



Energiebesparing in de Industrie

Vademecum energiebesparingsmaatregelen in bestaande bedrijven

Kom verder. Saxion.

saxion.nl/energiebesparing



Het project Energie Prestatie in Productieprocessen (EPP) is een initiatief van het Saxion Kenniscentrum Leefomgeving en het Saxion Kenniscentrum Design en Technologie. Wereldwijd is de industrie verantwoordelijk voor ongeveer 50% van het energieverbruik. Desondanks staat energiebesparing door de industrie niet erg hoog op de prioriteitenlijst. Overheden zijn vanwege economische en werkgelegenheidsbelangen terughoudend met het maken van bindende afspraken omtrent energiebesparing door de industrie. Toch valt er veel te winnen.

Het project richt zich op de vraag hoe we het energiebewustzijn van (MKB) ondernemers kunnen vergroten en hen ondersteunen met informatie en kennis over eenvoudig te implementeren energiebesparingsmaatregelen.

Het project is gestart in 2010 en loopt tot september 2012 en is mogelijk gemaakt door een subsidie van de Stichting Innovatie Alliantie onder het programma RAAK-MKB (projectcode 2008-12-8H).

© Saxion. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	7
1.1. Doel en opzet	7
1.2. Berekeningsgrootheden	7
1.3. Legenda	7
2. Structuurvisie energiemanagement en energiebesparing	9
2.1. Achtergrond: duurzaamheid voor iedereen	9
2.2. Meten is weten: energiemonitoring	11
2.3. Energiebesparing	12
3. Voorbeeld uitvoering energiebesparingsonderzoek	15
3.1. Referentie van een MKB-productiebedrijf	15
3.2. Energiescan	15
3.3. Geadviseerde besparingsmogelijkheden	16
4. Besparingsmaatregelen	18
4.1. Gebouwisolatie: wanden en deuren, dak, vloer, beglazing, leiding	18
4.2. Warmteopwekking: ketel, luchtheater, IR-heater, gasgestookte zwarte buis	24
4.3. Koeling: split units, systeem- of gebouwkoeling	27
4.4. Verlichting: soorten en optimalisatie	28
4.5. Duurzame energie en WKK: zonnecollectoren, PV-panelen, (Bio-)WKK	31
4.6. Good housekeeping: organisatorische maatregelen, energiemonitoring en peakshaving	34
4.7. Perslucht	37
4.8. Productieprocessen	39
5. Bijlage: Tabbladen	42
5.1. Tabblad Energieprijzen	42
5.2. Tabblad Bedrijfsgegevens	42
5.3. Rekenvoorbeeld verlichting	43
5.4. Klimaatgegevens Nederland	44
6. Bijlage: Lijst van participanten project Energieprestatie in Productieprocessen	46
7. Literatuurlijst	47
Lijst met figuren, foto's en de bronnen	49

Samenvatting

Managementsamenvatting

In Nederland is de industrie verantwoordelijk voor ruim 35% van het energiegebruik. In het kader van de Kyoto-afspraken bestaat er daarom regelgeving dat ieder bedrijf met een jaarverbruik van meer dan 50000 KWh elektriciteit en/of 25000 m³ gas een energiescan moet laten uitvoeren en een energiebesparingsplan moet opstellen. Besparingsmaatregelen die binnen 5 jaar terugverdiend kunnen worden, dienen ook te worden uitgevoerd.

Dit is het idealisme en met een beetje fantasie kunnen we nog veel verder gaan. Wat te denken van bedrijvenparken die functioneren als energetische ecosystemen. Met de restwarmte van het ene bedrijf, kunnen andere bedrijven verwarmd worden. Afvalstromen van het ene bedrijf kunnen grondstoffen zijn voor andere bedrijven of thermisch gerecycled worden in Warmte Kracht Koppelingen (WKK's) die het park van elektriciteit voorzien.

De praktijk is helaas weerbarstiger. De meeste bedrijven doen wel een energiescan, maar overheden doen weinig aan handhaving ten aanzien van de besparingsplannen. Een periode van 5 jaar is nauwelijks te overzien voor het MKB. Terugverdiëntijd is ook

niet het enige criterium voor een investering; de omvang, de financiering en het risico zijn zeker zo belangrijk. Over het ontwikkelen van infrastructuur voor het benutten van warmteoverschotten en warmtevraag tussen bedrijven kan alleen in specifieke, meestal grootschalige situaties worden nagedacht. Projectontwikkelaars ervaren dergelijke infrastructuur als complex en als een extra risico en tonen daarom weinig tot geen interesse.

Voor bedrijven in de metaal-elektro sector bedraagt energie maar 4-8% van de kosten. Ingrijpen in de primaire productie processen is bovendien een no-go-area. Het risico van kwaliteits- en procesbeheersingsproblemen bij ingrepen in de energiehuishouding van de productieprocessen is onaanvaardbaar. Energiebesparing staat bij veel ondernemers niet hoog op de agenda en het energiebewustzijn is laag.

Veel bedrijven blijken een nullastenergieverbruik te hebben in de orde van 30-40% van het gemiddelde. Dit is energieverbruik dat niet direct gerelateerd is aan de productieprocessen; bijvoorbeeld verlichting, koeling, perslucht en het aan laten staan van machines en computersystemen. Besparingen op de nullast zijn meestal eenvoudig te implementeren zonder

dat deze risico's opleveren voor de kwaliteit en stabiliteit van productieprocessen. In absolute bedragen zijn de besparingen bovendien zeker de moeite waard; een jaarlijkse besparing op de cashflow in de orde van de kosten van 1-2 werknemers of een nieuwe machine is zeker haalbaar.

In het EPP-project hebben we gewerkt aan het vergroten van het energiebewustzijn van de MKB-ondernemers. Op basis van de ervaringen van grotere bedrijven hebben we een stappenplan, een energiescan en een webgebaseerd vademecum ontwikkeld. Hiermee kan de ondernemer zelf de toepasbaarheid, betrouwbaarheid en financiële haalbaarheid van diverse maatregelen beoordelen. Daarnaast is ook een eerste stap in de richting van de productieprocessen zelf gemaakt. Energiemonitoring blijkt een geschikt gereedschap om de oorzaken van kwaliteits- en stabiliteitsproblemen bij de productieprocessen te achterhalen. Het oplossen van die problemen draagt direct bij aan de productiviteit. Het extra geld dat daarmee verdiend wordt, is vaak een veelvoud van de kostenreductie door energiebesparingsmaatregelen in de productie.

Energiebewustzijn en inzicht in het eigen energieverbruik zijn ook essentiële randvoorwaarden om te komen tot de meer ideële besparingsoplossingen als de deelname aan industriële ecosystemen, dan wel het omvormen van

het bedrijf tot een (mini) ecosysteem. Vooral heffingen op afvalstoffen blijken voor veel bedrijven de aanleiding om na te gaan denken over het voorkomen van afvalstromen. Niet zelden blijkt daarmee ook energie bespaard te kunnen worden.

