelgeving slechts 0,3% van het totale eindverbruik op het nieuwe bedrijventerrein Wiedauwkaai omvat omdat ze geen specifieke bedrijfsactiviteiten meeneemt zoals bijv. industriële productiehallen, showrooms, werkplaatsen, enz. (zie tabel 26). Een CO₂-arme benadering van bedrijventerreinontwikkelaars mag zich daarom niet beperken tot de EPB-regelgeving.

10.3.4.2 Structurele energiemaatregelen

De Stad Gent stelde een begeleidingstraject op voor bedrijven ter promotie van rendabele energiemaatregelen die een groter aandeel van het totale energiegebruik behelzen, zowel met betrekking tot het gebruik van gebouwen als de industriële processen (zie 10.4). Het traject omvat een energieaudit en verdere ondersteuning en advies. Het zal ook op het bedrijventerrein Wiedauwkaai worden toegepast. Om de implementatie van de voorgestelde energiemaatregelen een duwtje in de rug te geven opteerde Stad Gent voor een beloningsstelsel. Het houdt de teruggave in van een waarborg (3€/m² bovenop de perceelprijs) voor het realiseren van een aantal structurele maatregelen die hieronder vermeld worden. De bedrijven op de Wiedauwkaai dienen de implementatie van deze maatregelen te bewijzen d.m.v. certificaten of facturen.

1. Uitbreiding van de EPB-regelgeving naar kleine kantoren

Als aanvulling op de EPB voorschriften (zie 5.4.2) is als E-peil E60 en als K-peil K40 vereist voor kantoorruimten tussen 100 en 800 m² (zie tabel 26).

2. Berekening van bouwknooppunten met methode A of B

Het K-peil van bedrijfsgebouwen (zie 5.4.2) dient te worden berekend volgens methode A of B om te vermijden dat bouwknooppunten als koudebruggen werken. De methodes A, B en C staan respectievelijk voor zeer grondige, grondige en geen analyse.

3. Lage temperatuur verwarming en hoge temperatuur koeling

In alle niet-industriële beschermde bouwvolumes waarvoor de uitgebreide E-peil voorschriften gelden (incl. E60 voor kantoren 100-800 m²) dient men lage temperatuur ruimteverwarming te voorzien en, indien nodig, hoge temperatuur ruimtekoeling (zie 5.4.1 voor een gedetailleerde beschrijving). De mogelijkheid om naar hernieuwbare energiebronnen over te schakelen is als het ware structureel ingebouwd. Voor lage temperatuur ruimteverwarming ligt de toevoertemperatuur onder de 45°C en voor hoge temperatuur ruimtekoeling boven 15°C. In beide gevallen ligt het te overbruggen temperatuurverschil door de apparatuur voor verwarming of koeling onder de 10°C. Indien er laboratoria zijn die hogere of lagere omgevingstemperaturen vereisen dan kunnen extra installaties de piekvragen opvangen.

4. Blowerdoortest

In alle beschermde bouwvolumes waarvoor de uitgebreide K-peil voorschriften gelden van Wiedauwkaai dient een blowerdoortest te worden uitgevoerd. Hoewel er geen doelstellingen voor de testresultaten opgelegd worden, dient men rekening te houden met de luchtlekken van de gebouwschil bij de EPB-berekening.

10.3.4.3 Energieaudit

Stad Gent stelt een energieconsultant aan die ter beschikking staat van elke individuele onderneming om een grondige energieaudit uit te voeren waarbij alle energiefuncties gerelateerd met het gebruik van het gebouw en productieprocessen worden bekeken (zie 5.2.1). Voor de energiefuncties van het gebouw moet de audit de volgende punten evalueren: verlichting, ventilatie, ruimteverwarming en -koeling (met inbegrip van de evaluatie van het potentieel voor passieve koeling), en de mogelijke implementatie van een energiemanagementsysteem. Wat energiefuncties voor processen betreft dient men in de audit te evalueren of het mogelijk is om procestemperaturen te verlagen en analyseert men het gebruik van perslucht. Bovendien dient men een inventaris op te maken van procesinstallaties met een aanzienlijk energiegebruik. Ook moet men bekijken of regenwater kan worden gebruikt bij processen, of afval kan worden benut of hergebruikt en dient men restwarmte en afvalwater in de onderneming of op de site in kaart te brengen. Men dient ook het potentieel voor met variabele frequentie geregelde motoren en pompen te evalueren.

De audit bestaat uit energiescans in verschillende fasen. Een eerste scan kan men uitvoeren in de oorspronkelijke bedrijfsgebouwen zodat men de CO₂-arme energiemaatregelen voor de nieuwe bedrijfsgebouwen kan ontdekken. In een tweede scan onderzoekt men de bouwplannen op verdere verbeteringen. In deze fase bezorgt men gegevens over de financiële haalbaarheid van de energiemaatregelen (terugverdientijd). Bovendien zal de consultant beschikbaar zijn voor begeleiding en ondersteuning tijdens het volledige bouwproces van het gebouw, hoewel bezoeken op de site tijdens het bouwproces niet zijn inbegrepen.

De auditor zal (op korte termijn) op basis van de informatie in de aanvraagformulieren van het kandidaat-bedrijf mogelijkheden voor energieclustering aanwijzen. Ook zal een snelle financiële analyse van deze mogelijkheden worden uitgevoerd. De auditor kan op basis hiervan aanbevelingen doen voor energieclustering tussen specifieke bedrijven.

De nodige middelen voor deze audits haalt men uit een bijdrage van 4€/m² op de verkoopprijs van de percelen. Dit bedrag kan niet teruggevorderd worden door bedrijven die geen gebruik maken van de aangeboden

Tabel 24: bijkomende EPB-vereisten

EPB 2014	K-peil	E-peil
Woning	40	60
Kantoor < 100 m ³	40	
Kantoor 100-800 m ³	40	60*
Kantoor > 800 m ³	40	60
Laboratorium	40	
Showroom	40	
Opslag	40	
Werkplaats	40	
Open hal		
* bijkomende vereisten voor Wiedauwkaai		

audit. Als aanvulling op de perceelprijs moeten ondernemingen een waarborg van 3€/m² betalen (als de akte verleden is). Ze kunnen die terugkrijgen door de implementatie van vier structurele maatregelen die in het begeleidingstraject worden voorgesteld.

10.3.4.4 Impact op het milieu en op de economie

Men verwacht dat met het begeleidingstraject het totale finaal energiegebruik zal dalen met 10% ten opzichte van business as usual (BAU), op voorwaarde dat energiemaatregelen met een terugverdientijd van minder dan drie jaar worden toegepast (S1). Indien men alle maatregelen met een terugverdientijd van minder dan zes jaar zou toepassen (S2), dan kan een daling tot 20% of meer worden bereikt (zie tabel 27). De economische impact van beide scenario's wordt berekend in tabel 28. Omdat men bij deze berekeningen geen rekening houdt met verhoging van specifieke energiekosten, zullen de energiekosten zelfs nog meer dalen dan hier wordt weergegeven.

Tabel 25: Milieu-impact begeleidingsprogramma Wiedauwkaai

	Eindverbruik energie			CO ₂ emissions			
	BAU jaarlijks GWh/jaar	S1 (10%) reductie GWh/jaar	S2 (20%) reductie GWh/jaar	emission factor kg/MWh	BAU jaarlijks kton	S1 (10%) reductie kton	S2 (20%) reductie kton
Elektriciteit	25,6	2,56	5,12	400 (0)	10,24 (0)	1,024 (0)	2,048 (0)
Verwarming	7,4	0,74	1,48	181,4 NG	1,342	0,134	0,269
totaal	33	3,3	6,6	-	11,582	1,158	2,317

Tabel 26: Economische impact begeleidingsprogramma Wiedauwkaai

	Eindverbruik energie			c€/kWh	Energiekosten		
	BAU jaarlijks GWh/jaar	S1 (10%) reductie GWh/jaar	S2 (20%) reductie GWh/jaar		BAU jaarlijks €	S1 (10%) reductie €	S2 (20%) reductie €
Elektriciteit	25,6	2,56	5,12	15	3.840.000	384.000	768.000
Verwarming	7,4	0,74	1,48	6,5 aardgas	481.000	48.100	96.200
totaal	33	3,3	6,6	-	4.321.000	432.100	864.200

10.3.5 Evaluatie

Men raadt aan om het begeleidingstraject reeds aan te vangen in de uitgiftfase, op het moment dat nieuwe ondernemingen zich op het bedrijventerrein vestigen. Op die manier kan men ten volle alle mogelijke energiemaatregelen en kansen voor energieclustering benutten. Het programma biedt een geïntegreerde benadering met advies en begeleiding op maat van de behoeften van elke onderneming. In plaats van bedrijven die niet meewerken te beboeten, belooft men bedrijven die deelnemen aan de CO₂-arme strategie.

De energieconsultant moet de economische en ecologische voordelen van de voorgestelde energiemaatregelen duidelijk illustreren, zodat de bedrijven gestimuleerd worden om ze daadwerkelijk te implementeren. Om mogelijke belemmeringen uit de weg te ruimen organiseert het begeleidingsteam een overlegvergadering met elk bedrijf, de architect en indien nodig ook externe partijen, zoals Agentschap Ondernemen en OVAM. Het doel hiervan is om, naast de energieaudit, ook informatie te geven over energiemaatregelen en gerelateerde financiële steun van de regering (zie 2.6.1). Bovendien kan het begeleidingsteam ondersteuning geven bij het administratieve proces om bouw- en milieuvergunningen aan te vragen.

Goodwill en vlotte samenwerking tussen de bedrijven, de bedrijventerreinontwikkelaar en de energieconsultant zijn de sleutel tot het succes van het programma. Alle stakeholders dienen hun ambities op het vlak van duurzaamheid en CO₂-reductie bekend te maken en daarom is een heldere communicatie tussen alle partijen tijdens de uitgiftfase noodzakelijk.

10.3.6 Vervolg

De Stad Gent zal zorgvuldig een aanbestedingsprocedure voorbereiden en doorvoeren zodat ze een kwaliteitsvolle energieconsultant kan aanstellen. De energieconsultant zal verifiëren of de ondernemingen de structurele maatregelen hebben toegepast die door het begeleidingstraject werden voorgesteld en verbonden zijn met de terugbetaling van de waarborg. De consultant zal in samenwerking met de ondernemingen de economische en ecologische gevolgen van de toegepaste energiemaatregelen meten. Om nieuwe inzichten te krijgen zal de Stad Gent het begeleidingstraject monitoren en evalueren op de volledige economische en ecologische effecten. Ze zal beleidsaanbevelingen opstellen en verfijnen en de opgedane kennis delen met de bedrijventerreinontwikkelaars.

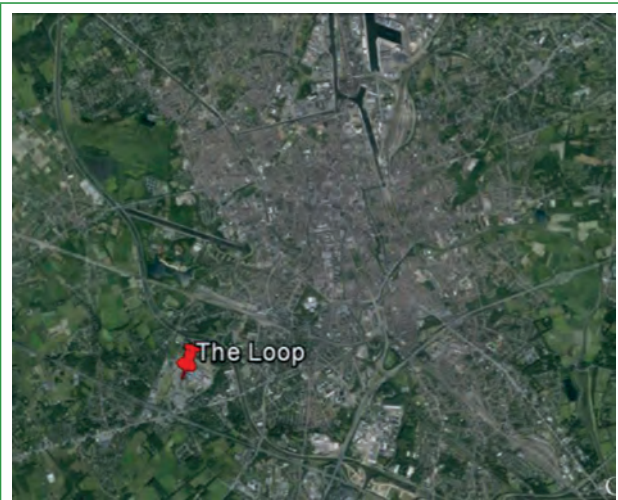
10.3.7 Referenties

IEA 2012. CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights - 2012 Edition.

10.4 Bedrijventerrein “The Loop”

10.4.1 Inleiding

Op het bedrijventerrein ‘The Loop’ onderzocht de Stad Gent het potentieel van CO₂-arme energieproductie met het oog op collectieve verwarming. De studie is gebaseerd op een rapport dat in 2011 werd opgemaakt in het kader van het ‘Masterplan Duurzaamheid The Loop’. In 2013 bestudeerde men de haalbaarheid van een systeem voor ruimteverwarming/-koeling via een koudwaterlus van het nabijgelegen kanaal in combinatie met bivalente warmtepompen.



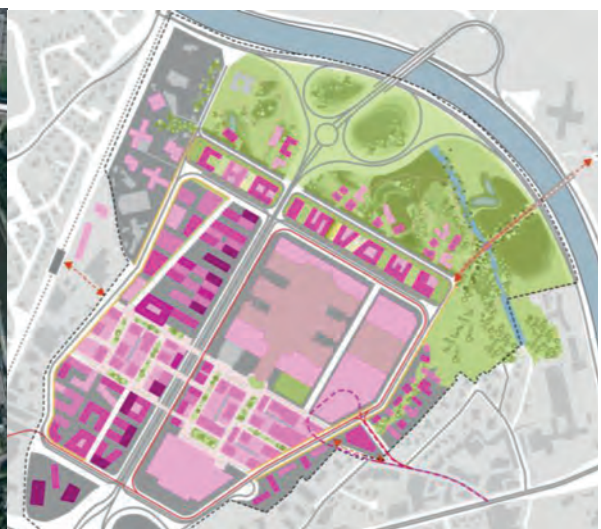
Afb. 78: Locatie van industriepark ‘The Loop’ in Gent

10.4.2 Sitebeschrijving

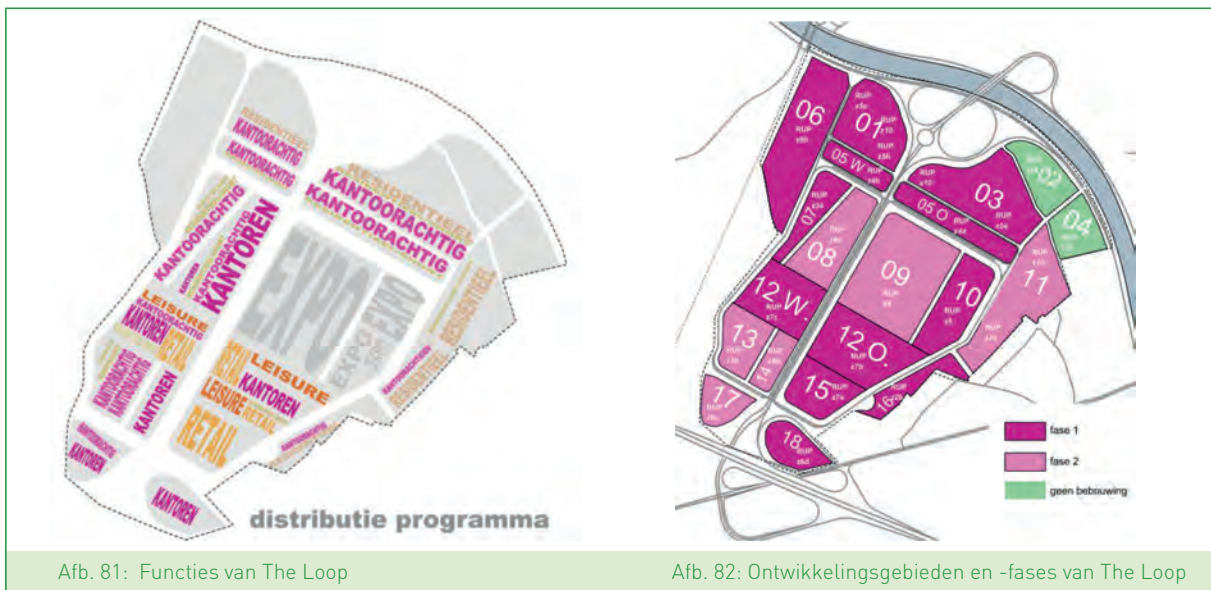
The Loop is een bedrijventerrein in het zuidwesten van Gent (zie afb. 73 en afb. 74). Het masterplan omvat kantoor-, ontspannings-, kleinhandels- en woonfuncties en verdeelt de site in 18 ontwikkelingszones die verschillen in vorm en functie (zie afb. 76 en afb. 77). Het project biedt meer dan 500.000 m² vloeroppervlakte (zie afb. 75), de ontwikkeling van de site zal plaatsvinden verspreid over verschillende decennia. Tijdens de eerste fase zullen vooral de kleinhandels- en ontspanningsfuncties aan bod komen. In de tweede fase zal men aandacht geven aan de uitbreiding van het kantoorgebied.



Afb. 79: Luchtfoto van bedrijventerrein ‘The Loop’



Afb. 80: Ruimtelijk uitvoeringsplan ‘The Loop’



10.4.3 Energiegebruik

Tabel 27 geeft weer welke gebouwen men in het masterplan voorziet volgens hun functie en ernaast de totale vloeroppervlakte. Per gebouwcategorie geeft men, afgeleid van de huidige bouwvoorschriften en gebaseerd op schattingen voor specifiek energiegebruik per vloeroppervlakte, de totale geschatte maximale belastingen en energievragen (ruimteverwarming/-koeling, elektriciteit). Voor de volledige site komt de totale warmtebelasting uit op 32,7 MW en de totale jaarlijkse warmtevraag bedraagt 66.000 MWh/jaar. De totale belasting voor koeling wordt geschat op 14 MW en de totale jaarlijkse (thermische) vraag voor koeling is ongeveer 19.000 MWh/jaar. Het kan gebeuren dat deze voorspellingen afwijken van de realiteit omdat mogelijke toekomstige regelgeving de energievraag kunnen verminderen. Ook zijn specifieke energie-intensieve ondernemingen niet in deze schattingen opgenomen. Datacenters bijvoorbeeld kunnen een aanzienlijk grotere behoefte hebben aan koeling en elektriciteit dan standaard gebouwen.