Dit vademecum is gebaseerd op de ervaringen van het grootbedrijf met energiebesparingsmaatregelen en op de analyse van ongeveer 60 energiescans en besparingsmaatregelen ons beschikbaar gesteld door deelnemende bedrijven. Een overzicht daarvan vindt u in bijlage 6.

Deze bedrijven hebben deelgenomen aan werkgroepen rond de thema's: verbouw en nieuwbouw, productieprocessen en restwarmtebenutting. Naast de werkgroepbijeenkomsten hebben we ook vijf netwerkbijeenkomsten rond energiebesparingsthema's georganiseerd.

Op basis van deze bronnen hebben we ook het stappenplan voor de uitvoering van een energiescan ontwikkeld en informatieformats ontwikkeld die de uitvoering van dit stappenplan ondersteunen. Studenten van Saxion (met name studenten Technische Natuurkunde en Elektrotechniek) hebben deze formats getest door het uitvoeren van gecombineerde water- en energiescans voor bedrijven aangesloten bij het Foodcluster van het Innovatie Platform Twente, ook bekend als Innofood.

Rond meer specifieke energiebesparingsvraagstukken zijn een tiental studenten bij bedrijven actief geweest als stagiair of als afstudeerder.

De leerervaringen uit de projecten en werkgroepen hebben hun weerslag gevonden in het vademecum. In de eindfase van de ontwikkeling van het vademecum is dit werk niet alleen een aantal keren gevalideerd door alle bij de redactie betrokken werkgroepleden, maar ook ten minste eenmaal door betrokken experts uit het werkveld.

1. Inleiding

1.1 Doel en Opzet

Voor u ligt het vademecum van energiebesparingsmogelijkheden in de industrie. Het vademecum is een resultaat van het project EnergiePrestatie in Productiebedrijven (EPP) en kan worden gezien als een 'kennispoort' tot het energiebesparingspotentieel in bestaande productiebedrijven. Het vademecum is tot stand gekomen en gevalideerd in samenwerking met verschillende partijen; bedrijven, adviseurs, installateurs en (overheids)instellingen.

Het doel van dit vademecum is om de (industriële) ondernemer, de productiemanager of gebouwbeheerder, die vaak geen installatiedeskundige is, inzicht te geven in interessante energiebesparingsmogelijkheden en toepassingen van duurzame energie bij bestaande bedrijfspanden en hem de weg te wijzen om zelf energiebesparing binnen zijn bedrijf te stimuleren. Onderbouwing geschiedt door voorbeeldprojecten, offertes en doorverwijzingen naar andere websites.

In hoofdstuk 4 staan per deelgebied de meest interessante maatregelen beschreven. Aangegeven is wat de invloed van de energiebesparende maatregelen is op het comfort en de klachten ten aanzien van het klimaat, de bedrijfszekerheid van de voorgestelde

verbetering, de grootte van de besparing, het groene imago en natuurlijk de terugverdientijd.

Tot slot staan in de bijlagen de referentieprijzen voor gas en elektriciteit, evenals een overzicht van kenmerkende gegevens van verschillende bedrijfsgroottes.

1.2 Berekeningsgrootheden

Voor de berekening van de terugverdientijden is rekening gehouden met de verschillende gas- en elektriciteitsprijzen. Deze zijn uitgebreid in de tabellen in de bijlage terug te vinden. Het variabel deel van de gasprijs varieert van € 0,32 tot € 0,47 per m³. Die van de elektriciteitsprijs varieert van € 0,09 tot € 0,19 per kWh (stand januari 2012).

Verder is rekening gehouden met een energiekostenstijging van 6% per jaar. Dit geldt zowel voor de all-in gas- als elektraprijzen. Het percentage is tot stand gekomen door naar de energieprijzen van de laatste 15 jaar te kijken.

1.3 Legenda

In dit rapport wordt gebruik gemaakt van kleuren en plussen en minnen, die hieronder in de tabel worden toegelicht.

De financiële besparing is gebaseerd op een procentuele besparing van uw

totale jaarlijkse energiekosten voor elektriciteit, aardgas en eventueel (diesel)olie.

Imagoverbetering is gerelateerd aan het begrip MVO, ofwel Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen. Dit is ondernemen met respect voor de 3 P's: People, Planet en Profit. Wanneer een maatregel een positieve invloed op het imago en MVO heeft, dan betekent dit dat de maatregel voldoet aan de 3 P's.

De afweging welk gebied het meest belangrijk is, wordt bewust aan de ondernemer overgelaten. Er is daarom geen numerieke score aan de maatregelen toegekend. Wel zijn de maatregelen gesorteerd op de grootte van de besparingsomvang.

Merk op dat de gele of 'neutrale' kolom in het geval van de besparingsomvang en de terugverdientijd nog altijd inhoudt dat er bespaard wordt dan wel dat de terugverdientijd dusdanig kort is dat de energiebesparingsmaatregelen uitgevoerd dienen te worden (zie § 2.1).

	+	O	-
Besparing op de energiekosten (als percentage van de totale jaarlijkse energiekosten) Terugverdientijd (TVT) Comfort/Klachten Relatieve levensduur (in relatie tot de TVT)	Besparing > 5%/jaar	Besparingen tot 5%/jaar	Kostenstijging
	TVT < 2 jaar	TVT 2-5 jaar	TVT > 5 jaar
	Maatregel verhoogt het comfort en/of verhelpt klacht(en)	Geen invloed op comfort/klacht(en)	Maatregel leidt tot meer klachten / minder comfort
Imago/MVO	Levensduur > 4x TVT	Levensduur 1-4x TVT	Levensduur korter dan de TVT
	Positieve invloed op imago/MVO	Geen invloed op imago	Negatieve invloed op imago/MVO

Verklaring beoordeling

Meer informatie/Links:

Technische uitvoering	www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/special-kids/publicaties/
Investeringsaftrek	www.agentschapnl.nl/eia
Subsidie	www.agentschapnl.nl

2. Structuurvisie

Energiemanagement en Energiebesparing

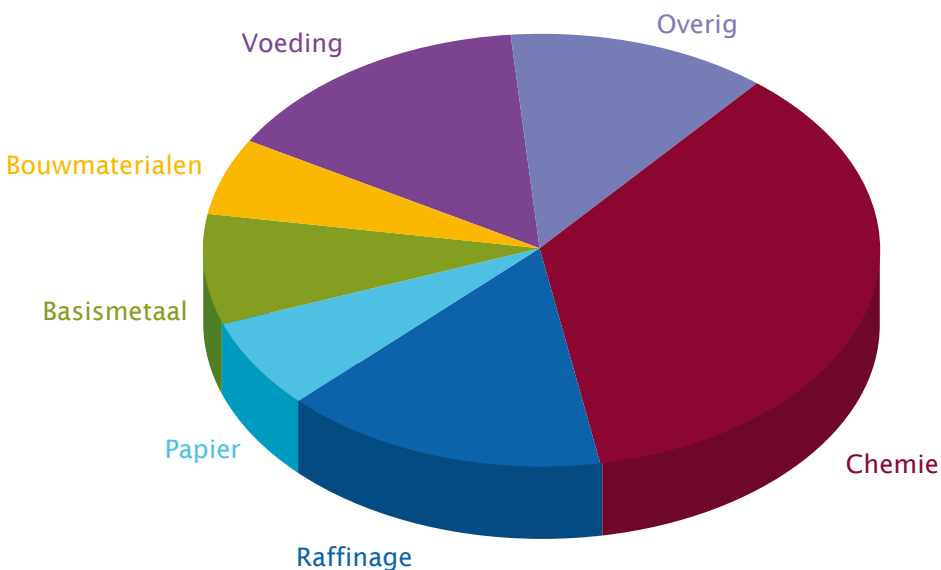
2.1 Achtergrond: duurzaamheid voor iedereen

De bewustwording over de noodzaak van energiebesparing en duurzaam bouwen is de laatste jaren sterk toegenomen. Echter, 50 % van het totale energiegebruik in de wereld komt voor rekening van de industrie.

Van het energiegebruik in de industrie nemen in Nederland de sectoren basischemie, basismetaal, voedings- en

genotsmiddelen, papier en bouwmaterialen circa 85% voor hun rekening; zie het plaatje hieronder.

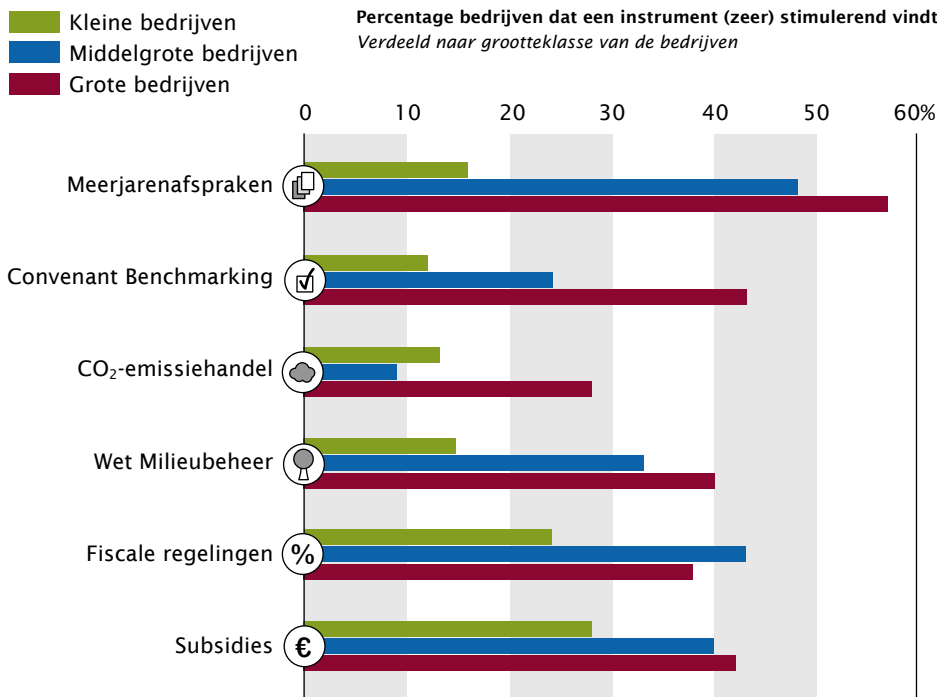
Door gezamenlijk in te zetten op het thema duurzaamheid kunnen we dit gebruik terugdringen. Momenteel is een fiscale regeling vaak een drijfveer om energie te besparen.



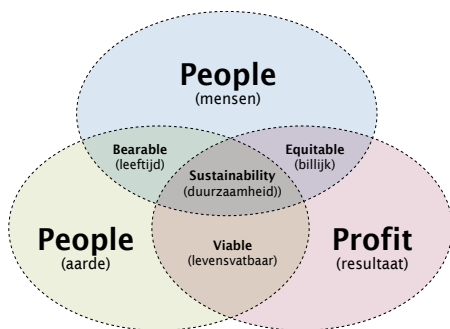
Figuur 1. Energieverbruik industrie in Nederland

Duurzaam houdt meer in dan energiebesparing; het heeft ook sociale en economische elementen in zich. Zo kunt u in het kader van Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen bijvoorbeeld aan imagoverbetering doen of de veiligheid van uw werknemers verhogen. Duurzaamheid wordt vaak gegoten in de vorm van de 3 P's: People – Planet – Profit.

In het kader van de Kyoto-afspraken zijn bedrijven met een jaargebruik van meer dan 50.000 kWh elektra en meer dan 25.000 m³ gas, verplicht een energiescan uit te voeren en een energiebesparingsplan op te zetten, waarbij de richtlijn is dat energiebesparingsmaatregelen die binnen 5 jaar kunnen worden terugverdiend ook doorgevoerd moeten worden.



Figuur 2. Instrumenten voor energiebesparing



Figuur 3. Trias Energetica

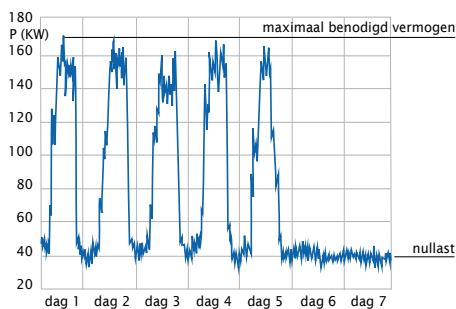
Dit vademecum omschrijft ook kort en bondig de eerste stappen om het energiegebruik inzichtelijk te maken en vervolgens energie te kunnen besparen.

2.2. Meten is weten: energiemonitoring

Om inzichtelijk te krijgen waar het energiegebruik binnen een bedrijf naar toe gaat, moet eerst achterhaald worden hoeveel energie het bedrijf gebruikt. Met andere woorden: meten is weten! Om te beginnen is het daarom verstandig om naar de jaarnota's te kijken van gas, water en elektriciteit. Hierop staat het energiegebruik vermeld van het afgelopen jaar (m^3 aardgas, kWh elektriciteit en m^3 water). Vaak wordt er ook een trend met de afgelopen jaren gegeven.