Tabel 27: geschat energiegebruik The Loop

Function	Gebied <i>m</i> ²	Maximum belasting		Energiegebruik		
		Verwarming <i>MW</i>	Koeling <i>MW</i>	Verwarming <i>MWh/y</i>	Koeling <i>MWh/y</i>	Elektriciteit <i>MWh/y</i>
Kantoren	309.500	13,9	6,2	18.600	9.300	15.500
Kortetermijnhuisvesting	23.500	1,1	0,4	3.300	600	2.400
Permanente huisvesting	83.300	3,7	0,0	8.300	0	2.500
Ontspanning	145.000	5,8	2,2	14.500	3.600	43.500
Kleinhandel	69.000	2,8	1,0	6.900	1.700	10.400
Openbaar ziekenhuis	60.000	5,4	4,2	14.100	4.200	8.700
Totaal	690.300	32,7	14,0	65.700	19.400	82.900

10.4.4 CO₂-arme energieproductie

10.4.4.1 Opties voor collectieve energieproductie

In 2011 voerde men een haalbaarheidsstudie uit voor een collectief ruimteverwarmingssysteem in het kader van het 'Masterplan Duurzaamheid The Loop' (rapport duurzame energieproductie, Ingenium 2011). Er werd bekeken of het haalbaar is een warmtenet met centrale warmteopwekking aan te leggen. De centrale generator(s) moet(en) in staat zijn om te voldoen aan de totale warmtebelasting van de site, die 32,7 MW bedraagt. De generator(s) moet(en) jaarlijks in totaal 65.700 MWh warmte kunnen leveren. Men hield geen rekening met individuele back-upgeneratoren per gebouw. De kelderverdieping van het ontwikkelingsgebied 12 West is de best geschikte locatie voor de generator(en). Er zijn verschillende technologieën voor het opwekken van warmte, zoals bijv. **ketels** en **WKK-centrales** op **gas, hout, pellets** of **bio-olie**. Als alternatief kan men warmte opvragen van de afvalverbrandingsinstallatie van IVAGO.

Nog een ander alternatief dat men onderzocht was een **koudwaterlus** via het nabijgelegen kanaal met gedecentraliseerde warmtepompen en gasgestookte back-upketels per gebouw. Dit systeem kan ook voor gratis koeling zorgen in de tussenseizoenen en voor ruimtekoeling in de zomer.

10.4.4.2 Uitgesloten opties

Theoretisch gesproken is energieproductie door verbranding van bio-olie of d.m.v. WKK-installaties CO₂-neutraal, zoals bij hout(pellets). De optie voor bio-olie werd niet weerhouden omdat het op dit moment niet zeker is of het wel echt duurzaam is.

De afvalverbrandingsinstallatie van IVAGO levert warmte aan het academisch ziekenhuis UZGent. De verbrandingsinstallatie bevestigde dat er geen overtollige warmte beschikbaar is. Bijgevolg zou een extra verbrandingsinstallatie nodig zijn om extra warmte te leveren aan een warmtenet van The Loop. Gezien de beperking op het totale aantal verbrandingsinstallaties acht men het bouwen van een nieuwe installatie niet realistisch. Indien installaties echter buiten dienst worden gesteld omdat ze verouderd zijn of niet meer aan de strengere normen voldoen, dan zou IVAGO misschien wel haar capaciteit kunnen verhogen. Men zou de nieuwe verbrandingsinstallatie dan met het warmtenet van The Loop kunnen verbinden met een warmwaterleiding van 5 km via de Ringvaart. De constructie hiervan vereist een aantal ondergrondse boringen en vergunningen. Gezien het feit dat er op dit moment geen overtollige warmte beschikbaar is en de relatief hoge lengte van deze warmteleiding, houdt men met dit scenario geen rekening.

10.4.4.3 Evaluatie van de resterende opties

Tabel 28 geeft de verschillende opties weer voor collectieve opwekking van warmte voor ruimteverwarming, rekening houdend met de terugverdiendtijd (zie 5.4.6) en de CO₂-reductie in vergelijking met decentrale warmteproductie met individuele gasketels. De bestudeerde opties voor gecentraliseerde op verbranding gebaseerde warmteopwekking zijn: (1) gasketels, (2) gasgestookte WKK en (3) met hout gestookte WKK en pelletketels. Men analyseerde ook de optie gebaseerd op de waterlus die zowel ruimteverwarming als -koeling levert.

Bij de berekening gaat men ervan uit dat alle gebouwen van The Loop verbonden zijn met het warmtenet. Dit kan in de praktijk echter anders zijn en dan zorgt dit voor minder grote kostenbesparing en een langere terugverdiendtijd. Een andere veronderstelling is dat WKK-installaties hun overtollige stroom aan het net kunnen verkopen.

De grootste afname van de CO₂-uitstoot bereikt men met ketels op hout(pellets) en WKK omdat ze CO₂-neutraal zijn. De kortste terugverdiendtijd bereikt men met het watercircuit via het kanaal.

Tabel 28: vergelijking opties collectieve energieproductie voor ruimteverwarming (en -koeling)

A. Warmtenet voor ruimteverwarming via centrale warmtegeneratoren:		
	Terugverdientijd (jaar)	CO ₂ reductie (ton CO ₂ /jaar)
Gasketels	19	0
Gasgestookte WKK	13	3.553
met hout gestookte WKK en pelletketels	20	15.763

B. Watercircuit via kanaal + individuele warmtepompen voor ruimteverwarming/-koeling		
	Terugverdientijd (jaar)	CO ₂ reductie (ton CO ₂ /jaar)
	7	6.007

10.4.4.4 Uitdagingen

Installatie van gasketels is eenvoudig. De integratie van WKK-installaties daarentegen zorgt voor extra moeilijkheden omdat aansluiting op het elektriciteitsnet vereist is. Ook voor het systeem met de waterlus duiken een paar moeilijkheden op. Wanneer in de warme seizoenen de watertemperatuur te hoog is voor ruimtekoeling dan kan men de temperatuur van de waterlus verlagen met een gecentraliseerd op compressie gebaseerd koelsysteem. In de koude seizoenen bereikt het kanaal en de waterlus temperaturen dicht bij het vriespunt. De warmtepompen moet men dan stilleggen, om vorstschade aan de verdamper van de warmtewisselaars te voorkomen. Als alternatief kan de temperatuur van het water in de lus worden verhoogd via een centrale lucht-warmtepomp of een andere warmtebron. Bovendien vereist de optie met de waterlus de installatie van lage temperatuur verwarming en hoge temperatuur koelsystemen in alle betrokken gebouwen.

10.4.4.5 Gedetailleerde studie van de waterlus

De optie van de waterlus via het kanaal bestudeerde men in meer detail in het kader van het 'Masterplan Duurzaamheid The Loop' (studie kanaalwater, Technum 2013). De studie omvatte een economische haalbaarheidsanalyse gezien vanuit het perspectief van de ontwikkelaar van de waterlus en ook vanuit het perspectief van de eindverbruiker. Het besluit was dat het project vanuit het perspectief van de ontwikkelaar niet economisch rendabel is. De investeringskosten zijn bijna even hoog als voor een gewoon warmtenet, maar de inkomsten zijn veel lager. De tarieven voor de verkoop van water met een lage temperatuur (10°C) zijn bijna zes keer lager dan voor water op hoge temperatuur. Deze optie is voor de eindverbruiker financieel niet aantrekkelijk omdat hij moet investeren in een individuele bivalente warmtepomp.

10.4.4.6 Verder te analyseren opties

Een alternatieve optie om tegelijkertijd voor ruimteverwarming en -koeling te zorgen is ondiepe geothermie (zie 6.5.3.2). Met dit systeem kan men warmte uit ruimtekoeling tijdens de warmere seizoenen opslaan in de grond om deze dan in de koudere seizoenen te gebruiken. Men dient ook opnieuw de optie te bestuderen van een warmtenet aangestuurd door een collectieve WKK-installatie.

10.4.5 Evaluatie

Een belangrijke belemmering voor de realisatie van collectieve energieproductie in The Loop is het groot aantal stakeholders (verschillende eigenaren van de gebouwen) en het gebrek aan een projectcoördinator die een algemeen overzicht heeft op het project. Een ander probleem zijn de veranderende omstandigheden bij dergelijke collectieve projecten. Het ziekenhuis Maria Middelaars vertegenwoordigt bijvoorbeeld een groot deel van de vraag naar energie voor verwarming en koeling op The Loop. Maar het ziekenhuis koos echter onlangs voor een individueel energiesysteem. Ontwikkelaars hebben de neiging verder te gaan met de business as usual omdat een gedetailleerde haalbaarheidsstudie behoorlijk wat tijd vraagt en de omstandigheden op een korte termijn kunnen veranderen. Verder is de bevoegdheid van de Stad Gent in het sturen van een projectontwikkeling van particuliere bedrijventerreinen beperkt.

De tweede fase van het project zal slechts worden uitgevoerd wanneer er een adequaat mobiliteitsplan is en wanneer een bepaald gedeelte van de eerste fase uitgevoerd is. Dit kan verscheidene jaren duren. Deze fase-ring kan de ontwikkeling van collectieve energieproductie en warmtenetten verhinderen.

10.4.6 Vervolg

De milieudienst van stad Gent zoekt momenteel experts die verder onderzoek kunnen voeren rond de kanaalwaterlus. In 2013 heeft de Stad Gent een projectcoördinator aangesteld voor de ontwikkeling van The Loop. Dit zal de coördinatie van collectieve energiesystemen vereenvoudigen. De grootste kansen liggen waarschijnlijk in de ontwikkeling van Veld 12 waarin een outlet ligt, een bioscoop, grote winkels en kantoren (zie www.takeoff-offices.be).

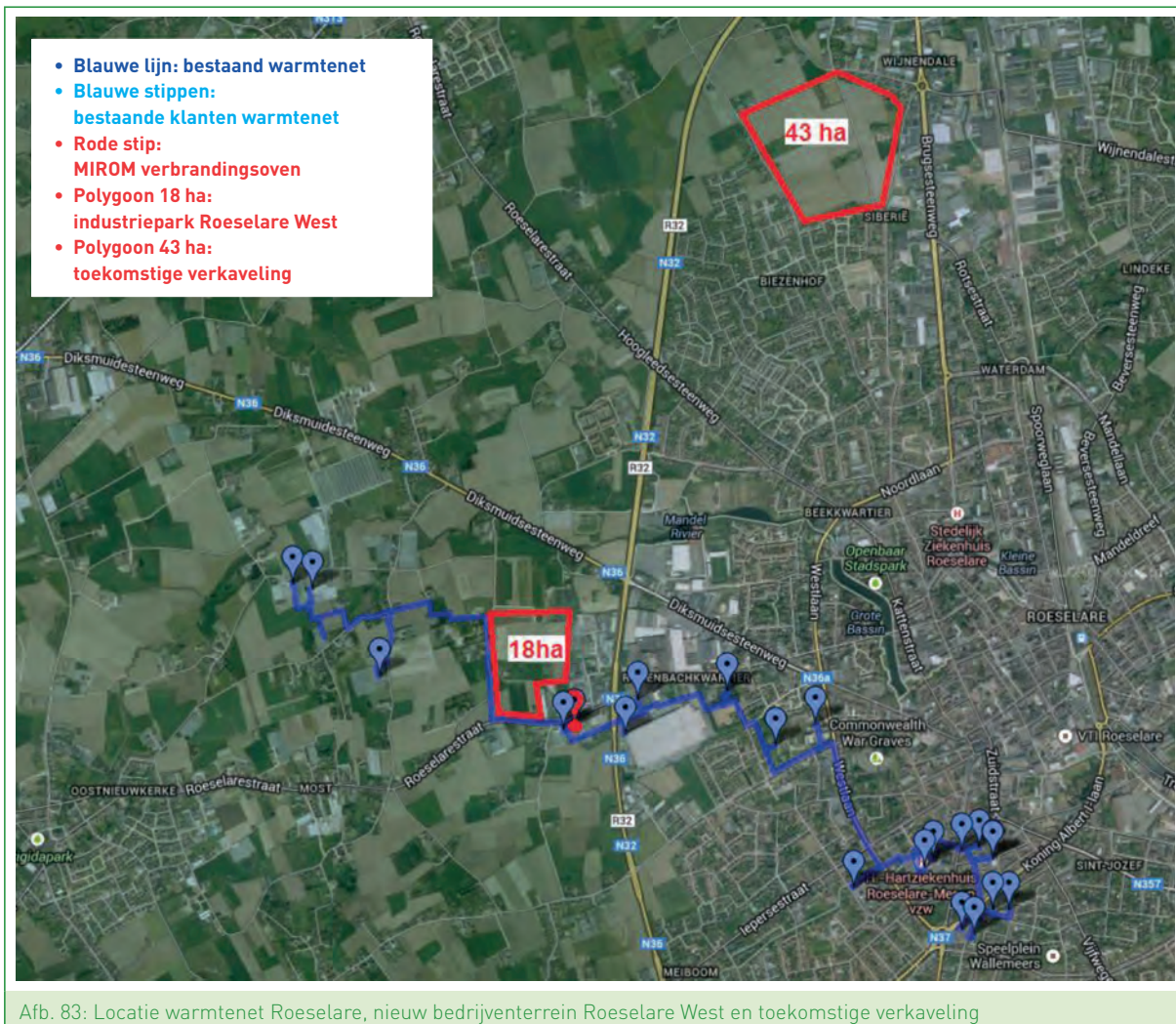
10.5 Bedrijventerrein Roeselare West

10.5.1 Inleiding

Wvi onderzocht de haalbaarheid om het bestaande warmtenet in Roeselare uit te breiden naar het nieuw te ontwikkelen nabijgelegen bedrijventerrein Roeselare West, en bijkomend naar een toekomstige verkaveling op grotere afstand.

10.5.2 Projectbeschrijving

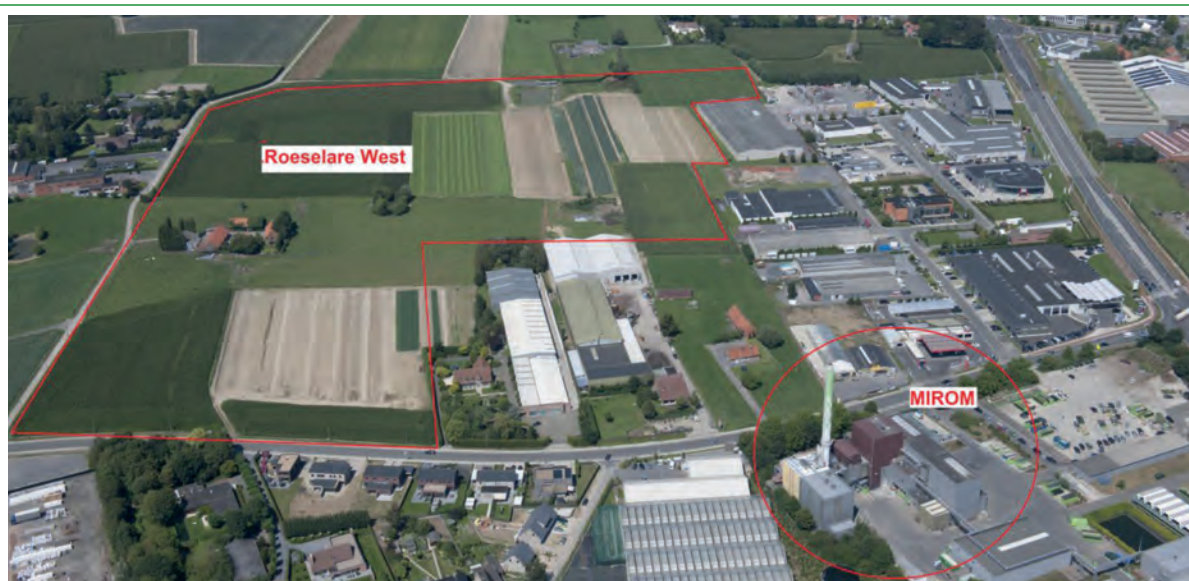
Het bestaande warmtenet (warm water) wordt gevoed met restwarmte van de verbrandingsoven van de afval-
lintercommunale MIROM. Het heeft een lengte van 15 km en levert momenteel warmte met een temperatuur van 110°C aan 22 openbare en commerciële klanten: zwembad, ziekenhuis, cultureel centrum, appartementsgebouw, internaat, nieuwe verkaveling met 100 woningen, 7 scholen, 4 verpleeghuizen en 5 bedrijven. Het nieuwe bedrijventerrein Roeselare West grenst aan het traject van het warmtenet en heeft een oppervlakte van 18 ha. De nieuwe verkaveling van 43 ha ligt 3 km naar het noorden en zal ruimte bieden aan duizend woningen. Een uitgebreid overzicht van het project ziet u in afb. 83 en afb. 84.



Afb. 83: Locatie warmtenet Roeselare, nieuw bedrijventerrein Roeselare West en toekomstige verkaveling

10.5.3 Roeselare West

10.5.3.1 Bedrijfsactiviteiten



Afb. 84: Luchtfoto Industriepark Roeselare West en MIROM verbrandingsoven

Roeselare-West is een gemengd regionaal bedrijventerrein bestemd voor kleine, middelgrote en grote ondernemingen. De belangrijkste economische activiteiten die zijn toegestaan omvatten: productie, opslag en verwerking van producten, energieproductie en onderzoek en ontwikkeling. Afb. 85 geeft een eerste indruk van de indeling van de percelen voor ondernemingen en hun groottes. De uiteindelijke indeling zal echter gedurende het verkoopstraject worden aangepast aan de behoeften van de ondernemingen.

10.5.3.2 Warmtevraag

In de databank van wvi staan de kandidaat-bedrijven die een perceel willen kopen in Roeselare West. Ongeveer de helft ervan heeft helemaal geen warmte nodig. De andere helft heeft enkel warmte nodig voor ruimteverwarming. Alleen het cateringbedrijf heeft warmte nodig voor zijn processen

(koken, bakken) bij temperaturen van 180 tot 220°C, temperaturen die hoger liggen dan de toevoertemperatuur van het bestaande warmtenet. Extra verwarming kan worden geleverd door een aardgasketel of door een elektrische boiler als er geen aardgasleiding beschikbaar is. Dit laatste kan het geval zijn als voor een warmtenet wordt geopteerd en wanneer men oordeelt dat een aardgasleiding niet noodzakelijk is op de site. Hieruit kunnen we besluiten dat Roeselare West de warmte van een warmtenet hoofdzakelijk zou gebruiken voor ruimteverwarming en dat één bedrijf hogere temperaturen nodig heeft voor zijn processen.