Het momentane en continue energiegebruik kan ook gemeten worden. Dit heet energiemonitoring en een systeem van meters die energiegebruiken registreren heet een energiemana-

mentsysteem. Deze systemen zoomen verder in op energiegebruiken van subsystemen. Behalve dat achterhaald kan worden wat het energiegebruik is van verschillende (groepen) installaties, heeft het registreren van momentane energiegebruiken nog een voordeel: er kan sneller ingegrepen worden wanneer installaties een extreem hoog energiegebruik hebben. De ervaring leert dat energiemonitoring de belangrijkste stap is in het opstellen van een energiebesparingsplan. Het meten van het energieverbruik in de tijd geeft inzicht in de nullast en piekvermogens. Deze blijken vaak onverwacht hoog te liggen. Het lokaliseren van de processen en apparatuur die verantwoordelijk zijn voor deze verbruiken kan leiden tot grote energiebesparingen.



Figuur 4. Vermogensverloop over een week

Een energiemanagementsysteem vergt niet altijd een grote investering. De figuur hierboven geeft het verloop van het elektrisch vermogen in kW over

een week van een productiebedrijf weer. Deze gegevens zijn opvraagbaar bij uw energieleverancier.

De analyse hiervan is gericht op het piekvermogen en de nullast. Wanneer het piekvermogen lager is dan de contractwaarde, kan bespaard worden op de energiekosten door een lagere contractwaarde op te stellen. Een goede richtlijn is een contractwaarde op te stellen die 15% hoger ligt dan het grootste gemeten piekvermogen.

De oorzaak van het hoge nullastvermogen kan onderzocht worden door het uitvoeren van lokale metingen. Dit wordt inzichtelijk door per groep of per apparaat het verbruik te meten, gebruik makend van speciale apparatuur. Op deze manier wordt steeds verder ingezoomd, totdat de veroorzakers gevonden zijn. Een makkelijke methode om een eerste indruk te krijgen van waar de nullastverbruikers zich bevinden is door in het weekend, wanneer er geen productie plaatsvindt, rond lopen in de bedrijfsruimten en kantoren en luisteren en kijken. U zult verrast zijn over het in werking zijn of in stand-by staan van de vele (rand)apparatuur.

2.3. Energiebesparing: opstellen energiebesparingsplan

Bedrijven die door hun hoge energiegebruik, verplicht zijn om energie te besparen, kunnen hiervoor bij energieadviseurs een energiebesparingsonderzoek laten uitvoeren. Als eerste

stap kan ook een zogeheten quickscan worden uitgevoerd. Dit is een verkort onderzoek dat bedoeld is om met name MKB-bedrijven inzicht te geven in hun energiestromen en potentiële energiebesparingen.

De methodiek

Het opstellen van een energiebesparingsplan of quickscan verloopt altijd in twee fasen. Allereerst moet duidelijk worden hoe het huidige energieverbruik binnen het bedrijf wordt verdeeld. Dit wordt een proceskaart genoemd. In analogie kan dit ook voor andere energiedragers worden gedaan, zoals water, afval, materialen etc. Welk proces vraagt veel energie (of water) en welke apparaten vallen onder dit proces? Gaat er veel energie zitten in het productieproces of bij niet-productieprocesgerelateerde apparatuur? Voor de methodiek is deze fase het belangrijkste. De eerste fase kunt u zelf uitvoeren en zal hieronder in een stappenplan worden toegelicht.

Nadat in kaart is gebracht hoe de energiestromen bij het bedrijf lopen, wordt in de tweede fase geïnventariseerd welke maatregelen interessant zijn voor het bedrijf. Een goed startpunt voor maatregelen is de database van Infomil, waarvan u de doorverwijzing vindt op de volgende pagina.



Agentschap NL
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Kenniscentrum InfoMil

[Home](#)
[Actueel](#)
[Onderwerpen](#)
[Organisatie](#)
[Helpdesk](#)

[Zoek](#)

Energie

- > [Uniforme leidraad energiebesparing](#)
- > [Energiebesparing en Winst](#)
- > [Terrasverwarmers](#)
- > [Slimme deuren](#)
- > [Vragen en antwoorden](#)
- > [Nieuws](#)
- > [Bijeenkomsten](#)
- > [Overheden voor overheden](#)
- > [Publicaties](#)
- > [Werk in uitvoering](#)

[Home](#) > [Onderwerpen](#) > [Duurzame ontwikkeling, techniek](#) > [Energie](#) > [Energiebesparing en Winst](#)

Energie

Energiebesparing en Winst

Aantal resultaten	26
Branche	metaalbewerkende bedrijven
Proces(sen)	coaten / verven / lakken, isolatie / tochtwering, mechanisatie / automatisering, perslucht, ventileren, verlichten, verwarmen

[Zoek opnieuw](#)
[Checklist](#)
[Naslagwerk](#)

☐ **Selecteer alle maatregelen**

coaten / verven / lakken

☐ [Werkconstructie spuitcabines](#)

isolatie / tochtwering

☐ [Isoleren van leidingen](#)

☐ [Isoleren spouwmuur](#)

☐ [Isoleren plat dak](#)

mechanisatie / automatisering

☐ [Apparatuur uit buiten markt](#)

☐ [Automatisch uitschakelen afzuiging spuitcabine](#)

perslucht

☐ [Vervang pneumatische apparaten door elektrische](#)

☐ [Defecteren en verhelpen persluchtlek kases](#)

☐ [Teepessen frequentieregeling compressor](#)

☐ [Perslucht uit buiten gebruikstijd uitschakelen](#)

Zie ook

- > [Uniforme leidraad energiebesparing](#)
- > [Aankpak toezicht grootgebruikers](#)
- > [Aankpak toezicht middelgrote gebruikers](#)
- > [Aankpak toezicht kleingebruikers](#)

Figuur 5. Webpagina InfoMil

De meeste energiebesparing is door- gaans mogelijk bij die processen en bijbehorende apparaten die ook het meest verbruiken, de grootverbruikers. Voor het onderzoeken waar de ener-

gie in uw bedrijf gebruikt wordt, is een 5-stappenplan ontwikkeld. Het stappenplan vindt u hierna. Het wordt aanbevolen om hiervoor een energie- adviseur in te schakelen.

Vijf-stappenplan energiescan

STAP 1

- Verzamel jaarnota's gas en elektriciteit over meerdere jaren, zodat een trend inzichtbaar wordt.
- Verzamel relevante bedrijfsgegevens, zoals bedrijfsoppervlak, aantal medewerkers, hoeveelheid productie per jaar en aantal kantoor- en productieuren per jaar.
- Noteer deze gegevens in een spreadsheet.

STAP 2

- Ga op onderzoek uit bij het bedrijf en noteer de maximum vermogens van de installaties en apparaten in kiloWatt. Dit wordt weergegeven op het typeplaatje.
- Noteer deze gegevens in een spreadsheet en tevens op een plattegrond. Soms is deze stap al beschikbaar bij het bedrijf in de vorm van een 'vermogenskaart'.