10.5.3.3 Reductie van CO₂-uitstoot

In de veronderstelling dat de helft van de bedrijven in Roeselare West (met een totale warmtevraag van 620 MWh/jaar) aangesloten zullen zijn op het warmtenet en aangezien het gebruik van restwarmte als CO₂-neutraal kan worden beschouwd, kan men de totale reductie van de uitstoot in vergelijking met BAU ramen op 141 ton CO₂ per jaar. Bij het BAU scenario wordt warmte opgewekt door verbranding van gas met een efficiëntie van 11 kW/m³ gas en een uitstoot van 2,5kg CO₂/m³ gas.



Afb. 85: Voorlopig ontwikkelingsplan Roeselare West

10.5.4 Economische haalbaarheid warmtenet

10.5.4.1 Perspectief van de individuele onderneming

Wvi analyseerde de economische haalbaarheid van een warmtenet op het bedrijventerrein Roeselare West vanuit het perspectief van de individuele onderneming. Hiervoor vergelijkt men de kosten voor de aansluiting op een warmtenet met de kosten voor een individuele gasketel. De berekening van de kosten wordt weergegeven in tabel 28 samen met de mogelijke kostenbesparing.

Tabel 29: Vergelijking individuele kosten bij aansluiting op stadsverwarming in vergelijking met kosten van een conventioneel systeem

vermogen	Aardgas		Stadsverwarming			Kostenbesparing stadverwarming
	aansluiting	installatie	temperatuur	aansluiting	installatie	
50kW	€ 900	€ 7.000	85°C	€ 1.650	€ 3.100	€ 3.150
100kW	€ 1.050	€ 16.500	85°C	€ 2.100	€ 5.000	€ 10.450
			110°C	€ 2.550	€ 8.000	€ 7.000
200kW	€ 1.200	€ 30.000	110°C	€ 3.150	€ 13.000	€ 15.050

10.5.4.2 Perspectief van de ontwikkelaar van het warmtenet

De investeringskosten voor een warmtenet dat het volledige bedrijventerrein omvat bedragen ongeveer één miljoen euro. Momenteel onderzoekt men alle mogelijke financieringskanalen. De werkings- en onderhoudskosten en de kosten voor een back-upsysteem dienen verder te worden geanalyseerd.

Het wordt niet als economisch verantwoord beschouwd om standaard een warmtenet op een nieuw bedrijventerrein te installeren als men niet op voorhand weet welke bedrijven er zich zullen komen vestigen omdat:

- een groot aantal ondernemingen geen warmte nodig heeft;
- de installatiekosten van een warmtenet 6 tot 7 keer hoger liggen dan die van een aardgasleiding;
- Op bedrijventerreinen kunnen aardgasleidingen vaak niet volledig door een warmtenet worden vervangen omdat sommige bedrijven temperaturen nodig hebben die hoger liggen dan de toevoertemperatuur van het warmtenet. Deze warmte zou kunnen worden opgewekt door elektrische verwarming, maar dit is vier keer duurder dan warmteopwekking met gasketels. Dus zelfs na installatie van een warmtenet kan een verbinding met de aardgasleiding nog steeds noodzakelijk zijn. Een hout- of biomassaketel kan hier misschien wel een oplossing bieden.

10.5.5 Evaluatie

Troeven:

- Mirom heeft ervaring met stadsverwarming
- Het bedrijventerrein ligt vlak naast de hoofdleiding van het bestaande warmtenet.

Knelpunten:

- De warmtevraag van de bedrijven is niet bekend op voorhand.
- Het bedrijventerrein uitsluitend voor ondernemingen reserveren met een hoge warmtevraag is onmogelijk vanwege het ruimtelijk en economische beleid van de stad.
- Het huidige Vlaams beleid in ruimtelijke ordening ondersteunt nog steeds geen warmtenetten en plaatst bedrijventerreinen ook niet in de buurt van mogelijke restwarmtebronnen.

Kansen:

- Voor een individueel bedrijf is de aansluiting op het warmtenet goedkoper dan aansluiting op de aardgasleiding.
- Vanaf 2014 vereisen bouwvergunningen voor bedrijven met geïntegreerde kantoren of woningen een minimum aandeel van hernieuwbare energie. Aan deze vereiste kunnen ze ook voldoen door aan te sluiten op de stadsverwarming.

Bedreigingen:

- De grootste bedreiging is het langetermijnrisko betreffende de continuïteit van de warmtetoevoer via de MIROM verbrandingsoven en de warmtevraag van de bedrijven.
- De meerderheid van de kandidaat-bedrijven in het werkgebied van wvi zijn KMO's met weinig warmtevraag.

10.5.6 Vervolg

Wvi onderzoekt samen met MIROM in een gedetailleerde studie de haalbaarheid van de ontwikkeling van een warmtenet dat slechts een deel van het bedrijventerrein Roeselare West behelst. In de uitgiftefase zal de lijst van kandidaat-kopers eerst worden gescreend en gefilterd op basis van de eisen van het ruimtelijk economisch beleid van de stad Roeselare. Vervolgens zal men de warmtevraag van de geselecteerde bedrijven analyseren. Bedrijven met een grote warmtevraag kunnen zich dan in de zone vestigen waar het warmtenet zich bevindt. Om de haalbaarheid van een warmtenet te stimuleren zal men Roeselare West promoten als een locatie voor bedrijven met een grote warmtevraag.

10.6 Glastuinbouwzone Roeselare

10.6.1 Inleiding

Wij onderzoekt de haalbaarheid van het gebruik van restwarmte van de MIROM verbrandingsinstallatie om warmte te leveren aan de nabijgelegen glastuinbouwzone.

10.6.2 Projectbeschrijving

De toekomstige glastuinbouwzone van 34 ha ligt op slechts 250 m van de verbrandingsoven van de afvalintercommunale MIROM (zie afb. 83 en afb. 86). Het gebied is bestemd voor de teelt van energie-intensieve gewassen zoals tomaten, paprika's, komkommers, enz.

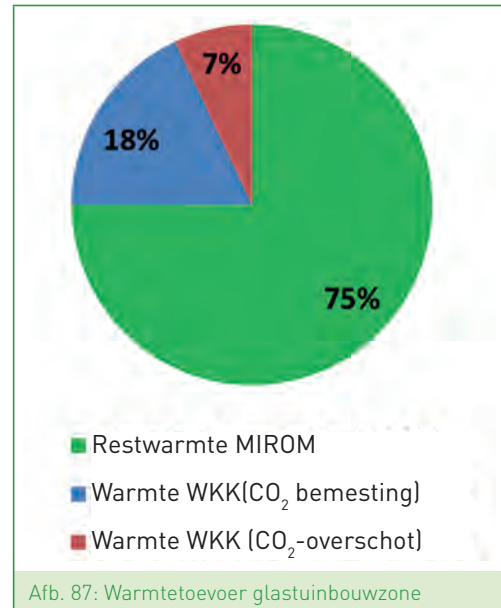
Uitgaande van een jaarlijkse specifieke warmtevraag van 450 kWh/m² voor het behouden van de gewenste temperatuur voor de groei van de gewassen (bijv. tomaten) en een netto oppervlakte van de serres van 20 ha (= 200.000 m²), bedraagt de totale jaarlijkse warmtevraag 90.000 MWh. Met een jaarlijkse specifieke vraag naar CO₂-bemesting van 35 kg/m² brengt dit de totale CO₂-vraag op ongeveer 7.000 ton.



Afb. 86: Luchtfoto glastuinbouwzone en MIROM verbrandingsoven

MIROM stelt voor lage temperatuur warmte te leveren van 40°C van de afvalverbrandingsoven aan de glastuinbouwzone door middel van een warmwatercircuit. In perioden van piekvraag (bijv. in de winter), als er niet voldoende restwarmte beschikbaar is, zou back-up worden voorzien via een WKK-installatie op aardgas. De koolstofdioxide die vrijkomt door de verbranding van het gas zou men kunnen gebruiken voor CO₂-bemesting. De grootte van de WKK-installatie zou het beste afgestemd worden op de CO₂-vraag.

In afb. 87 worden het jaarlijks aandeel restwarmte van MIROM (75%) en warmte opgewekt met de WKK-installatie (25%) vergeleken. Een deel van de met warmtekrachtkoppeling opgewekte warmte (72%) stemt overeen met de CO₂ die men in de serres gebruikt voor CO₂-bemesting, terwijl het resterende deel (28%) wordt uitgestoten zonder dat het benut wordt.



10.6.3 Financiële haalbaarheid

Wvi is van plan om de percelen van het bedrijventerrein uit te geven in erfpacht in plaats van ze te verkopen. Met deze uitgiftemethode is men zeker dat dit strategisch gelegen gebied altijd gereserveerd blijft voor geclusterde, intensieve glastuinbouw met warmtetoevoer van MIROM. Erfpacht is bovendien een systeem waardoor glastuinbouwbedrijven hun investeringen beter kunnen spreiden in de tijd.

Hierna volgen een aantal belangrijke aspecten die de financiële haalbaarheid van dit project beïnvloeden:

- marktomstandigheden in de tuinbouw (wat zijn de exploitatiekosten voor het glastuinbouwbedrijf op andere locaties?)
- haalbaarheid van de levering van restwarmte vanuit het oogpunt van MIROM
- langetermijngarantie voor een stabiele energieprijis
- gunstige schaafeffecten van clustering
- kosten van de percelen
- kosten van de bedrijventerreininfrastructuur (incl. archeologisch onderzoek)

10.6.4 Evaluatie en vervolg

In de huidige marktsituatie is er extra financiële steun nodig van de regering om het project haalbaar en competitief te maken. Op dit moment zijn er financiële stimuli voor het gebruik van hernieuwbare elektriciteit en elektriciteit uit kwalitatieve WKK, maar voor het gebruik of hergebruik van restwarmte bestaan er geen subsidieregelingen. MIROM zet restwarmte in elektriciteit om d.m.v. een Organic Rankine Cycle (ORC). Aangezien deze vorm van energieproductie financieel wordt ondersteund en het direct gebruik van restwarmte niet, is een financiële vergoeding nodig om het gebruik van restwarmte te promoten in plaats van elektriciteitsproductie. In samenwerking met de stuurgroep brengt men de mogelijke subsidiekanalen in kaart.

10.7 Warmtekaart en rekenmodel voor warmtenetten

10.7.1 Inleiding

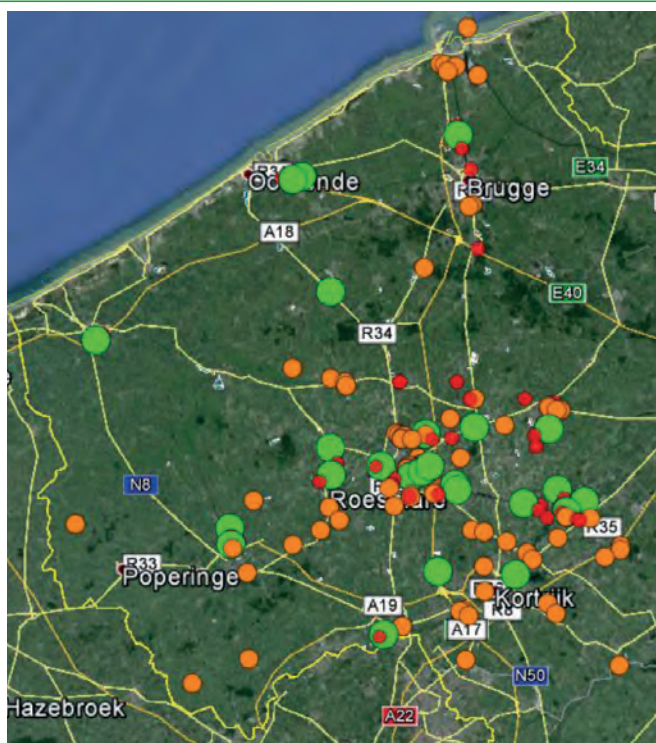
Wvi ontwikkelde een warmtekaart die de restwarmtebronnen in haar werkingsgebied inventariseert. Hierdoor kunnen mogelijkheden voor energieclustering opgespoord worden voor ontwikkelingen die in de nabije toekomst gepland zijn. Bovendien werd een standaard rekenmodel opgesteld om de haalbaarheid te beoordelen van warmtenetten, uitgaand van een bekende (rest)warmtebron. Door het combineren van deze twee instrumenten kan men snel de haalbaarheid evalueren van een warmtenet voor elk nieuw bedrijventerrein.

10.7.2 Projectbeschrijving

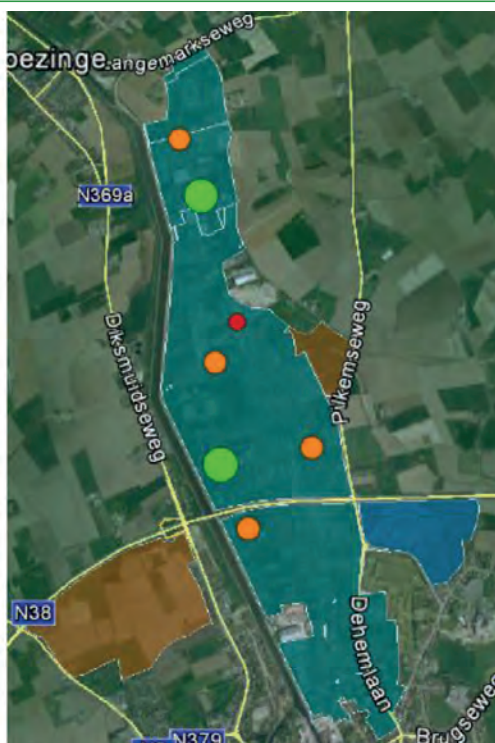
10.7.2.1 Restwarmtekaart

Bij het opstellen van de restwarmtekaart waren oorspronkelijk 157 bedrijven die mogelijk restwarmte hadden betrokken. Van deze bedrijven lagen er 47 in de omgeving van een nieuwe bedrijventerreinontwikkeling van wvi. Na een telefonische enquête verklaarden 17 ervan dat ze effectief beschikten over restwarmte. Uiteindelijk bleven nog 8 bedrijven over die werden bezocht voor een uitvoerig individueel gesprek en rondleiding. De overige bedrijven zal men analyseren in het kader van andere projecten en hun potentieel voor levering van restwarmte kan in een latere fase aan de warmtekaart worden toegevoegd.

De bedrijven die als mogelijke bronnen van restwarmte werden geïdentificeerd zijn hoofdzakelijk diegenen die opgenomen zijn in het emissiehandelsstelsel (EU-ETS, zie 2.4.3) of zij die vallen onder de Energiebeleids-overeenkomsten (zie 5.4.5.). Afb. 88 en afb. 89 geven een algemene en een meer gedetailleerde momentopname van de warmtekaart met de 157 bedrijven uit de studie. Groene stippen geven bedrijven aan met potentieel voor restwarmte, rode stippen bedrijven zonder restwarmte en oranje stippen geven bedrijven aan met potentieel voor restwarmte maar die niet in de studie zijn opgenomen.



Afb. 88: Restwarmtekaart



Afb. 89: Restwarmtekaart in detail

10.7.2.2 Warmtenet rekentool

Met deze tool kan men de financiële haalbaarheid van warmtenetten op nieuwe bedrijventerreinen berekenen. Het hulpmiddel houdt rekening met de beschikbaarheid van de warmte van een lokale warmtebron en de vraag naar ruimte- of procesverwarming van bedrijven die er zich gaan vestigen. De rekentool is ook toepasbaar op bestaande bedrijventerreinen. Men moet in dit geval wel rekening houden met extra kosten voor het herstellen van de wegeninfrastructuur.

10.7.2.3 Methodologie

Wvi neemt voor de realisatie van warmtenetten op haar nieuw te ontwikkelen sites (bedrijventerreinen, verkavelingen, ...) de rol van facilitator op zich. Ze gebruikt hierbij de warmtekaart en de warmtenet-rekentool:

- Men gebruikt de warmtekaart om vast te stellen welke restwarmtebronnen er dicht bij nieuwe wvi-ontwikkelingen dicht bij restwarmtebronnen gelegen zijn.
- Vervolgens analyseert men met de rekentool of een warmtenet op die sites haalbaar zijn.
- Indien de aanleg van een warmtenet haalbaar is worden alle mogelijke financieringskanalen op Europees en Vlaams niveau gescreend. Men analyseert tevens potentiële samenwerkingsverbanden tussen gemeenten, netbeheerders en leveranciers van restwarmte. Die kunnen al dan niet leiden tot cofinanciering.

Bovendien kunnen naast mogelijkheden voor nieuwe bedrijventerreinen van wvi ook mogelijkheden voor bestaande terreinen opduiken, bijvoorbeeld wanneer men ze verbindt met een nieuwe ontwikkeling in de buurt (bedrijventerrein, verkaveling). Dit kan echter samenwerking vergen met andere partners, zoals de Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij (POM) of netbeheerders. In dit geval vraagt wvi met aandrang erbij betrokken te worden om haar mogelijke rol te kunnen beoordelen.

10.7.2.4 Milieu-impact

Als warmtevragen op een bedrijventerrein volledig worden ingevuld via een warmtenet dat hernieuwbare bronnen of restwarmte gebruikt, dan kan men de warmtetoevoer op het bedrijventerrein als CO₂-neutraal beschouwen. In de meeste gevallen is echter een back-upsysteem vereist om de piekvraag te kunnen leveren of op momenten (bijv. weekend) wanneer geen restwarmte beschikbaar is. Als back-up gebruikt men vaak een gasketel omdat deze snel aan en af te schakelen en goed regelbaar zijn.

10.7.2.5 Kosten

De kosten voor de ontwikkeling van de warmtekaart bedroegen ongeveer 30.000 euro (incl. btw). Het rekenmodel werd voor de voordelige prijs van 7.000 euro (incl. btw) ontwikkeld omdat het een onderdeel was van de gezamenlijke haalbaarheidsstudie voor een nieuw warmtenet in Oostende en de uitbreiding van een bestaand net in Brugge (POM West-Vlaanderen –Eco2Profit).

10.7.3 Evaluatie

Uit de studies met de rekentool voor warmtenetten is gebleken dat de grootte van de warmtevraag een sleutelrol speelt in de haalbaarheid van een warmtenet. Ze moet groot genoeg zijn om te verzekeren dat de inkomsten uit de verkoop van de warmte groter zijn dan de jaarlijkse investeringskosten en de werkings- en onderhoudskosten van het warmtenet. Wvi besluit dat een warmtenet ontwikkelen meestal haalbaar is vanaf een warmtebelastingsvraag van 2MW/km en een jaarlijkse warmtevraag van 2 GWh/km.

10.7.4 Vervolg

De warmtekaart is een nuttig hulpmiddel voor wvi en kan daarnaast ook dienen als communicatiemiddel voor partijen (beleidsmakers, gemeenten, ondernemingen) die restwarmte aanbieden of vragen. De warmtekaart inventariseert de kansen en houdt bij welke mogelijkheden onderzocht werden (al dan niet met als resultaat een succesvol bedrijfsplan). Men werkt de warmtekaart voortdurend bij en deze kan ook aangevuld worden met nieuwe warmtevragen. In een latere fase zal ze ook voor andere partners beschikbaar zijn.

10.8 Site van de Suikerfabriek van Veurne

10.8.1 Inleiding

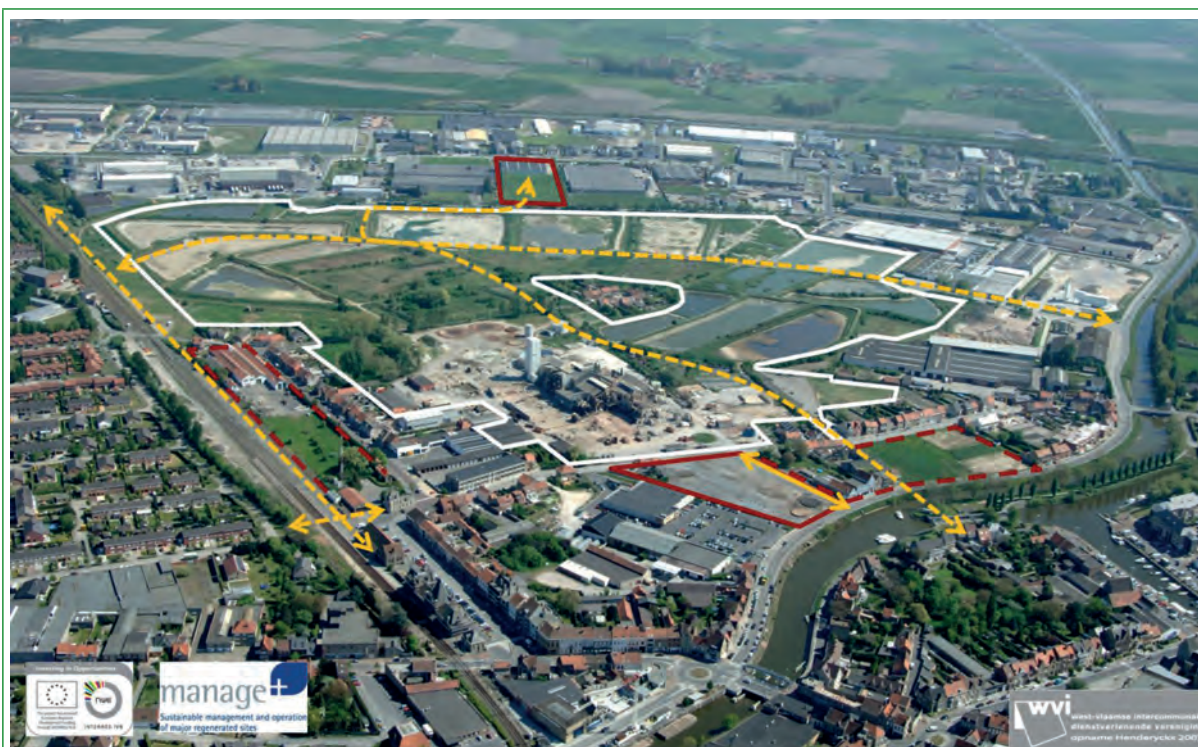
Wvi werkt aan de reconversie van het brownfieldgebied 'Suikerfabriek' in Veurne. Men onderzocht de haalbaarheid van een warmtenet voor de nieuwe woonwijk en de injectie van restwarmte door bedrijven van het aangrenzende bedrijventerrein 'Veurne industriezone 1'.

10.8.2 Sitebeschrijving

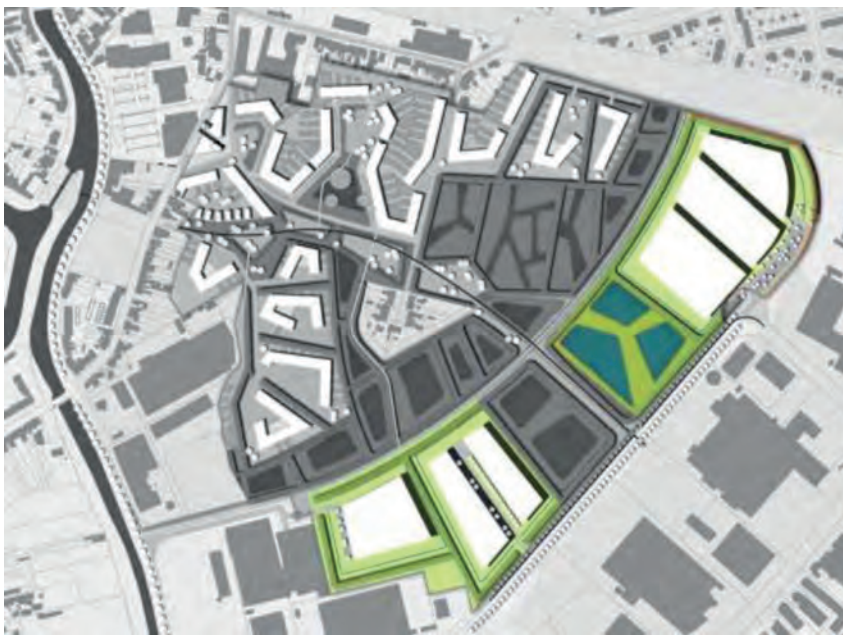
De Suikerfabriek (zie afb. 90) werd eind 2005 gesloten, sindsdien werd het terrein van 48 ha niet meer gebruikt en is het in verval. In het project Manage+ werd een masterplan opgemaakt dat het gebied herinrichting in een woonwijk, een recreatieve zone, een groene zone en een bedrijfszone (zie afb. 92). De woonwijk met een oppervlakte van 13,5 ha zal in twee fasen worden ontwikkeld (5 ha in 2015 en 8,5 ha in 2017). De minimum woningdichtheid ligt op 25 huizen per ha. De bedrijfszone neemt 8,6 ha in beslag en biedt ruimte voor ongeveer 14 bedrijven. Ze ligt naast het bestaande terrein 'Veurne industriezone I' en wordt voorbehouden voor regionale ondernemingen. Dit nieuwe bedrijventerrein zal men in twee gelijke fasen ontwikkelen in 2016 en 2020.



Afb. 90: De oude suikerfabriek in Veurne



Afb. 91: Luchtfoto van het brownfieldgebied Suikerfabriek



Afb. 92: Masterplan reconversie brownfield Suikerfabriek

10.8.3 Energiegebruik

Het energiegebruik van het nieuwe bedrijventerrein en de nieuwe woonwijk werd geschat door het studie bureau 3E op basis van toekomstige bouwstandaarden (zie tabel 29). De gezamenlijke warmtevraag voor de woon- en bedrijvenzone bedraagt 4.424 MWh (fase 1 en 2).

Tabel 30: ruimteverwarmingsvraag bedrijventerrein en woonwijk op de site van de Suikerfabriek

13.5 ha		Phase 1 - 5 ha		Phase 2 - 8.5 ha		
Woningen		woning	appartement	woning	appartement	kantoor
ruimteverwarming	kWh/m ² /y	32	9	20	9	20
warm water	kWh/unit/y	2.967	2.967	2.967	2.967	0
totale warmtevraag	MWh/y	972		2.002		
		2.974 voor fase 1 en 2				

8.6 ha		Phase 1 - 4.3 ha		Phase 2 - 4.3 ha	
Bedrijven		kantoren		kantoren	
ruimteverwarming kantoren	kWh/m ² /y	40		20	
totale warmtevraag	MWh/y	min. 850 - max. 1.650		min. 600 - max. 1.200	
		min. 1.450 - max. 2.850 voor fase 1 en 2			

10.8.4 CO₂-arme energieproductie

Tijdens de eerste fase van de studie inventariseerde men het potentieel aan restwarmte in het Veurnse Industrierrein I. Slechts twee bedrijven kunnen restwarmte aanbieden: bedrijf A dat etenswaren en dranken produceert en bedrijf B dat bijproducten uit de voedingsindustrie verwerkt. Bedrijf A heeft een beschikbare warmtebelasting van 1000 kW bij een temperatuur van 40°C, wat te laag is voor injectie in een warmtenet. Bedrijf B past geen warmterecuperatie toe op zijn rookgassen en op die manier is er een warmtebelasting van 300 kW aan 80°C beschikbaar. De wekelijkse werktijden van het bedrijf gaan toenemen. Het gaat over van een regime van 5 naar 6 dagen per week en dus komt er nog meer restwarmte beschikbaar. Conclusie: alleen bedrijf B is een mogelijke leverancier van restwarmte voor het warmtenet en kan momenteel gedurende 5 dagen per week warmte leveren.

In een tweede fase bestudeerde men de haalbaarheid van een warmtenet dat warmte zou leveren aan de woonwijk van de site van de suikerfabriek. Dit netwerk zou worden gevoed met restwarmte van bedrijf B (basisbelasting) aangevuld met een gasketel.

In het 'business as usual'-scenario voorziet men de verwarming van alle woningen op de nieuwe site met individuele ketels op aardgas ($\eta=90\%$). Dit vertegenwoordigt een primair energiegebruik van $2.974/0,9 = 3.304$ MWh/jaar en een CO₂-uitstoot van 667 ton/jaar.

In het warmtenet-scenario bedraagt het primair energiegebruik 2.911 MWh/jaar, wat overeenkomt met 588 ton CO₂ per jaar. Dit betekent een besparing van primaire energie van 393 MWh/j en een emissiereductie van 79 ton CO₂/jaar (uitgaande van 0,202 ton CO₂/MWh aardgas).

Tabel 31: Primair energiegebruik en CO₂-uitstoot

	Primair energieverbruik	Primaire energiebesparing	CO ₂ -emissies*	CO ₂ -emissie* reductie
Scenario BAU	3.304		667	
Warmtenet	2.911	399	588	79

*0,202 ton CO₂/MWh aardgas

10.8.5 Economische haalbaarheid warmtenet

Een financiële analyse werd uitgevoerd (zie tabel 31)

Tabel 32: Economische haalbaarheid warmtenet

Totale kost over een periode van 20 jaar		Warmtenet
elektriciteitskosten	€	308.877
inkomsten elektriciteit	€	-
gaskosten	€	2.234.612
inkomsten warmtelevering	€	4.000.887
kosten restwarmte	€	377.531
inkomsten gebruik warmtenet*	€	1.941.540
onderhoudskosten	€	620.479
inkomsten WKK-certificaten	€	-
werkingskosten	€	356.151
totale operationele inkomsten	€	2.044.776
totale investeringskosten	€	1.759.529
vermeden investeringen	€	190.560
aansluitkosten	€	114.934
cashflow	€	590.740
NHW	€	451.474
IRR vóór belastingen	%	+3,22
Optimalisatie		
Korter transport via net en ketel dichterbij	NHW	365.790 €
	IRR	3,90 %

*een eenmalige aansluiting + de vaste rechten voor het gebruik van het warmtenet over een periode van 20 jaar.

10.8.6 Evaluatie

Troeven:

- De algemene efficiëntie van een warmtenet kan men verbeteren door enkel maar de gecentraliseerde warmtegenerator of -bron te vervangen of te upgraden. Bij gedecentraliseerde verwarming kan men enkel de efficiëntie verbeteren door dit bij alle individuele ketels en apparatuur door te voeren, wat veel meer tijd in beslag neemt.
- Restwarmte is binnen een acceptabele afstand van het warmtenet beschikbaar.

Knelpunten:

- Huidige en toekomstige bouwregelgeving leggen geleidelijk aan strengere grenzen op voor ruimteverwarming. Het gevolg hiervan is dat een warmtenet in de nieuwe woonwijk van de Suikerfabriek een relatief lage warmtedichtheid heeft (jaarlijkse warmtevraag per m), wat nadelig is voor de economische haalbaarheid.

Kansen:

- De reconversie van de brownfieldproject Suikerfabriek zal door zijn omvang in vergelijking met de woonkern van Veurne een invloed op de stad hebben. Wvi heeft als doel dit project uit te werken als een voorbeeld van leefbaarheid, comfort, duurzaamheid en leven en werken met weinig energiegebruik. De aanleg van een warmtenet draagt bij tot deze doelstellingen.
- Het project heeft een goede timing omdat andere steden gelijkaardige projecten ontwikkelen en men zo ervaringen kan uitwisselen.
- Sinds 2012 is de verplichting voor elke woning om toegang tot het aardgasnet te hebben afgeschaft op voorwaarde dat de woning binnen een warmtenet ligt.
- De netbeheerders Eandis en Infrax besloten onlangs om te investeren in warmtenetten als de economische haalbaarheid gegarandeerd is. Ze zullen enkel betrokken worden bij de constructie van het warmtenet (leidingen, onderstations, individuele warmtewisselaars), niet bij de exploitatie.

Bedreigingen:

- De uitbouw van een warmtenet vereist beslissingen in een vroege fase van het project. De keuze tussen een individueel of een collectief concept voor ruimteverwarming en sanitair warm water heeft een invloed op het ontwerp van de woningen en de bedrijfspanden. Het heeft ook invloed op de verschillende stappen in de ontwikkeling beginnend bij de aanvraag van de verkavelingsvergunning (aardgasaansluitingen wel of niet noodzakelijk). Anderzijds kan de beslissing slechts worden genomen als men zeker is van de kosteneffectiviteit en als alle stakeholders akkoord zijn.
- De partijen die betrokken zijn bij de aanleg van een aardgasnet zijn bekend en hebben ervaring. Bij de constructie van een warmtenet is dat echter niet het geval.

10.8.7 Vervolg

Zelfs met strengere energieprestatievereisten voor gebouwen is gebleken dat een project met voldoende omvang nog altijd economisch haalbaar kan zijn. Men moet namelijk de warmtedichtheid van een mogelijk warmtenet verlagen. Toch moet de economische haalbaarheid van het project worden verhoogd met een aanvraag voor Vlaamse (strategische ecologiesteun) of Europese subsidies. Enkele marktpartijen screenen op dit moment het warmtenetproject (het zal waarschijnlijk positief beoordeeld worden).

10.9 Bedrijfsmodel voor collectieve hernieuwbare energieproductie

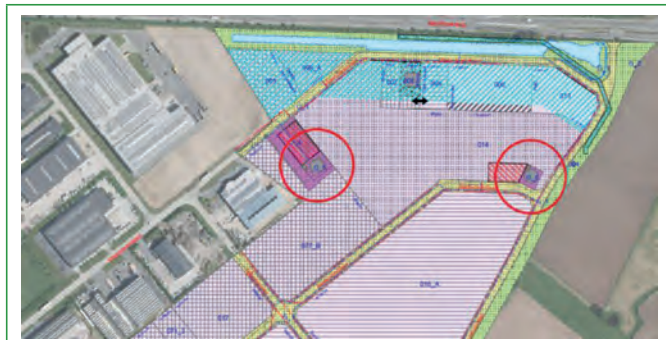
10.9.1 Inleiding

Wvi ontwikkelt bedrijventerreinen met lage CO₂-uitstoot. De bedrijven die zich daarop vestigen zijn gebonden tot CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik (zie 3.6 en 3.7).

Wvi wil investeringen in collectieve hernieuwbare energieopwekking gemakkelijker toegankelijk maken. Om die reden gaf men de opdracht tot een studie voor de ontwikkeling van een bedrijfsmodel voor collectieve energieproductie op bedrijventerreinen. De studie houdt rekening met juridische, technische en economische aspecten. De gemeenten binnen het werkingsgebied van wvi en de provincie West-Vlaanderen moeten in staat zijn hieraan deel te nemen.

10.9.2 Testcase Sappenleen

De uitbreiding (30 ha) van het bestaande bedrijventerrein Sappenleen (75 ha) in Poperinge doet dienst als testcase. Men bouwt vier windturbines met een ashoogte van 100 m, rotordiameter 92,5 m en een nominaal vermogen van 2,05 MW. Twee ervan liggen binnen de uitbreiding van het bedrijventerrein, de andere twee in de aangrenzende landbouwzone (zie afb. 93). Hun jaarlijkse productie van groene stroom wordt geschat op 23,3 GWh, voldoende om de elektriciteitsvraag van de 100 bedrijven die op het bestaande bedrijventerrein gevestigd zijn te leveren.



Afb. 93: 2 windturbines op uitbreiding bedrijventerrein Sappenleen

10.9.3 Bedrijfsmodel

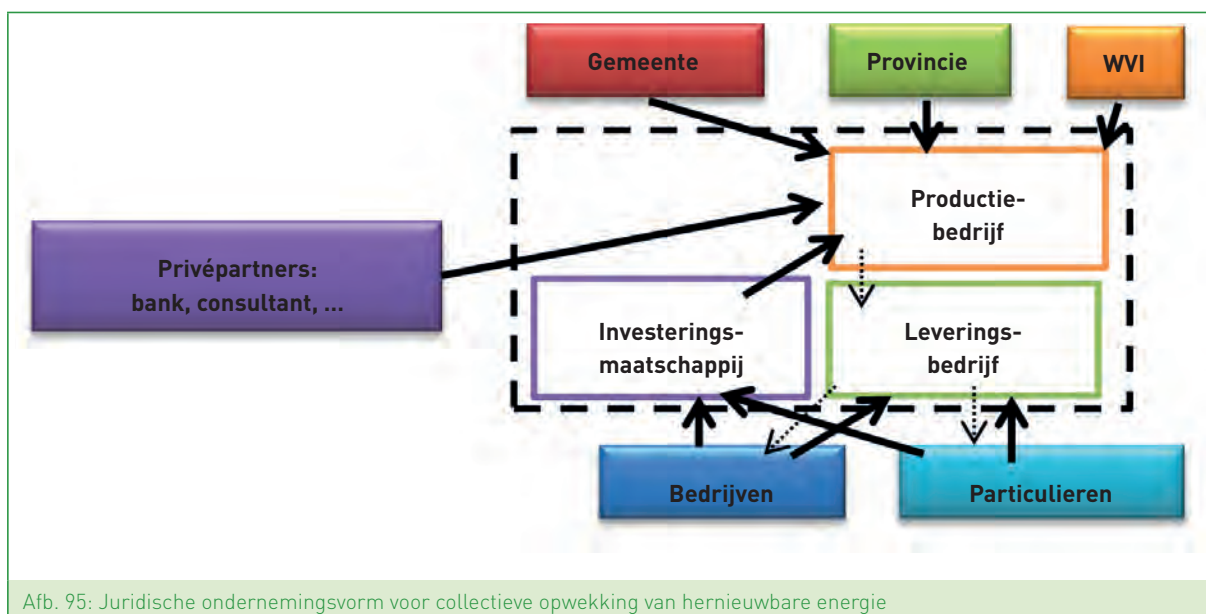
De studie analyseert verschillende Belgische bedrijfsstructuren en stelt vast wat de voor- en nadelen zijn (zie afb. 94). De best geschikte structuur voor alle partners om samen te werken is een samenwerking van een autonoom bedrijf van één gemeente of een samenwerking van een autonoom bedrijf van de provincie.