STAP 3

- Maak een inschatting van hoeveel uur per jaar de installatie of het apparaat draait (bedrijfsuren) en noteer dit in de kolom naast het vermogen van het apparaat/installatie.
- Maak een inschatting hoeveel procent de installatie of het apparaat per jaar op vollast draait en noteer dit in de kolom naast het aantal bedrijfsuren.
- Bereken het energiegebruik volgens de vergelijking: maximum vermogen x bedrijfsuren per jaar x vollastpercentage = energieverbruik per jaar.

STAP 4

- Reken het gasverbruik en elektriciteit beide om naar een primaire energie, zodat deze verbruiken direct te vergelijken zijn. Eenheid primaire energie is de Megajoule. Zie voor omrekening: www.senternovem.nl/kompas/omrekentool/calculator.htm.
- Bepaal vervolgens een handige indeling voor de primaire energiegebruiken. Een voorbeeld is dat het totale primaire energiegebruik onderverdeeld wordt in energiegebruik voor **productieproces**, **gebouwgebonden** energiegebruik en energiegebruik van **faciliteiten**.
- Vergelijk de schatting van het energieverbruik in stap 3, met het feitelijke gebruik volgens de jaarnota's. Een goede schatting wijkt niet meer dan 10% af van het feitelijke gebruik. Met de percentages van deze schatting kan de onderverdeling van het jaarverbruik worden gevisualiseerd met een zogenaamd Sankey diagram.

STAP 5

- Bekijk in welke onderverdeling het grootste energiebesparings-potentieel ligt.
- Stel een lijst van energiebesparingsmaatregelen samen (fase 2), met de nadruk op het deelgebied met het grootste besparingspotentieel.
- Denk behalve aan energie, ook eens aan het besparen van water en afvalstromen.
- Doet u ook al iets aan duurzaamheidsbewustwording bij uw werknemers?

3. Voorbeeld

Energiebesparingsonderzoek

Productiehal 1.000 m ² 20 werknemers 6 meter hoog		Expositie 500 m ² 5 werknemers 10 meter hoog 1 dockshelter
Kantoor 500 m ² 15 werknemers 4 meter hoog	Montagehal 500 m ² 10 werknemers 6 meter hoog	

Figuur 6. Schematische weergave van referentiebedrijf

3.1. Referentie van een MKB-productiebedrijf

Uitgangspunten

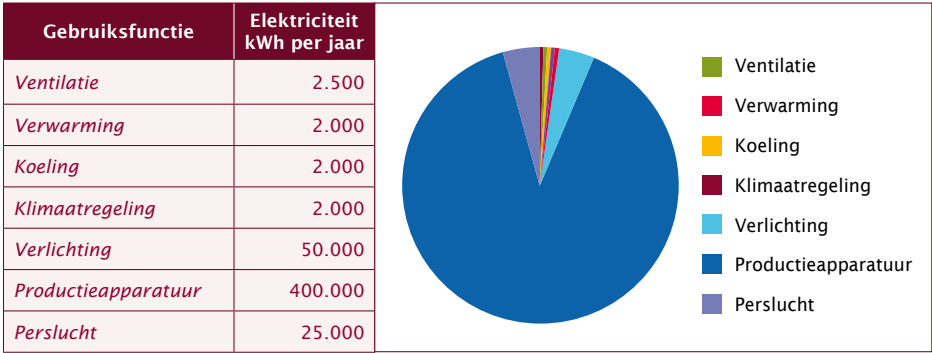
- 50 werknemers totaal
- Bouwjaar 1985, zeer summier geïsoleerd, totaal vloeroppervlak: 2500 m²
- 2 Ploegendienst voor productie (4500 uur/jaar)
- 10 Machines met een totaal opgesteld vermogen van 200 kW
- Zaterdag en zondag normaliter geen productie.

	Verlichtingsgraad	Verwarming	Koeling
<i>Kantoor</i>	Hoog	Gedurende Stookperiode Utiliteit	Af en toe
<i>Productiehal</i>	Normaal	Af en toe	Geen
<i>Montagehal</i>	Normaal	Regelmatig	Geen
<i>Expositie</i>	Laag	Af en toe	Geen

3.2. Energiescan

Energiesoort	Eenheden per jaar	Kosten €	Prijs per eenheid €
<i>Elektriciteit in kWh</i>	500.000	50.000	0,10
<i>Gas in m³</i>	15.000	6.750	0,45
<i>Totaal per jaar</i>		56.750	

Elektriciteitsverbruik



Figuur 7. Verdeling elektriciteit over de gebruiksfuncties

Gasverbruik

Verdeling over de gebruikers: 99% voor verwarming, 1% voor warm water.

3.3. Geadviseerde besparingsmogelijkheden

Maatregel	Aantal	Totale investering in €	Energie besparing in %	TVT (jr)	Energie besparing
1: Plaats reflectoren achter TL-D lampen	250	6.000	40	2	25.000 kWh
2: Vervang TL-D door HF-TL met reflector	250	25.000	30	4	15.000 kWh
3: Verhelpen lekkages persluchtsysteem	1	3.000	30	3	8.000 kWh
4: Toerenregeling perslucht compressor	1	2.500	20	5	5.000 kWh
5: Zorg dat de compressor koude lucht aanzuigt	1	400	5	2	1.500 kWh
6: CV-systeem waterzijdig inregelen	1	1.500	10	2	1.500 m³
7: Plaats folie achter radiatoren in kantoren	15	500	7	1	1.000 m³
8: Installeer schakelklokken per hal op CV-systeem	3	1.000	7	2	1.000 m³
9: Daken wit verven	2.500 m²	10.000	*1	*1	*1
10: Energiemonitoring		*2	*2	*2	*2

Toelichting op enkele maatregelen uit de tabel

1: Plaats reflectoren achter TL-D lampen

Bij elk dubbele TL-armatuur wordt, tijdens de normale vervanging van de lampen, één lamp voorzien van een reflector en de andere TL-lamp weggelaten. De lichtopbrengst blijft hierdoor nagenoeg gelijk, terwijl het energieverbruik daalt met ca. 40%.

2: Vervang TL-D door HF-TL met reflector

Bij het vervangen van de standaard TL-D verlichting door HF-TL verlichting met reflector zijn er verschillende keuzes die gemaakt kunnen worden.

- A. Gelijke lichtopbrengst op de werkvloer met minder strooilicht. Dit resulteert in een halvering van het aantal benodigde lampen, en dus halvering van het energieverbruik.
- B. Gelijke aantal lampen behouden en daarmee bijna twee keer hogere lichtopbrengst, wat volgens onderzoek leidt tot een hogere productiviteit en minder ongevallen. Het energieverbruik daalt met deze optie ca. 30%.
- C. Er kan voor gekozen worden om de originele armaturen niet te vervangen en te werken met adapters met ingebouwde reflector voor HF buizen. Hierdoor dalen de investeringskosten met ongeveer een factor 2 à 3. Echter, de levensduur en betrouwbaarheid van de adapters laat nog te wensen over.