Afb. 94: Op zoek naar de beste bedrijfsstructuur

De best geschikte juridische ondernemingsvorm hangt af van het doel van de vennootschap (zie ook 7.5) en de rol van haar deelnemers (zie afb. 95):

- Deelname in hernieuwbare energieopwekking en -levering (enkelvoudige, dubbele of meervoudige structuren)
- Deelname in hernieuwbare energieopwekking
- Deelname in levering van hernieuwbare energie



10.9.4 Financiële haalbaarheid

Tabel 32 geeft een indicatie van de kosten en inkomsten van de vier windturbines op het bedrijventerrein Sappenleen. In Vlaanderen worden de subsidies voor de opwekking van groene stroom door windturbines berekend op basis van een complexe formule zodat uitsluitend het onrendabele deel van de investering wordt gesubsidieerd (zie 6.9.2).

Tabel 33: Economic feasibility renewable energy production at Sappenleen

businesscase 20 jaar	beste scenario	slechtste scenario
kosten turbines*	€ 16.000.000	€ 16.000.000
onderhoudskosten per jaar	€ 200.000	€ 200.000
management, verzekering en andere jaarlijkse kosten	€ 145.000	€ 145.000
opstalvergoeding	€ 40.000	€ 40.000
kosten lening (20 jaar 3-5%)	€ 5.100.000	€ 8.500.000
kosten over 20 jaar	€ 21.485.000	€ 24.885.000
jaarlijkse productie (MWh)	23.300	23.300
inkomsten uit de verkoop van elektriciteit (/MWh)	€ 50 + 2%/year	€ 50 + 0,5%/year
inkomsten op 20 jaar	€ 28.306.436	€ 24.440.669
winst na 20 jaar	€ 6.821.436	€ - 444.331

* incl. netaansluiting, bouw- en elektriciteitskosten en kosten voor consultancy en engineering

10.9.5 Evaluatie

Wvi besliste om zelf niet te investeren in windenergie (4 turbines) op het bedrijventerrein Sappenleen. EGPF WVE (Electrabel Green Projects Flanders Wind Werkt Echt), een privépartner waarin de gemeente Poperinge participeert, heeft de nodige investeringen gemaakt.

10.9.6 Vervolg

Wvi zal haar toekomstige ontwikkelingen screenen op mogelijke hernieuwbare energieopwekking. Zodra men mogelijkheden ontdekt zal wvi de rol van facilitator of deelnemer evalueren.

10.10 Elektrische laadpalen

10.10.1 Inleiding

Wvi deed een marktonderzoek om de economische haalbaarheid te onderzoeken van publieke laadpalen voor elektrische voertuigen op haar bedrijventerreinen.

10.10.2 Marktstudie

De volgende bedrijven werden opgenomen in het **Belgische marktonderzoek**: BeCharged, Nsolar, eNovates en Blue corner. BeCharged ontwikkelt haar eigen aluminium laadpalen en communicatiesoftware, maar in de toekomst zal dit worden uitgevoerd door twee afzonderlijke dochterondernemingen. NSolar verdeelt de laadpalen van GE Industrial Solutions. eNovates en Blue Corner zijn twee dochterondernemingen, waarvan de eerste laadpalen en software ontwikkelt en de tweede de service provider is. BeCharged en eNovates bieden webgebaseerde laadpalen. NSolar biedt onafhankelijk functionerende laadpalen.

De infrastructuur voor elektrische laadpalen kan men indelen volgens het soort voertuigen dat men kan opladen: fietsen en scooters of auto's.

10.10.2.1 Laadpalen voor elektrische fietsen en scooters

Elektrische fietsen kan men opladen met een standaard netsnoer, zoals bij andere elektrische apparaten. Er zijn ook laadpalen met meerdere laadpunten beschikbaar. Het gratis opladen van fietsen kan aangeboden worden door de gemeente of netbeheerders, of bedrijven kunnen dit aanbieden aan hun personeel.

10.10.2.2 Laadpalen voor elektrische auto's

Laadpalen voor elektrische auto's zijn complexer dan voor fietsen en er bestaan verschillende types en capaciteiten. Een laadstation omvat meestal een paal met twee laadstekkers voor twee parkeerplaatsen. De paal kan een enkelvoudige of driefasige aansluiting hebben met een nominaal vermogen van 16 of 32 ampère. De oplaadtijd hangt af van de beschikbare stroom en het type auto.

Er zijn zowel **onafhankelijk functionerende** als **webgebaseerde** elektrische laadpalen beschikbaar. Onafhankelijk functionerende systemen kan men gebruiken voor het opladen van het elektrisch wagenpark van een bedrijf. Een dergelijk systeem is uitsluitend te gebruiken met speciale laadkaarten die het bedrijf zelf uitgeeft en is niet publiek toegankelijk. Webgebaseerde systemen zijn duurder qua investeringskosten dan onafhankelijk functionerende systemen. Bovendien dient de eigenaar van de laadpaal een jaarlijkse vergoeding te betalen om toegang te krijgen tot het netwerk (180-300 €/jaar). De gebruiker kan oplaadtijd kopen via één van de beschikbare netwerken, vergelijkbaar met mobiele telefoonnetwerken. Als het laadstation verbonden is met een ander netwerk als dat van de gebruiker dan dient de gebruiker extra roamingkosten te betalen. De eigenaar van het laadstation kan ook kiezen voor betaling met een sms of met een bankkaart. De gebruiker betaalt hiervoor een extra kost (0,25 €/sms). De laatste optie is economisch niet aantrekkelijk vanwege de hoge maandelijkse vergoeding en de transactiekosten voor de eigenaar. Om het laadstation met het internet te verbinden kan men een gprs-verbinding gebruiken (3G). Dit kost 5€/maand (per simkaart).

10.10.3 Milieu-impact

CO₂-reductie door de vervanging van traditionele auto's op fossiele brandstof door elektrische wagens is een discussiepunt. Indien men uitsluitend rekening houdt met de directe uitstoot dan is de elektrische auto CO₂-neutraal, terwijl nieuwe conventionele auto's 100 tot 150 g CO₂/km uitstoten en sommige 'eco'- of hybride modellen of wagens op gecombineerd aardgas minder dan 100 g CO₂/km uitstoten.

In het geval van een elektrische auto vinden de emissies plaats bij de elektriciteitsproductie. We gaan ervan uit dat in België elektriciteitsopwekking gepaard gaat met een uitstoot van 220g CO₂/kWh (IEA, 2012) tabel 1), en dat een elektrische auto tussen 0,15 en 0,3 kWh/km verbruikt. De hiermee gerelateerde CO₂-emissie bedraagt dan 33 tot 66 g per kilometer. De koolstofintensiteit van gasgestookte elektriciteitsopwekking en WKK-centrales in België bedraagt ongeveer 400 gCO₂/kWh (IEA, 2012). Op deze waarde gebaseerd stoot een elektrische auto 60 tot 120 g CO₂ per kilometer uit.. The carbon intensity of electricity generation by gas-fired

power plants and CHPs in Belgium is about 400 gCO₂/kWh (IEA, 2012). Based on this value, an electrical car emits 60-120 gCO₂/km.

10.10.4 Testcase Veurne

Men evalueerde de haalbaarheid van laadpalen voor het bedrijfsverzamelgebouw in Veurne. Op het bedrijventerrein zijn hoofdzakelijk kleinschalige bedrijven gevestigd die actief zijn in de bouwsector, autosector (onderhoud, verkoop en assemblage) en metaalbewerking.

10.10.5 Evaluatie

Om het elektrische wagenpark van een bedrijf op te laden zijn onafhankelijk functionerende laadsystemen het best geschikt. Voor de publieke ruimte is een webgebaseerd laadstation de beste optie. Om extra kosten te vermijden zijn stroomtoevoer en verbinding met het internet vereist. Wvi zal geen infrastructuur voorzien voor elektrisch laden maar kan wel openbare parkeerplaatsen voorzien en de rol van facilitator op zich nemen als er ondernemingen zijn die interesse hebben om te investeren.

10.10.6 Vervolg

Door het wegvallen van de fiscale voordelen bij de aankoop van een elektrisch voertuig voor particulieren is de verkoop in België sterk afgenomen.

10.10.7 Referenties

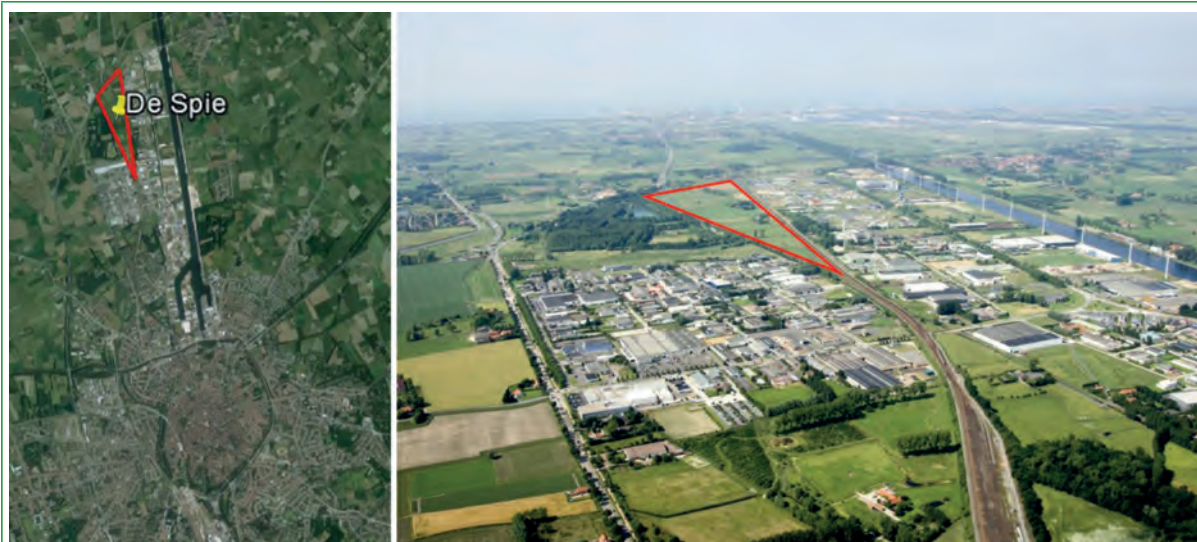
IEA 2012. CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights - 2012 Edition.

10.11 Bedrijventerrein De Spie

10.11.1 Inleiding

Wvi onderzocht hoe CO₂-neutraliteitsprincipes kunnen worden geïntegreerd in het ontwerp van nieuwe bedrijventerreinen. De studie start met het potentieel van lokale hernieuwbare energieopwekking op het bedrijventerrein zelf en de mogelijkheden voor energie-uitwisseling met de omliggende gebieden. Men neemt het nieuw te ontwikkelen bedrijventerrein De Spie in Brugge als testcase.

10.11.2 Sitebeschrijving

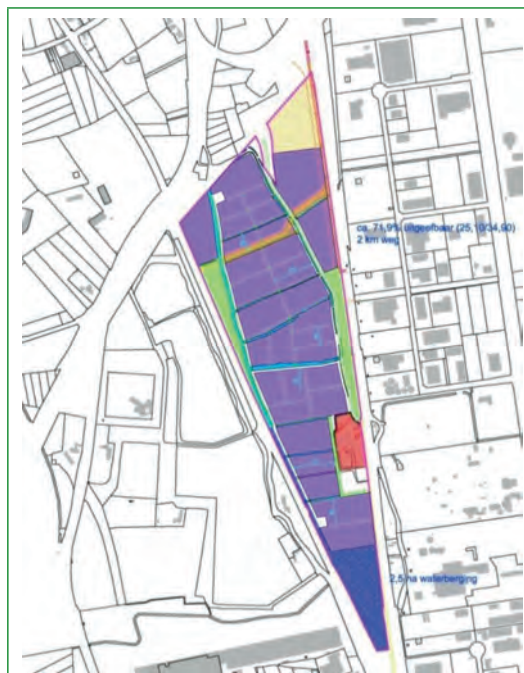


Afb. 96: Ligging De Spie

Afb. 97: luchtfoto nieuwe ontwikkeling bedrijventerrein De Spie (bron: wvi)

De Spie is een nieuw nog te ontwikkelen regionaal bedrijventerrein ten noorden van Brugge (zie afb. 96). Het is een wigvormig gebied dat wordt ingesloten door de N31 in het noorden, de spoorlijn naar Zeebrugge in het oosten en de spoorlijn naar Blankenberge in het westen (zie afb. 97). Het is een gebied dat de verbinding vormt tussen het westelijk deel van de haven van Zeebrugge en de bestaande industrieterreinen Blauwe Toren en Herdersbrug. Door zijn omvang is De Spie in de eerste plaats geschikt voor middelgrote tot grote bedrijven die percelen van 5.000 m² of meer nodig hebben. Vanwege de ongewone vorm kan slechts 30 ha van de totale 42 ha oppervlakte worden benut. Volgens het ruimtelijk uitvoeringsplan zijn de volgende economische activiteiten toegestaan: productie, opslag en verwerking van goederen, productie van energie, onderzoeks- en ontwikkelingsactiviteiten, op- en overslag, voorraadbeheer, groepage, fysieke distributie en groothandel, afvalverwerking met inbegrip van recyclage, verwerking en bewerking van mest en slib, verwerking en bewerking van grondstoffen met inbegrip van delfstoffen.

Een mogelijke indeling van het bedrijventerrein De Spie wordt weergegeven in afb. 98. De uiteindelijke indeling zal men bepalen in de uitgiftefase, afgestemd op de behoeften van de ondernemingen die zich er willen vestigen.



Afb. 98: voorstel indeling van het Industriepark De Spie (bron: wvi)

10.11.3 CO₂-arme energieproductie

Wvi voerde in samenwerking met Power-Link Universiteit Gent een studie uit om na te gaan welke technologieën kunnen bijdragen aan CO₂-neutraliteit op het bedrijventerrein De Spie en de impact hiervan op de ruimtelijke planning.

Zonne-energie: het potentieel aan zonne-energie kan worden benut op bedrijfsniveau via op het dak gemonterde fotovoltaïsche en thermische zonnepanelen of folies. Door een goede oriëntatie van de daken en een goede indeling van het bedrijventerrein vermijdt men schaduw en maximaliseert men de elektriciteitsopbrengst.

Windenergie: men bestudeerde het potentieel aan windenergie op het bedrijventerrein De Spie. Men bepaalde de mogelijke locaties voor grote windturbines, rekening houdend met de ruimtelijke randvoorwaarden als gevolg van huisvesting, natuurbeschermingsgebieden, infrastructuur en leidingen (zie afb. 99). Bovendien is het ook mogelijk om kleine of middelgrote turbines te installeren, bij voorkeur aan de westelijke grens van het terrein.



Afb. 99: Voorstel voor inplanting windturbines met een ashoogte van 90 m (bron: wvi)

Afb. 100: Bestaand warmtenet Brugge (bron: POM West-Vlaanderen)

Warmtekrachtkoppeling: voor de CO₂-neutrale opwekking van elektriciteit en verwarming is een op biomassa werkende WKK-installatie een interessante optie. Welke partner een dergelijk project kan opstarten is nog te bepalen.

Geothermie: de studie heeft aangetoond dat de ondergrond niet geschikt is voor warmte-koudeopslag, maar de implementatie van een BEO-veld of energiepalen is wel mogelijk.

Verwarming en koeling met oppervlaktewater: warmte voor ruimteverwarming/-koeling van bedrijfspanden zou men kunnen onttrekken uit de waterbuffers die gepland zijn op het bedrijventerrein of uit de Lisseweege Vaart. Bovendien zou men de percelen naast de waterbuffers kunnen voorbehouden voor datacenters omdat die aanzienlijke ruimtekoeling nodig hebben.

Energieopslag: het elektriciteitsnet in het gebied van De Spie kent congestieproblemen. In het verleden kon daardoor een bedrijf voor verwerking van biomassa op die plek niet gevestigd worden. Het zou nl. een overbelasting van het lokale net veroorzaakt hebben. Om het hoofd te bieden aan dit probleem loopt er op dit moment een project om de capaciteit van het elektriciteitsnet tussen Zomergem en Zeebrugge uit te breiden. Op De Spie wordt een perceel voorbehouden voor een transformatorstation. Met deze netverzwaring wordt op De Spie de vestiging mogelijk van bedrijven die elektriciteit produceren.

Warmtenet: indien men een WKK-centrale met biomassa installeert op De Spie of op een aangrenzend bedrijventerrein, dan raadt men aan om deze te verbinden met het bestaande warmtenet van Brugge. Omdat die aansluiting zich in het zuiden van het bedrijventerrein bevindt dient men ondernemingen met een grote warmtevraag op die plek te concentreren. In het ruimtelijk plan van De Spie dient men de ruimte te voorzien die nodig is voor het realiseren van een warmtenet. Bovendien kan men overtollige warmte die men niet aan het warmtenet kan afleveren omzetten in elektriciteit via een ORC (Organic Rankine Cycle).

Mobiliteit: De Spie wordt begrensd door spoorlijnen, wat een stimulans is voor bedrijven die mogelijk hun grondstoffen via het spoor laten leveren of via het spoor hun producten transporteren. Over de mogelijkheden op dit vlak moet de spoorwegnetbeheerder echter wel nog geraadpleegd worden. Bovendien kan men een Greenpoint installeren om voor transportdoeleinden de overgang van fossiele brandstoffen naar waterstof en biogas te stimuleren.

Energie-efficiëntie: wvi zal tijdens de uitgiftefase de bouw van duurzame en energie-efficiënte gebouwen promoten. In de exploitatiefase zal men de mogelijkheden voor energieclustering onderzoeken (zie 7).

10.11.4 Economische haalbaarheid

De economische haalbaarheid van een warmtenet op een bedrijventerrein wordt beschreven in 10.5. Wanneer de bestemming en de verdere ontwikkeling van het bedrijventerrein meer concrete vormen aanneemt kunnen mogelijke subsidiekanalen worden geanalyseerd.

10.11.5 Evaluatie

Energieopwekking met lage CO₂-uitstoot wordt gemakkelijker gemaakt door een slim ruimtelijk ontwerp van het bedrijventerrein. Men dient ruimte te voorzien voor windturbines, geothermische installaties, WKK-installaties, warmtenetten, enz. Aaneengesloten gebouwen en optimale oriëntatie van gebouwen moeten worden gestimuleerd in de bouwvoorschriften en de ruimtelijke ordening. Dit project benadrukt het belang van het in kaart brengen van het energiepotentieel van het bedrijvenpark en zijn omgeving. Het vertrekt vanuit de superstructuur van het energiesysteem zoals beschreven in 4.2.

10.11.6 Vervolg

Wvi blijft zich focussen op mogelijkheden voor CO₂-neutraliteit tijdens de ontwikkeling van het bedrijventerrein De Spie en zal, waar mogelijk, haar rol opnemen als facilitator of manager.

10.12 Bedrijfsverzamelgebouw Veurne

10.12.1 Inleiding

In Veurne gaat men naast het bestaande 'Industrieterrein II' een nieuw bedrijventerrein voor lokale bedrijven ontwikkelen. Wvi voerde een studie uit om na te gaan welke soort CO₂-arme maatregelen men kan integreren in het ontwerp van bedrijfsverzamelgebouwen op het bedrijventerrein.

10.12.2 Sitebeschrijving

Het nieuwe nog te ontwikkelen bedrijventerrein ligt ten noordwesten van Veurne. Het grenst aan het reeds bestaande 'Industrieterrein II' (zie afb. 100). Het park is bestemd voor lokale bedrijven met een maximale kavelgrootte van 5.000 m² (zie afb. 101). Wvi voorziet twee bedrijfsverzamelgebouwen zodat men de beschikbare ruimte zo efficiënt mogelijk gebruikt en om een oplossing te bieden voor bedrijven die maar weinig ruimte nodig hebben (zie afb. 102). Het eerste bevindt zich in de Pannestraat en wordt voorbehouden voor bedrijven met kantoren, showrooms of woningen en die een zichtlocatie willen. Het tweede ligt binnen het bedrijventerrein en is bedoeld voor bedrijven die opslagruimte of werkruimte nodig hebben, en die hiervoor niet speciaal een zichtlocatie wensen.



Afb. 101: Ligging nieuw bedrijventerrein Veurne



Afb. 102: Luchtfoto nieuw bedrijventerrein en het aangrenzende reeds bestaande 'Industrieterrein II' in Veurne

Volgens het ruimtelijk uitvoeringsplan laat men de volgende economische activiteiten toe: productie, werkplaats, opslag, groothandel en herstelwerkplaatsen voor auto's. Bovendien kan men woningen of verkoopruimtes met een kleine oppervlakte die bij een bedrijf horen toelaten. Commerciële functies, detailhandel, gebouwen met enkel kantoren of autonome publiekgerichte restaurants zijn echter niet toegestaan.



Afb. 103: Twee bedrijfsverzamelgebouwen op nieuw nog te ontwikkelen bedrijventerrein Veurne

10.12.3 Energiegebruik

Gezien de gebouwen geschakeld worden is de verliesoppervlakte kleiner. Bij de halfopen modules (aan beide uiteinden) ligt het warmteverlies 18% lager t.o.v. een open module. De aaneengesloten modules (ingesloten) hebben 31% minder warmteverlies. Dit leidt tot een lagere warmtevraag voor ruimteverwarming. De warmtevraag van een gebouwmodule kan worden geschat met behulp van de volgende formule:

$$Q_{space\ heating} = U_{average} \times A_{heat\ loss} \times N_{dd} \times 24h$$

with: $Q_{space\ heating}$ jaarlijkse vraag ruimteverwarming [kWh]
 $U_{average}$ gemiddelde warmte-overdrachtscoëfficiënt [W/m²/K]
 $A_{heat\ loss}$ oppervlakte warmteverlies [m²]
 N_{dd} jaarlijks aantal graaddagen [K]

Een graaddag is het positieve verschil tussen een vaste referentietemperatuur en de gemiddelde buitentemperatuur van een bepaalde dag. Deze referentietemperatuur T_{ref} geeft de buitentemperatuur waarbij ruimteverwarming vereist is en hangt af van de gewenste binnentemperatuur (T_{ref}: 16,5°C voor kantoren en woningen 13°C voor werkplaatsen, 3°C voor bescherming tegen vorst). Men telt graaddagen samen voor alle dagen van het jaar en dit geeft het aantal graaddagen per jaar aan. Tabel 33 geeft de jaarlijkse warmtevraag weer voor een aaneengesloten (ingesloten) module. Bij deze berekening wordt geen rekening gehouden met potentiële warmtewinst (bijv. door motoren, verlichting, enz.) of potentieel warmteverlies (bijv. door ventilatie, open poorten, enz.).

Tabel 34: Berekening jaarlijkse warmtevraag van een aaneengesloten bouwmodule

Parameters van de module		Warmtevraag van een module		
$U_{average}$	0,5 W/(m ² .K)	T _{ref}	kWh	kWh/m ²
$A_{heat\ loss}$	794 m ²	16,5°C	24.094	89
N_{dd} (2012) 16,5°C	2327 K	13°C	14.775	55
N_{dd} (2012) 13°C	1427 K	3°C	1.595	6
N_{dd} (2012) 3°C	154 K			
A_{floor}	265 m ²			

10.12.4 CO₂-arme energieproductie

Grondwarmtepomp: ondiepe geothermie kan gebruikt worden om CO₂-arme ruimteverwarming te leveren. Een dergelijke installatie bestaat uit verticale of horizontale bodemwarmtewisselaars, aangesloten op een warmtepomp (water/water) die het temperatuurniveau van de onttrokken warmte verhoogt. Vervolgens levert men deze laagtemperatuurwarmte aan radiatoren in kantoren en warmtepanelen in werkplaatsen en hallen. De boorgaten die men moet boren voor het realiseren van verticale bodemwarmtewisselaars zijn duur. Bij dit project heeft men 3 boorgaten per bouwmodule nodig. Men kan verticale warmtewisselaars ook integreren in de funderingspalen van de bedrijfsverzamelgebouwen maar de paallengte (12 m) volstaat niet om voldoende warmte te onttrekken.

Luchtwarmtepomp: in de verwarmingsmodus onttrekt een luchtwarmtepomp (lucht/lucht) warmte uit de buitenlucht en brengt die naar een hoger temperatuurniveau zodat de binnenlucht wordt opgewarmd. In de koelmodus wordt de werking omgekeerd zodat de warmte uit de binnenlucht wordt onttrokken, naar een hoger temperatuurniveau wordt gebracht en naar de buitenlucht wordt gestuwd. Met een dergelijk systeem is het mogelijk om snel een ruimte te verwarmen of te koelen. Voor kantoren zou men een collectief systeem kunnen ontwerpen. Voor industriële hallen kan men het ventilatiesysteem en de warmtepomp integreren.

Condensatieketel op aardgas: ruimteverwarming van kantoorgebouwen kan men ook voorzien met een condensatieketel op aardgas die warmte levert aan radiatoren of aan een vloerverwarmingssysteem. Industriële hallen kan men verwarmen met warmtepanelen die aangesloten zijn op de centrale ketel of als alternatief met autonome condenserende luchtverwarmers. In industriële hallen kan vloerverwarming ontoereikend zijn omwille van de grote vloeroppervlaktes en de vereiste flexibiliteit voor veranderingen van economische activiteiten. De combinatie van een condensatieketel met een laagtemperatuurverwarmingssysteem zorgt niet voor een lager gasverbruik. Het vergemakkelijkt wel de overgang naar CO₂-arme technologieën die warmte opwekken bij lagere temperaturen (zonneboiler, grondwarmtepomp of warmtenet).

Fotovoltaïsche zonnepanelen: het dak van elke unit van het bedrijfsverzamelgebouw biedt ruimte voor het plaatsen van een 5kW-piek PV-systeem.

10.12.5 Economische haalbaarheid

Tabel 34 geeft een vergelijking tussen een aardgasgestookte condensatieketel en een grondwarmtepomp met een warmtebelastingcapaciteit van 10 kW. Het verschil in investeringskosten tussen de warmtepomp en de aardgasketel wordt teruggewonnen door de besparingen op de jaarlijkse energiekosten. De terugverdientijd is 25 jaar als de warmtepomp wordt gevoed met elektriciteit van het net en 11 jaar als de warmtepomp werkt op elektriciteit die door het lokale PV-systeem wordt opgewekt. Warmtepompen worden door de Vlaamse regering gesubsidieerd via de ecologiepremie (zie 2.6.1) en met premies die door de netbeheerder worden gegeven. Bij deze kostenberekening houdt men echter geen rekening met subsidies omdat deze op dit moment zeer snel evolueren.

Tabel 35: Vergelijking kosten/investeringen warmtepomp t.o.v. gasketel

	Aardgas-ketel	Warmtepomp (COP 4,4)	Vershil	Terugverdientijd
Benodigdheden	€ 3.700	€ 8.000		
Boorgat		€ 7.000		
Aardgasaansluiting	€ 2.150			
Totale investeringskosten	€ 5.850	€ 15.000	€ + 9.150	
Jaarlijks energie-verbruik	24.000 kWh aardgas	5.459 kWh elektriciteit		
Zonder PV				
Kostprijs energie	0,0527 €/kWh	0,165 €/kWh (1)		
Jaarlijkse energiekosten	€ 1.265	€ 900	€ - 365	25 jaar
Met PV				
Kostprijs energie	0,0527 €/kWh	0,08 €/kWh (2)		
Jaarlijkse energiekosten	€ 1.265	€ 437	€ - 828	11 jaar
<small>(1): 50% piekuren: 0,2 €/kWh, 50% daluren: 0,13 €/kWh (2): 0,08 €/kWh (investering € 7.900 gespreid over 20 jaar)</small>				

10.12.6 Evaluatie

Omdat men een zekere flexibiliteit moet behouden inzake de activiteiten van bedrijven die zich vestigen in de bedrijfsverzamelgebouwen is het moeilijk om a priori een systeem voor ruimteverwarming te bepalen. Vloerverwarming zou bijvoorbeeld geen goede oplossing zijn voor opslag en koelruimten. Om die reden heeft wvi beslist om niet in een ruimteverwarmingssysteem te investeren (individueel of collectief). Wvi zal evenwel een 5kWp PV-systeem installeren op het dak van elke unit van het bedrijfsverzamelgebouw langs de Pannestraat.

De terugverdientijd van een grondwarmtepompsysteem is vrij lang, in vergelijking met een conventionele condensatieketel. Wanneer er goedkope elektriciteit beschikbaar is, bijv. via een eigen PV-installatie, dan wordt de terugverdientijd ingekort. Natuurlijk moet rekening worden gehouden met de investering in de PV-installatie.

10.12.7 Vervolg

Indien de bedrijfsactiviteiten en de overeenkomstige warmtevragen van de bedrijven die zich in het bedrijfsverzamelgebouw vestigen bekend zouden zijn, zou wvi een collectieve verwarmingsinstallatie kunnen voorzien.

10.13 Ondersteuningstraject voor CO₂-neutrale bedrijventerreinen

10.13.1 Inleiding

Wvi biedt gratis advies over energie-efficiëntie bij het ontwerp, de constructie en exploitatie van bedrijfsgebouwen aan alle bedrijven die zich op een CO₂-neutraal bedrijventerrein van wvi vestigen.

10.13.2 CO₂-neutrale bedrijventerreinen

Wvi ontwikkelt CO₂-neutrale bedrijventerreinen waarop ondernemingen dienen te zorgen voor een CO₂-neutraal elektriciteitsverbruik (zie 3.7 en 3.7). Bedrijven die zich op deze bedrijventerreinen vestigen ontvangen gratis advies over energie-efficiëntie bij het ontwerp, de constructie en de exploitatie van hun bedrijfsgebouwen. Een uitgebreide lijst van energie-efficiëntie maatregelen wordt gegeven in 5.4.1. De koolstofarme strategie van wvi is bedoeld om de consumptie en productie van hernieuwbare energie op haar bedrijventerreinen te verhogen. Ze wil duurzaam bouwen bevorderen, demogelijkheden voor energieclustering al in een vroege fase detecteren (zie 7) en tegelijkertijd de energiefactuur verlagen.

De meeste door wvi ontwikkelde bedrijventerreinen (zie afb. 103) kan men als CO₂-neutraal bestempelen en negen ervan bevinden zich in de uitgiftfase. Vier ontwikkelingen zijn regionale bedrijventerreinen die bestemd zijn voor bedrijven die percelen wensen die groter zijn dan 5000 m². Eén ervan is bedoeld voor autohandelzone en de rest zijn kleinere bedrijventerreinen voor KMO's die percelen wensen die kleiner zijn dan 5.000 m².



10.13.3 Evaluatie

Advies over energie-efficiënt bouwen heeft het meest effect als het gegeven wordt op maat van de ondernemingen. Wvi biedt ondersteuning aan bedrijven voor het vinden van subsidies, het aanvragen van milieuvergunningen en het vinden van deskundigen.

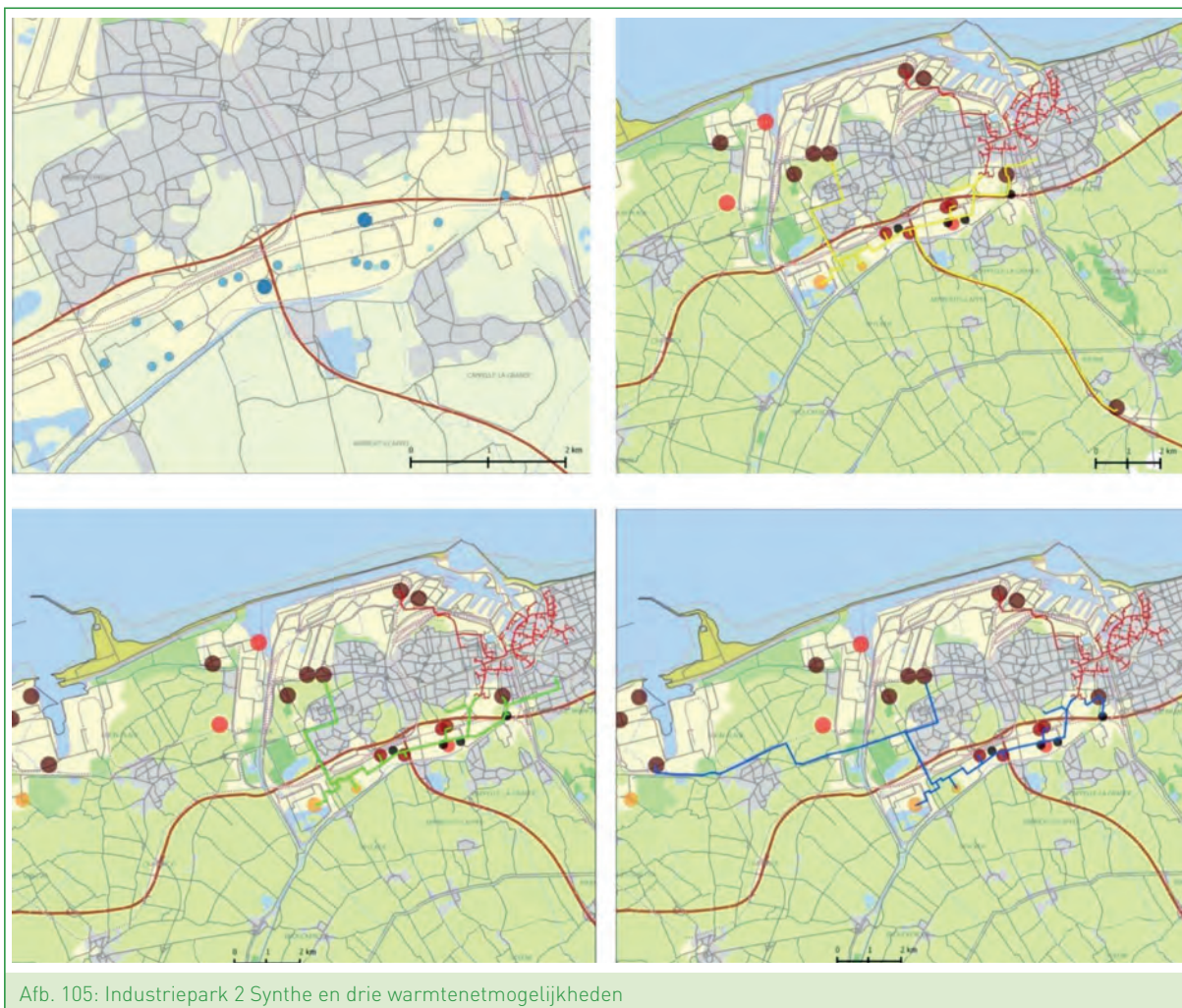
10.13.4 Vervolg

Bij de bedrijven voert men een tevredenheidsenquête uit i.v.m. de begeleiding die ze kregen en de implementatiegraad van de voorgestelde energiemaatregelen. Een website met informatie over energiezuinig bouwen werd opgemaakt, zie www.co2n.be.