In het rekenvoorbeeld is uitgegaan van optie B, het gelijk houden van het aantal lampen. Voor de berekening, zie bijlage 5.3.

3: Verhelpen lekkages persluchtstelsysteem

Het verhelpen van lekkages in het persluchtstelsysteem door het vernieuwen van afdichting van leiding-fittingen, nieuwe luchtslangkoppelingen en zuinige spuitmondjes te plaatsen.

9: Dak wit verven

Bij deze maatregel gaat het niet zozeer om de energiebesparing op de koeling van het kantoor, maar om de verhoging van comfort in het hele pand en vooral de daarmee samenhangende productiviteit op warme dagen ($>25^{\circ}\text{C}$ ca. 30 dagen per jaar).

10: Energiemonitoring

Om energiebesparing in de productieprocessen te bewerkstelligen is monitoring van het verbruik in deze processen een vereiste.

4. Besparingsmaatregelen

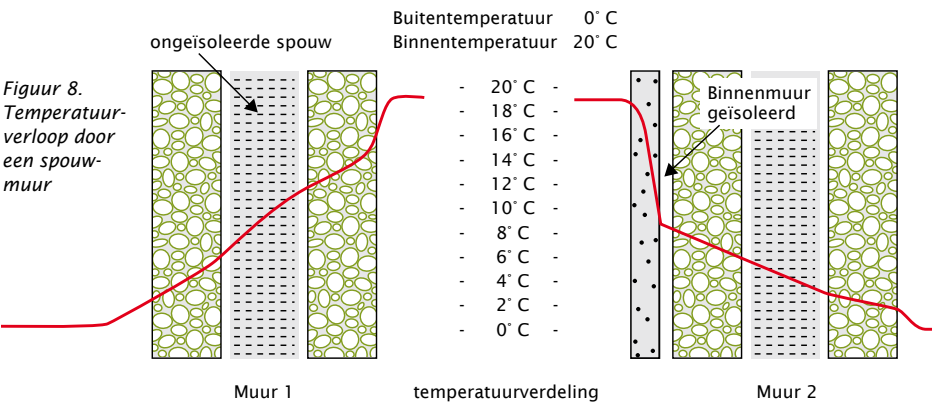
In dit hoofdstuk vindt u een lijst van meest relevante energiebesparende maatregelen voor een bestaand industrieel bedrijf. Bij nieuwbouw, uitbouw of een grote renovatie van een bedrijfsgebouw zijn meer energiebesparingsmogelijkheden mogelijk, die in

een bestaand bedrijfspand tot te lange terugverdiend tijd zouden leiden. Dit is niet in dit vademecum opgenomen.

4.1. Gebouwisolatie: wanden en deuren, dak, vloer, beglazing, leiding

Wanden en deuren

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Dock-shelter (A)	O	+	+	O	+
Wandisolatie (A)	O	-	O	O	O
Vullen spouw (A)	O	O	O	+	O
Isoleren bedrijfsdeuren (B)	O	O	+	+	+
Kierdichting en tochtslabben (C)	O	+	+	O	O
HR radiatorfolie aanbrengen (D)	O	+	+	O	O



Na-isolatie wanden

In de bestaande bouw zijn aanpassingen door na-isolatie van wanden en deuren moeilijk uitvoerbaar. Na-isolatie door het vullen van de spouwmuur is vaak zinvol. Hierbij is het temperatuurverschil en de warmteweerstand van de wand dominant. In de figuur hiernaast wordt het temperatuurprofiel weergegeven indien de binnenmuur geïsoleerd wordt (rechterkant). Duidelijk wordt dat deze binnenmuurisolatie leidt tot comfortverhoging, doordat de wand minder koud is.

Veel bedrijfsgebouwen zijn opgebouwd met stalen damwandprofielen. Het demonteren van de damwandprofielen en dan na-isoleren en luchtdicht maken door dampdoorlatende folie is een interessante optie. Maar de montage van de damwandprofielen is maatwerk en de kosten zijn sterk afhankelijk van de constructie. Het plaatsen van geïsoleerde voorzetwanden of andere constructie is meestal niet rendabel.

Het isoleren van bedrijfsdeuren

Wanneer aan beide kanten van de deur een groot temperatuurverschil heerst (denk hierbij aan ca. 30°C temperatuurverschil bij vriescellen) is deze maatregel zinvol en terugverdiend in 3 jaar. Bij kleinere temperatuurverschillen, zoals 20°C verschil ligt de terugverdientijd snel boven de 5 jaar.

Kierdichting en tochtslabben

Door overmatige en ongewenste ventilatie (tocht) gaat veel warmte verloren. Het warmteverlies door ventilatie in een bedrijfshal is vaak van dezelfde omvang als het totale warmteverlies door de wanden en het dak.

Het aanbrengen van tochtslabben/-strips rondom (automatische) bedrijfsdeuren, haldeuren en dock-shelters is één van de belangrijkste eerste stappen in de energiebesparing en levert tevens een grote comfortverhoging. Tochtafdichtingen zijn in 1,5 tot 3 jaar terugverdiend.

Ook is het aan te bevelen om kieren, zoals bij dak-wandverbindingen te laten afdichten en deurdrangers te plaatsen. Dit is een kleine investering die wel een flinke besparing tot gevolg heeft. De terugverdientijd is zeer gunstig en ligt vaak rond 1 jaar.