10.14 Warmtenet industriepark “2 Synthe”

ECOPAL onderzocht de haalbaarheid van restwarmte-uitwisseling via een warmtenet op het bedrijventerrein ‘2 Synthe’, in samenwerking met de lokale overheden, de lokale bedrijfsverenigingen en ondernemingen, ADEME, enz. Men inventariseerde de warmtevraag en het aanbod van restwarmte op de site. Verdere doelstellingen waren bedrijven rond Duinkerke sensibiliseren in de overgang naar een duurzame regio en hen ondersteuning bieden in het beheer van hun energiekosten.

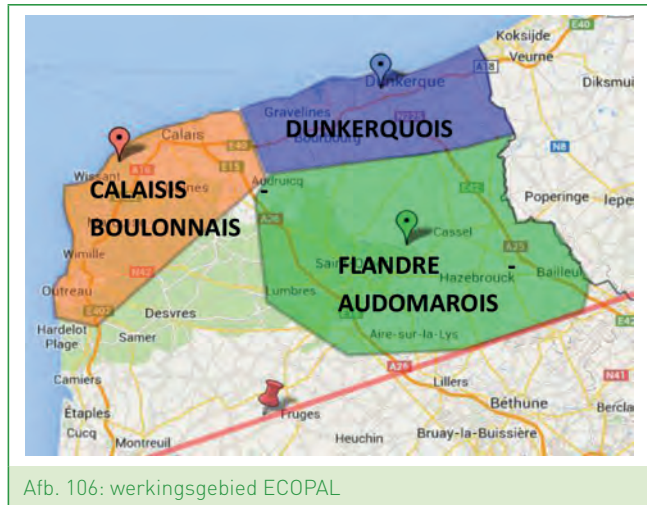
De studie lokaliseerde de bedrijven die restwarmte konden aanbieden en zij die een vraag naar restwarmte hadden. De resultaten werden geïntegreerd in de plannen voor een stadsverwarmingsnet in Duinkerke (zie afb. 104). Op een totaal van 160 bedrijven uit de industriezone zijn er 35 met een potentieel voor deelname aan het warmtenet. 21 ervan vertegenwoordigen een totaal potentieel aan restwarmte van 148.283 MWh per jaar en een energievraag (eindverbruik), vooral naar elektriciteit, van 330.000 MWh per jaar.



10.15 Collectieve afvalophaling en -verwerking

10.15.1 Inleiding

Ecopal streeft sinds 2001 naar gesloten kringlopen in de stromen van hulpbronnen in en rond Duinkerke. Het gebied waar ECOPAL actief is, is te zien in afb. 105. Tijdens het ACE-project heeft de organisatie ondernemingen aangespoord om informatie uit te wisselen over hun stromen inzake energie, hulpbronnen en water. Uitgaande van deze inventaris stelde men mogelijkheden vast voor industriële ecologie tussen bedrijven op het vlak van terugwinning en hergebruik van restwarmte, restafval, bijproducten of afvalwater en clustering van diensten. Het doel is de besparing van energie en grondstoffen en om zowel de kosten als de druk op het milieu te verlagen.



Afb. 106: werkingsgebied ECOPAL

Het ledenbestand van ECOPAL bestaat uit

- 30% zeer kleine bedrijven (restaurant, engineering, garage, bouw, kleinhandel)
- 62% KMO's (metaalbewerking, voeding, mechanische werkplaats)
- 5% grote ondernemingen (staalproductie, raffinaderij, energieopwekking)
- 5% grote ondernemingen (staalproductie, raffinaderij, energieopwekking)

In de eerste plaats organiseert ECOPAL clustering van diensten voor bedrijven, zoals bijv. afvalinzameling. Ten tweede ligt de focus op de vervanging van primaire door secundaire stromen van hulpbronnen (restafval of bijproducten), vervanging van zoet water door afvalwater en de vervanging van verbranding van fossiele brandstoffen door afvalverbranding of gebruik van restwarmte. Als men afvalstromen en bijproducten opnieuw integreert in het lokale systeem, dan vermijdt men gebruik van primaire hulpbronnen en de uitstoot die gerelateerd is met de winning en het transport ervan. Ook de kosten voor het verwerken van de afvalstromen of de bijproducten worden verlaagd of vermeden.

10.15.2 Collectieve afvalinzameling

Een voorbeeld van dienstenclustering is de collectieve inzameling van lege inktpatronen. Door een lager aantal voertuigkilometers worden er minder fossiele brandstoffen verbruikt en is er minder CO₂-emissie (zie tabel 35). Voor alle collectieve afvalinzamelingsprojecten geeft tabel 36 een overzicht van de CO₂-besparingen door het verlagen van de transportafstand en de kostenbesparing van collectieve inzameling in vergelijking met individuele inzameling door afvalverwerkingsbedrijven.

Tabel 36: CO₂ besparing door collectieve inzameling van lege inktpatronen

	Feb.	April	Juni	Sept.	Okt.	Dec.	Totaal
Deelnemers	11	9	9	7	9	11	56
Individuele verwijdering van afvalstoffen							
km naar afvalverwijderingspunt	1991	1629	1629	1267	1629	1991	10136
Collectieve afvalinzameling							
effectief gereden km	211	205	205	200	205	211	1237
bespaarde km	1780	1424	1424	1067	1424	1780	8899
Ton afval	0,46	0,5	0,3	0,36	0,22	0,26	2,1
km. x vermeden aantal ton	819	712	427	384	313	463	18688
kg CO ₂ /km/ton							0,175
ton CO ₂ vermeden							3,270

Tabel 37: besparing collectieve afvalinzamelingsprojecten van ECOPAL

Afvalsoort	Afvalbedrijf	# bedrijven	Ton CO ₂ vermeden	# inzamelingen	Ton opgehaald	Kostenbesparing
Papier, karton, plastic films	Baudelet	32	10,52	24	43	22.494
Papier	Veolia	43	8,07	12	18	9.832
Papier, plastic films	Veolia	74	9,39	24	82	49.727
Vertrouwelijke archieven	Van Gansewinkel	21	5,31	6	16	1.630
AEEA	Envie2E	18	1,86	4	15	3.000
Gevaarlijk afval	Chimirec Norec	46	5,39	12	66	11.727
Batterijen en accu's	-	42	-	12	1	-
Inktpatronen	Eeko	47	3,27	6	105	418
Olie-afscheiders	Astradec	8	0,92	2	20	2.230

10.15.3 Vervanging van primaire grondstoffen door secundaire stromen

Bedrijven kunnen primaire hulpbronnen vervangen door restafval of door producten die ontstaan door processen van henzelf of van andere bedrijven. Fossiele brandstoffen kunnen worden vervangen door restafval of -warmte. ECOPAL is begonnen met een inventaris van alle inkomende en uitgaande materiaalstromen in de industriezone van Duinkerke om mogelijkheden te kunnen ontdekken voor het ontwikkelen van synergieprojecten.

De synergie tussen het staalbedrijf Arcelor Mittal en het overslagbedrijf Sea-bulk kan als voorbeeld genomen worden. Sea-bulk levert ijzererts en steenkool aan Arcelor Mittal. De twee bedrijven hebben op deze manier een sterke band. Het restafval dat Sea-bulk heeft door het onderhoud van de infrastructuur van het bedrijf (wegen, kades, transportbanden,...) bevat steenkool en verschillende mineralen die kunnen worden gebruikt bij het sinterproces van Arcelor Mittal. Om verstoring van het sinterproces te voorkomen moet deze afvalstroom evenwel eerst worden behandeld in een installatie voor homogenisering op het staalbedrijf. Dankzij de goede relatie tussen de twee bedrijven kon deze synergie snel tot stand worden gebracht.

Verder startte ECOPAL een ruilsysteem op waarbij bedrijven elke maand hun vraag naar of aanbod van materialen (palletten, afstandhouders voor palletten, houten kisten, riemen, latten) en apparatuur kunnen bekendmaken.

10.15.4 Evaluatie

ECOPAL zorgt met succes voor een vlottere industriële symbiose dankzij de geografische nabijheid van haar leden, een goed contact met de lokale stakeholders en kennis van het gebied. Wat synergieën bemoeilijkt zijn technische belemmeringen, zoals een grote variatie van afvalsoorten, kleine hoeveelheden en de discontinuïteit van bepaalde afvalstromen. Met deze aanpak drukt men de kosten en verlaagt men de druk op het milieu door de industrie. Het zet aan tot economische ontwikkeling (nieuwe vaardigheden, technieken, technologieën, processen, onderzoek en ontwikkeling). Het bevordert tevens de ontwikkeling van nieuwe financiële steunmaatregelen voor industriële investeringen. Door effectief renderende langetermijnsynergieën tussen bedrijven door te voeren promoot men het concept industriële symbiose.

10.15.5 Vervolg

ECOPAL gaat verder met de inventarisatie van de materiaalstromen en synergieprojecten en wil de aanpak uitbreiden naar het volledige werkingsgebied en daarbuiten.

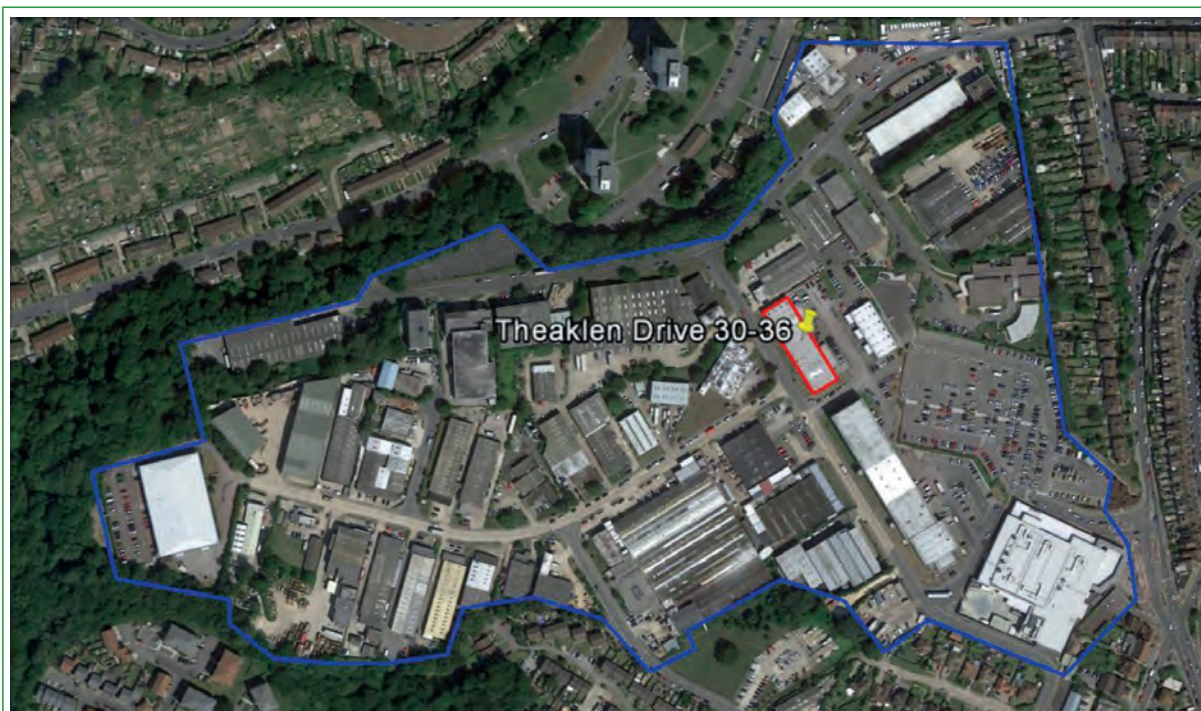
10.16 Theaklen Drive renovatieproject

10.16.1 Inleiding

Hastings Borough Council bepaalde en evalueerde de beste CO₂-arme maatregelen voor de renovatie van vier industriële units in Theaklen Drive van het Ponswood Industrial Estate. Dit project kan dienen als een proefproject voor het moderniseren en energie-efficiënter maken van de 62 industriële gebouwen van het bedrijventerrein Ponswood (zie afb. 106).

10.16.2 Sitebeschrijving

De Theaklen Drive Unit (ca. 1400m²) werd gebouwd in 1989. Het gebouw heeft in de loop der tijd al een hele reeks huurders gehad, van meubelopslagplaats tot op heden een huurder die het gebruikt als garage en werkplaats voor motoren. Op dit moment worden drie van de gebouwen ingenomen door Langley Garage. De rest van het gebouw staat leeg. Het gebouw is een enkelvoudig losstaand rechthoekig 'multifunctioneel bedrijfsgebouw'. Het is opgetrokken uit een stalen geraamte, bekleed met metalen profielplaten en glaswolisolatie (zie afb. 107). De betonnen vloeren werden niet geïsoleerd en het dak werd afgewerkt met een enkel membraan uit PVC en waarschijnlijk geïsoleerd (niet gecheckt) met een 30 tot 50 mm dikke polystyreenplaat. De units krijgen licht binnen via aluminium vensters met enkele beglazing en 48 lichtkoepels uit polycarbonaat. Het dakmembraan en de lichtkoepels waren aan het einde van hun levensduur.



Afb. 107: Locatie 30 – 36 Theaklen Drive, Ponswood Industrial Estate, UK (2013)



Afb. 108: Locatie 30 – 36 Theaklen Drive, Ponswood Industrial Estate, UK (2013)

10.16.3 Koolstofarme maatregelen

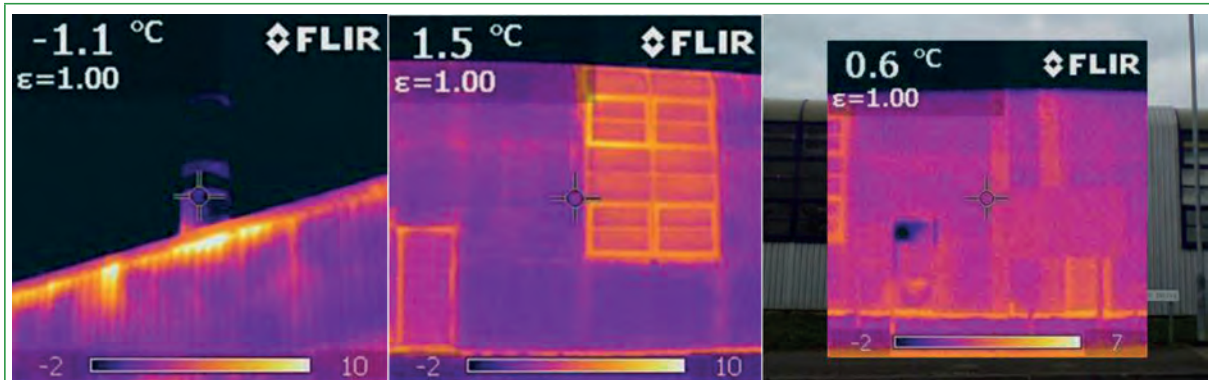
Een studie van BBM Sustainable Design Limited (Dip Arch RIBA Ian McKay) identificeerde energiemaatregelen met een goede balans tussen de daling van de CO₂-emissies en de investeringskosten. Op basis hiervan stelde men een top vijf van energiemaatregelen op. Men volgde de strategie van de Trias Energetica (zie 3.3) en onderzocht dus eerst de maatregelen voor het beperken van de energievraag en vervolgens de opwekking van hernieuwbare energie.

1. Dakisolatie:

Vanwege de grootte van industriële gebouwen vormt het dak een aanzienlijk groter oppervlak voor warmteverlies dan de muren. Bovendien accumuleert warme lucht onder het dak doordat deze opstijgt in het gebouw. Om warmteverliezen te beperken is een goed geïsoleerd dak dus erg belangrijk. Bij het ontwerp van oudere industriële gebouwen werd weinig of geen isolatie aangebracht. Bijgevolg kan het nodig zijn om de borstweringen en opstaande randen langs het dak te veranderen zodat dakisolatie kan worden aangebracht. Tegelijkertijd zou het weerbestendige dakmembraan moeten vervangen worden.

2. Wandisolatie

Naast het dak zijn ook de buitenmuren van industriële gebouwen verantwoordelijk voor een aanzienlijk deel van het warmteverlies naar buiten toe (zie afb. 108). Bij veel bouwtechnieken gebruikt men isolatiwol tussen metalen sandwichpanelen, een techniek die vatbaar is voor doorzakking. Met een thermografische camera kan men dit probleem onderzoeken, maar de resultaten moeten zorgvuldig worden geïnterpreteerd omdat door reflectie van de bekleding vervorming kan optreden. Nieuwe bevestigingsystemen in de diepte laten toe dat men bredere stroken bekleding kan plaatsen zodat de isolatiedikte kan verhogen en doorzakken wordt voorkomen. Voor (gedeelten van) gebouwen die aan de zon blootgesteld zijn is het mogelijk om de warmtevraag met ongeveer 20% te verminderen door de toepassing van metalen profielbekledingen met geïntegreerde luchtkanalen. Door directe zonnestraling wordt de lucht in de ribbels voorverwarmd en via het ventilatiesysteem naar binnen gevoerd. De verbetering of vervanging van de isolatie kan men laten samenvallen met de vervanging van de wandbekleding aan het einde van haar levensduur.



Afb. 109: warmtebeelden van Theaklen Drive, 34

3. Verbeteren perimeterisolatie

Doordat industriële gebouwen een groot vloeroppervlak hebben is de isolatie van de volledige vloer duur. Het warmteverlies via de vloerplaat op het gelijkvloers is geconcentreerd in een twee meter brede zone langs de perimeter (zie afb. 108). Warmteverlies kan men bijgevolg aanzienlijk verminderen door verticale isolatie van de buitenste rand van de vloerplaat of de buitenplint. Zo maakt men een thermische onderbreking. Men kan de geïsoleerde plint laten doorlopen in de grond en laten ophouden net boven de fundering.

4. Vensters en deuren verbeteren

Voor industriële gebouwen is de bijdrage van het oppervlak van de vensters en deuren aan de totale warmteverliesoppervlakte van de gebouwschil aanzienlijk kleiner dan bij residentiële gebouwen. Bijgevolg zal de relatieve vermindering van de warmtevraag door het vervangen van enkel glas door dubbel glas en de installatie van geïsoleerde deuren kleiner zijn voor industriële dan voor residentiële units. Bij de vervanging van deuren en vensters dient de luchtdichtheid bij de afdichtingen verbeterd te worden bijv. met zelfklevende tapes en mastiek.

5. Verbeteren van lichtkoepels

Veel industriële hallen zijn voorzien van polycarbonaat lichtkoepels van lage kwaliteit. Hun thermisch isolatiepeil is slecht en door de uv-straling worden ze na verloop van tijd minder transparant. Nieuwe lichtkoker-technologie en verbeterde materialen voor beglazing laten meer daglicht door en verminderen de behoefte aan kunstlicht (zie 5.4.1.).

6. Extra energiemaatregelen

Extra energiemaatregelen zijn de toepassing van verwarmingssystemen met stralingsverwarming als vervanging voor systemen die gebaseerd zijn op convectie (zie 5.4.1.), energiebesparende verlichting en door daglicht gestuurd kunstlicht (zie 5.4.1), PV-zonnepanelen voor elektriciteitsopwekking en thermische zonnepanelen voor warm sanitair water (zie 6.5.1).

10.16.4 Economische haalbaarheid

Omdat de kostprijs voor een vergelijkbare nieuwbouw tussen 1,2 miljoen à 1,7 miljoen pond zou liggen verkoos men om het gebouw in Theaklen Drive te renoveren. Het project werd voltooid in februari 2014 en ontving een investeringssteun van 450.000 pond van de gemeenteraad en EFRO. De energiemaatregelen die werden geïmplementeerd zijn: installatie van lichtkokers voor zonlicht, snelsluitende poorten en dubbele beglazing voor vensters en deuren, isolatie van het dak en van de vloerplint rondom, versteviging van de dakstructuur voor PV-zonnepanelen en energiebesparende verlichting. Men verwacht 28% verbetering van de efficiëntie met als resultaat lagere energiefacturen. Bovendien wordt de levensduur van deze industriële units verlengd met nog eens 25 jaar.

De installatie van PV-systemen zou ongeveer 15.000 Britse pond kosten. Wanneer men echter rekening houdt met de huidige injectievergoeding schatte men dat de opbrengst van een PV-installatie t.w.v. 15.000 pond op de bouwunit nr. 30 per jaar 3.648kWh zou zijn. Op basis van een algemene vergoeding van 13,9 pond/kWh zou het jaarlijkse rendement 863 pond bedragen. Dit betekent dat de terugverdientijd ongeveer 17 jaar is. Men heeft toen besloten om het dak alleen maar klaar te maken voor PV-installaties zodat de verhuurder of huurder in de toekomst zelf kan kiezen.

10.16.5 Evaluatie

HBC staat als verhuurder onder druk om de units te leasen om zo te zorgen voor blijvende inkomsten. Hierdoor was de realisatie van het project afhankelijk van de bereidheid van de huurder om mee te werken aan de CO₂-arme renovatie. Tegelijkertijd was dit ook de sleutel tot succes.

De keuze tussen renovatie en nieuwbouw staat bij dit project centraal en de beslissing hangt af van de return on investment (ROI). In dit geval bleek uit de analyse dat ecologische renovatie van de units 30-36 voor ca. 630.000 euro en hiermee een verlenging met 25 jaar van de levensduur bereiken een besparing oplevert van één miljoen euro. Bovendien is de bouwtijd en de CO₂-impact voor renovatie beduidend lager dan bij nieuwbouw. Daarenboven kunnen de huurders behouden worden.

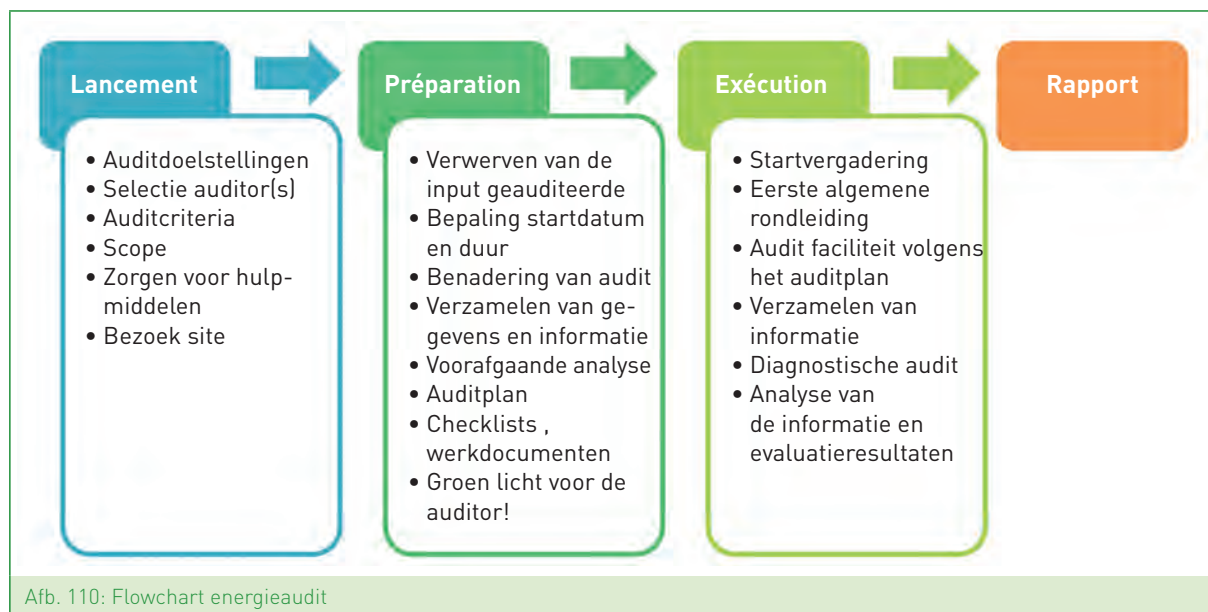
Om de CO₂-emissies te verlagen is het nodig dat er wederzijdse voordelen aanwezig zijn, zowel voor de huurder als voor de eigenaar. Bij dit project begrepen HBC (de eigenaar) en Langley's (de huurder) dat energie-efficiëntie en afvalbeheer direct konden leiden tot een kostenbesparing voor hun onderneming. Het was duidelijk dat de winst zou toenemen, dat het een duurzaam project was en dat er voor HBC continuïteit was verzekerd naar inkomsten toe.

10.16.6 Vervolg

De impact van de voorgestelde werken zullen overwogen worden in de uitgave *Answers to the Carbon Economy – for the Theaklen Drive Refurbishment Project. Hastings Borough Council – Business Case: deel twee (Juni 2014).*

Bijlage

Afb. 109 geeft de verschillende stappen weer van het auditproces (Office of Energy Efficiency of Natural Resources Canada, 2002).



Afb. 110: Flowchart energieaudit

1. Opstartfase van de audit

- **Uitvoering van een energieaudit**

In deze beginfase is het belangrijk om de prioriteiten vast te leggen aangaande de faciliteiten die er binnen het bedrijf zijn voor de energieaudit. Men kan dit uitvoeren volgens het energiegebruik per probleemgebied of per vloeroppervlak van een unit.
- **Auditdoelstellingen**

Doelstellingen kunnen verschillen, bijv. van bepalen en beoordelen van energieverliezen in het gebouw, follow-up van beantwoorden aan het interne beleid m.b.t. energiemangement tot het in grote lijnen aangeven van mogelijkheden voor energie-efficiëntie.
- **Selectie auditor(s)**

De auditor begeleidt de audit op het vlak van de bepaling van de scope van de audit, de criteria en andere auditvoorbereidingen.
- **Auditcriteria**

De auditcriteria van de energieaudit omvat de beleidsbepalingen en de praktijken, procedures of vereisten waarmee de auditor een vergelijking maakt ten opzichte van het verzamelde auditmateriaal over de status van het energiesysteem in de organisatie. De vereisten kunnen standaarden omvatten, richtlijnen, specifieke vereisten op organisatorisch vlak en wettelijke of reglementaire vereisten.
- **Scope**

De scope geeft de begrenzing weer van het systeem m.b.t. fysieke locatie en organisatorische activiteiten. Het omvat elk gebouw dat energie verbruikt, processen en deelprocessen, aantal apparaten/werktuigen, individuele installaties, enz.
- **Zorgen voor hulpmiddelen**

De toewijzing van hulpmiddelen moet in overeenstemming zijn met de doelstellingen en de scope, met inbegrip van:

 - ✓ toegang tot de betrokken faciliteiten, personeel en alle relevante informatie;
 - ✓ dossiers op verzoek van de auditor;
 - ✓ toelaten van metingen en verzameling van gegevens;

✓ de auditor informeren over de veiligheid van de organisatie en andere vereisten en mogelijke risico's.

- **Bezoek site**

Een bezoek brengen aan de site geeft een duidelijk beeld van de betrokken faciliteit en de scope. Bovendien kan men hierdoor problemen verduidelijken, kunnen hulpmiddelen worden geïdentificeerd en vastgelegd en kan men aanpassingen doen aan de geplande scope, de datum en de duur van de audit.

2. Voorbereiding van de audit

- **Input krijgen van de geauditeerde**

Verschillende relevante kwesties moeten duidelijk worden gecommuniceerd, zoals de scope van de audit, de voorgestelde methodologie en andere taken. Bovendien is dit het moment om te vragen welke problemen er prioriteit moeten krijgen.

- **Startdatum en geschatte duur**

- **Benadering van de audit**

De energieaudit kan uitsluitend bedoeld zijn om in grote lijnen de mogelijkheden voor energiemangement te schetsen (EMO) of het kan ook meer een gedetailleerde analyse inhouden, zodat men mogelijkheden kan bevestigen en hun omvang bepalen.

- **Verzamelen van gegevens en informatie**

Men moet gegevens verzamelen over de energiestroom en over andere informatie van energie verbruikende units. Historische informatie over verschillende energiestromen binnen de faciliteit kan worden verkregen door de analyse van energiefacturen, en door het verzamelen van productiegegevens en meteorologische gegevens. Verder kan men historische gegevens uitbreiden met lokale en directe metingen van het energiegebruik. Om een betrouwbare basis te zijn voor de berekening van het toekomstige energiegebruik dienen de gegevens de huidige activiteiten van de faciliteit weer te geven. Naast gegevens over energiestromen kunnen ook zaken zoals plannen, tekeningen en bedieningspaneelschema's nuttig zijn om units te lokaliseren die energie verbruiken.

- **Voorafgaande analyse**

In deze fase stemt men de gegevens van de nutsvoorzieningen af op de informatie van de werking van de faciliteit en bepaalt men de belangrijkste gebieden waar energiegebruik plaatsvindt. Er wordt een werkplan opgesteld voor het verzamelen van gegevens van de site, voor de analyse van de data en voor het afleveren van een auditrapport. Na dit alles kan men een grafische voorstelling van de energiebalans van de faciliteit opstellen waarmee de gebieden bekend worden waar meest energiegebruik plaatsvindt en deelgebieden die van dichtbij moeten worden gescreend tijdens de opeenvolgende fasen van de energieaudit.

- **Audit plan**

Een auditplan is een heel specifiek afgelijnd document dat toch flexibel genoeg is om veranderingen op te vangen die opduiken door onverwachte informatie en onvoorziene omstandigheden. Een energieaudit plan omvat:

- ✓ details van de organisatorische en functionele units die de audit ondergaan (met inbegrip van contactgegevens)
- ✓ datum en plaats van de audit
- ✓ auditdoelstellingen en -criteria
- ✓ audit scope
- ✓ identificatie van auditelementen met hoge prioriteit
- ✓ een tijdschema met het verwachte tijdstip en de tijdsduur van de belangrijkste activiteiten van de audit
- ✓ namen van de leden van het auditteam
- ✓ vereisten inzake vertrouwelijkheid
- ✓ het formaat van het auditrapport, de verwachte datum van levering en verspreiding

✓ **Checklists en werkdocumenten**

Het doel van een checklist is de systematische begeleiding van de auditor en stimuleert de volgende stappen van een energieaudit:

- ✓ inventaris van de bestaande meet- en regelapparatuur
- ✓ onderzoek naar de functie van de energieprestatie van de diverse systemen en processen
- ✓ inventaris van de ontbrekende gegevens en de te nemen stappen
- ✓ lijst van upgrades die nuttig zouden kunnen zijn en helpen om de kosten te schatten
- ✓ schatting van de energiebesparingen

• **Groen licht voor de auditor!**

Wanneer de volgende drie essentiële voorwaarde voor het uitvoeren van een audit aanwezig zijn:

- ✓ voldoende hulpmiddelen zijn beschikbaar
- ✓ voldoende informatie is beschikbaar
- ✓ de samenwerking met de geauditeerde is verzekerd

3. Uitvoeren van de energieaudit

• **Startvergadering**

• **Eerste algemene rondleiding**

• **Audit faciliteit volgens het auditplan**

• **Verzamelen van informatie**

Zowel de gegevens over de leveringen en het verbruik kunnen bepaald of afgeleid worden via facturatiegegevens, urregegevens van de netbeheerder, bijkomende metingen, gegevens van vorige jaren, enz. [www.ict4saveenergy.eu/wp-content/uploads/2011/12/save-energy-d23-energy-audit-methodologies-and-procedures.pdf]].

Energie- en watertoevoer

Gegevens over energie- en watertoevoer verzamelen, rangschikken in tabellen en grafisch voorstellen:

- ✓ warmtetoever (stadsverwarming, ketel op stookolie, ketel op aardgas, enz.)
- ✓ cijfergegevens warmtebron (aangevraagd vermogen/aangevraagd waterdebiet, effecten van de boiler, volume/vermogen van elektriciteitsopslag verwarming, enz.)
- ✓ eigenaar van het elektriciteitsnetwerk en de overdrachts- of distributiekosten
- ✓ leverancier van elektriciteit en het soort tarief
- ✓ elektriciteitsvoorziening aan huurders
- ✓ capaciteit van de stroomaansluiting
- ✓ voor water, de toevoer van water en de behandeling van afvalwater

Energie- en waterverbruik

Gegevens over energie- en waterverbruik verzamelen, rangschikken in tabellen en grafisch voorstellen:

Verwarming

- ✓ jaarlijks warmteverbruik in vergelijking met het gemiddelde specifieke verbruik van vergelijkbare gebouwen
- ✓ berekening van de spreiding van warmteverbruik voor het genormaliseerde verbruik van het voorgaande jaar
- ✓ het warmteverbruik kan worden opgedeeld in verwarming, ventilatie en sanitair warm water
- ✓ de warmtebelastingen van het gebouw worden verdeeld in de basisbelasting en de energetische belasting

Elektriciteit

- ✓ jaarlijks elektriciteitsverbruik in vergelijking met het gemiddelde specifieke verbruik van vergelijkbare gebouwen
- ✓ berekening van de spreiding van het elektriciteitsverbruik per afdeling van de faciliteit, bijvoorbeeld verlichting, productie, opslagfaciliteiten, kantoren en administratie, enz.
- ✓ jaarlijkse elektriciteitsverbruik verdeeld volgens apparaatgroep kan worden opgesplitst in maandelijks en dag-/nachtverbruik zodat men de vergelijking van de jaarlijkse kosten van alternatieve tarieven kan maken.
- ✓ het bepalen van het piekvermogen voor het gebouw voor de vergelijking van tarieven en voor de geschatte verdeling van elektriciteitsverbruik per apparaatgroep
- ✓ studie van de variaties van de elektrische belasting
- ✓ men stelt de elektriciteitsbelastingen van het vorige jaar voor en verdeelt die in componenten volgens de gebruikte tarieven (overdracht/verkoop)

Water

- ✓ waterverbruik van de vergelijkbare periode en op een vergelijkbare manier met de gegevens over het warmteverbruik
- ✓ bepalen van het gerealiseerde en het specifieke waterverbruik
- ✓ jaarlijkse waterkosten, verdeeld in verbruikskosten (water en afvalwater) en vaste kosten (basis-kosten, sprinklerkosten en meterhuur)

• **Diagnostische audit**

De gedetailleerde diagnostische audit is voor de auditor een hulpmiddel om operationele variaties te detecteren en te melden. Het brengt tijdelijke stroomveranderingen en andere onregelmatigheden naar voor. Deze gedetailleerde gegevensverzameling omvat ook vragen voor demonstraties en het nemen van aanvullende metingen en registraties. Wanneer al deze gegevens zijn verzameld dan kan men het haalbare energiegebruik per energiegebruikende unit berekenen en de mogelijkheden tonen voor het implementeren van veranderingen om de energie-efficiëntie te verbeteren.

• **Analyse van de informatie en evalueren van de auditresultaten**

- ✓ verifiëren van de verzamelde informatie
- ✓ formuleren van de bevindingen en opmerkingen
- ✓ aanbevelingen
- ✓ EMO's
- ✓ raming van effectiviteit van de verwachte energiebesparingen

4. Auditrapport

Het auditrapport over energie geeft een overzicht van de energie-efficiency van de faciliteit en de argumenten die met de hoge energiekosten gerelateerd zijn. Dankzij het auditrapport zal de geauditeerde begrijpen wat de beslissende factoren zijn van de voorstellen voor energiebesparing en de maatregelen waarmee de besparingen kunnen worden bereikt.

Het auditrapport beschrijft berekeningen en analyses waaronder:

- energiefuncties met het grootste potentieel voor directe verbetering.
- een kosten-batenanalyse van de toekomstige energiekosten
- de terugverdientijd van het project zodat men een potentieel energieproject kan evalueren
- de energie-intensiteit verhouding (d.w.z. gebruikte energie per unit/product)
- selectie van de EMO's
- conclusies en aanbevelingen

Referenties

OFFICE OF ENERGY EFFICIENCY OF NATURAL RESOURCES CANADA 2002. Energy Efficiency Planning and Management Guide.

Answers to the Carbon Economy (ACE) is een Interreg IVa 2 Zeeën project. De leidraad voor CO₂-arme bedrijventerreinen is een belangrijk eindresultaat van het ACE-project. Deze publicatie verzamelt de opgedane ervaringen van de zes projectpartners uit drie lidstaten van de Europese Unie in de loop van dit 3 jaar durende project. Het handboek vormt een leidraad voor bedrijven en ontwikkelaars van bedrijventerreinen en biedt naast uitgebreide achtergrondinformatie ook een overzicht van maatregelen voor koolstofarme energie..

WWW.ACE-LOW-CARBON-ECONOMY.EU