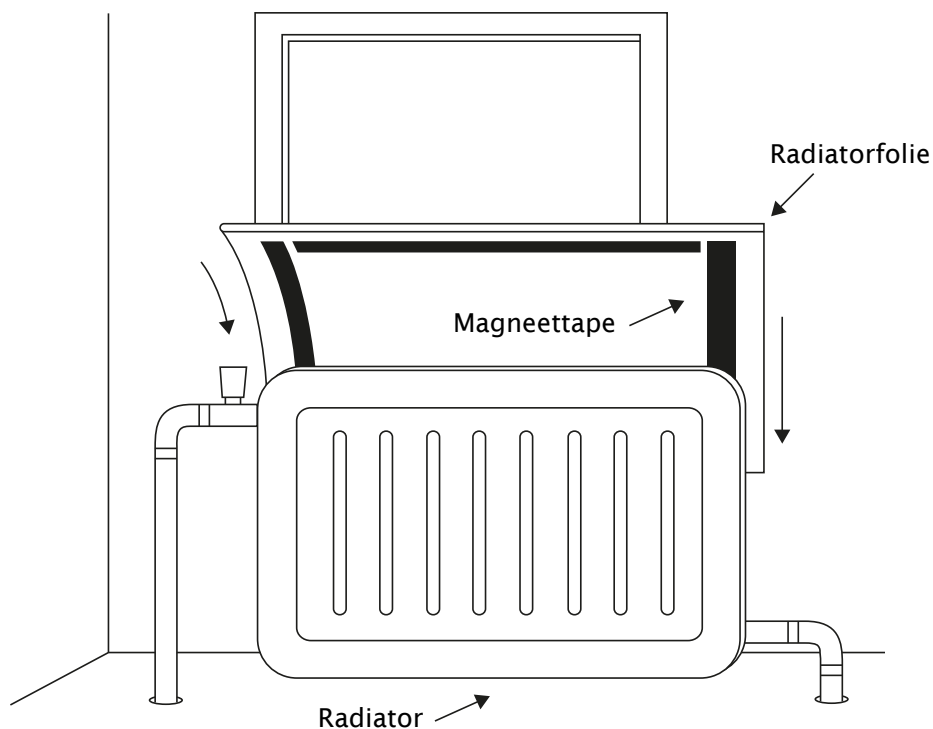


Figuur 9. Dockshelter

HR-radiatorfolie aanbrengen

In panden waar de muren slecht geïsoleerd zijn, is het zinvol om radiatorfolie achterop (aan de muurkant) de radiatoren te plakken. De stralingswarmte van de radiator gaat dan niet meer verloren naar de muur, circa 95% van de straling wordt bij HR-folie tegengegaan, maar blijft in de ruimte en levert zodoende een besparing op. Deze folie is gemakkelijk te plaatsen en volkomen onzichtbaar mits het goed tegen de radiator plakt.

Er bestaat ook folie om tegen de muur te plakken. Dit heeft als voordeel dat het vaak langer blijft plakken, maar als nadeel dat het toch vanuit bepaalde hoeken zichtbaar is. De besparing ligt tussen 10-40 m³ gas per m² folieoppervlak. De terugverdientijd varieert van 9 tot 15 maanden.



Figuur 10. Radiatorfolie

Dak

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/	Levens-duur	Imago/ MVO
Wit verven dak (A)	+	+	+	0	+
Isoleren dak bij vervanging (B)	+	0	0	+	+

Het isoleren van muren en daken kan eventueel comfortklachten verergeren doordat een overschot aan warmte, veroorzaakt door het productieproces, niet zo makkelijk meer weg kan. Daarom is het aan te bevelen de warmte-afgifte van het productieproces bij de bron aan te pakken en daar te isoleren. Daardoor ontstaan in de zomer geen overmatige ruimtetemperaturen. Eventueel zullen de isolatie-maatregelen in combinatie met koelingsmaatregelen doorgevoerd moeten worden.

Verven dak

Is het dak van uw bedrijf al wit? Het wit verven van het dak of toepassen van een witte toplaag op uw dakbedekking bespaart vooral energie voor koeling, doordat het zonlicht (warmte) weerkaatst. Omdat de zon in de winter toch al niet zo hoog staat is het negatieve effect, het niet opwarmen van het gebouw in de winter, gering. Zorg bij toepassing van witte daken op een plat dak altijd dat er afschot is, zodat het regenwater en het vuil van het dak spoelt. Hierdoor blijft het dak wit. Er zijn witte coatings en witte folies beschikbaar. Het aanbrengen van deze witte laag is aan te bevelen bij het

periodiek vervangen van de (bitumen) dakbedekking. De kosten en mogelijke energiebesparing zijn afhankelijk van de kwaliteit van de folie of coating en de mate van isolatie van het pand. Besparingen kunnen oplopen tot circa 40% van de totale kosten voor koeling.



Figuur 11. Witverven dakbedekking

Isolatie dak

Het isoleren van het dak is vooral rendabel wanneer het dak (vanwege bijvoorbeeld asbest) vervangen moet worden. De terugverdientijd bedraagt dan minder dan 3 jaar. Wanneer alleen de (bitumen) dakbedekking (gemiddeld na 15 jaar) vervangen wordt, kan ook gelijktijdig het dak in het geheel worden geïsoleerd. De terugverdientijd bedraagt dan minder dan 5 jaar.

Beglazing

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
HR++ glas (A)	+	-	+	+	+
Zonwering t.o.v. actief koelapparaat(B)	o	o	+	o	+

Isolerende beglazing

Wanneer uw bedrijf in verwarmde ruimtes en kantoren nog enkelglas toepast, dan is vooral uit comfortoverwegingen (koudeval dicht bij het raam waar bovendien veel personen verblijven) het vervangen door dubbelglas (HR++) in kantoorruimtes een zeer veel toegepaste methode. De besparing ten opzichte van enkelglas is maximaal 20 m³ gas per m² glasoppervlak. Bij een meer-investering, is de terugverdientijd echter lang: 5-8 jaar. Bij vervanging in bestaande ramen loopt de TVT op tot rond de 15 jaar.

Zonwering ramen

Bij situaties waarbij het glasoppervlak op het zuiden meer dan 20% van het zuid-wandoppervlak bedraagt, veroorzaakt de warmte-instraling in de zomer al snel een extra temperatuursverhoging van meer dan 3°C. Zonwering door screens of uitvalschermen hebben naast een comfortverhoging een terugverdientijd van circa 3 jaar ten opzichte van het investeren in en het installeren van actieve koeling. Let wel op, want vaak is de zonweringregeling (wanneer treedt het systeem in werking) kritisch.



Figuur 12. Zonwerende beglazing

Leiding- en installatie isolatie

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Leidingisolatie (A)	0	+	+	0	+
Ommantelen installatie (B)	+	0	+	0	+

Het isoleren van verwarmingsleidingen is vooral in onverwarmde ruimtes rendabel (terugverdientijd ca. 2 jaar). De besparingsomvang is in de praktijk laag. Echter, daar staat tegenover dat de investering ook laag is. Het isoleren van koelleidingen is even interessant, maar vraagt om speciaal isolatiemateriaal in verband met extra aandacht voor condensvorming en daardoor corrosiegevaar.

Ommantelen installaties

Een andere maatregel is het isoleren van installaties en procesleidingen met hoge temperaturen. Hiermee wordt naast energieverbruik ook het comfort in de bedrijfshal verbeterd, doordat het geluidsniveau vaak daalt of doordat het plaatselijke warmte voorkomt. Hiermee kunt u denken aan het voorkomen dat mensen zich branden aan de installatie.

Het isoleren van installaties is meestal een specialistische deskundigheid en vaak wordt de leverancier van de betreffende machine hiervoor gevraagd. Dit heeft ook te maken met de veiligheid, die vaak niet gegarandeerd kan worden bij uitvoering door niet-

gespecialiseerde bedrijven. Hetzelfde geldt voor koelinstallaties in verwarmde of warme ruimtes.



Figuur 13. Isolerende ommanteling koelinstallatie

4.2. Warmteopwekking: ketel, lucht-heater, IR-heater, gasgestookte zwarte buis

Ketel

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Vervang atmosferische ketel door HR-ketel (A)	+	-	+	+	+
Waterzijdig inregelen CV (B)	+	+	+	+	O
Modulerende brander gebruiken (C)	O	+	+	+	+

HR-ketel

Een atmosferische ketel (rendement lager dan 75%) vervangen is rendabel (terugverdientijd ongeveer 5-8 jaar) bij vervanging naar een HR-exemplaar met een systeemrendement hoger dan 90% en wanneer een lange bedrijfszekerheid gegarandeerd kan worden (> 12 jaar). Als het bedrijfspannd tevens beter geïsoleerd wordt, kan de watertemperatuur van de HR-ketel verlaagd worden, om zo nog meer energie te besparen.

Waterzijdig inregelen

Het rendement van uw verwarmingsinstallatie is sterk afhankelijk van de inregeling. Waterzijdig inregelen is een eenmalige handeling, waarmee men de maximale doorstroomopeningen van de radiatorkranen op elkaar afstelt. De juiste instelling is afhankelijk van de afstand van de radiator tot de ketel. Hoe verder, hoe minder druk

er zal zijn, en hoe groter de opening zal moeten zijn. Ten opzichte van een slecht ingeregeld systeem is 15-30% gas te besparen. Het inregelen is een specialistische klus, waarbij door de installateur de nodige berekeningen op de warmtevraag per ruimte moeten worden toegepast.

Modulerende branderregeling

Veel procesoptimaliserende maatregelen zijn erg bedrijfsspecifiek. Enkele maatregelen zijn echter algemeen geldig. Het toepassen van een modulerende branderregeling is een maatregel die in twee jaar is terugverdiend, mits de brander een vermogen heeft groter dan 70 kW en wordt uitgegaan van een meerinvestering. Een modulerende regeling, gebaseerd op meten van de aanvoer- en ruimtemtemperatuur, kan de branderhoogte van de ketel op verschillende standen laten branden. Hierdoor wordt

gezorgd voor een nauwkeurige temperatuurregeling en wordt de branderactiviteit van de ketel precies aangepast aan de warmtebehoefte. Een modulerende regeling haalt zo meer rendement uit een laag vermogen van stoken. Daarnaast is het moduleren ook nog beter voor het milieu, doordat er minder schadelijke stoffen worden uitgestoten.

Figuur 14. Modulerende brander



Luchtheater

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Plaats extra luchtheater	-	-	+	+	-

Plaats extra luchtheater

Luchtheaters worden veel toegepast in productiehallen, omdat ze snel de lucht in de buurt van de heater kunnen verwarmen. Ze kunnen worden gevoed door warmwater of stoom uit een verwarmingssysteem of een eigen gasbrander. Moderne heaters zijn gasgestookt en hebben een rendement dat te vergelijken is met een HR-ketel, mits het toestel op vollast draait. Het is daarom aan te bevelen het vermogen van de luchtheater zodanig te kiezen dat dit overeenkomt met de vereisten en dus eventueel een extra heater te plaatsen met lagere capaciteit.

Infrarood stralers en gasgestookte zwarte buis straler

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Vervang luchtheater door IR-straler (A)	O	-	+	O	+
Vervang luchtheater door gas-gestookte zwarte-buis (B)	O	-	+	+	+

A. Infrarood straler

Een infrarood straler warmt objecten op via stralingswarmte en werkt veelal op elektriciteit en is daardoor makkelijk te installeren en eventueel te verplaatsen. Het voordeel van straling is dat het eerst objecten verwarmt/bestraalt, dus ook mensen, waarna de objecten de lucht verwarmen. Daardoor kan de ruimte- of luchttemperatuur tot 2 graden lager blijven. Op die manier wordt energie bespaard ten opzichte van de gewone luchtheater. Deze energiebesparing wordt evenwel vaak teniet gedaan doordat het gebruik van elektriciteit meer energie kost dan het gebruik van gas. Echter, juist in slecht geïsoleerde productiehallen is een flinke energiebesparing mogelijk, doordat de warmte die verloren gaat een iets lagere temperatuur heeft. De belangrijkste reden om over te schakelen op IR-heaters is het comfort van de werknemers. Zij ervaren de warmte als prettig. De grootste besparing wordt bereikt wanneer slechts op een klein deel van een relatief koude hal medewerkers verblijven en alleen daar infrarood-heaters worden geplaatst.



Figuur 15. Elektrische infrarood straler

B. Gasgestookte infrarood straler

De gasgestookte zwarte buis straler is zeer geschikt om zones te verwarmen vanaf een grote hoogte. Door de aansluiting op een gasleiding zijn ze minder makkelijk plaatsbaar en de installatiekosten hoger dan van elektrische infrarood stralers. Samen met de IR-straler zijn zonestralers het meest rendabel in slecht geïsoleerde productiehallen, doordat de temperatuur in de productiehal vaak 1 à 2 graden lager is, bij hetzelfde comfortniveau.

4.3. Koeling: split-units, systeem- of gebouwkoeling

Split units

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/ klachten	Levens-duur	Imago/ MVO
Plaats zuinige split-unit airco's	-	-	0	+	-

Split-units airco's kunnen eenvoudig toegevoegd en aangebracht worden in bestaande bedrijfspanden. Ze verbruiken echter veel elektriciteit en zijn daarom alleen aan te bevelen in (kleine) kantoren waar het 's zomers erg warm wordt. Merk op dat het comfort niet altijd hoger wordt, doordat de koude en het lawaai van split-units

als vervelend kan worden ervaren. De koellucht wordt immers vanaf één punt krachtig de ruimte in geblazen.

Systeem- of gebouwkoeling

In een verbouwings- of nieuwbouwsituatie is het verstandig om na te denken hoe aan de koelvraag voldaan kan worden door systeem- of gebouwkoeling, eventueel gecombineerd met verwarming en ventilatie. Deze complexe systemen (luchtkanalenstelsel met roosters) vragen om een maatwerkoplossing, maar kunnen een grote energiebesparing opleveren met veel comfortverhoging. De investeringskosten zijn echter hoog.



Figuur 16. Binnenunit split unit

4.4. Verlichting: soorten en optimalisatie

Ketel

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Gloeilampen vervangen door spaarlampen (A)	+	+	+	+	+
LED i.p.v. TLD (B)	o	o	???	???	+
HF TL adapter op bestaande TLD (C)	o	+	o	o	+
HF TLS i.p.v. TLD (D)	o	o	+	+	+

Vervangen van bedrijfsverlichting is alleen rendabel wanneer dit onder gepland groot onderhoud valt, met uitzondering van het vervangen van lampen.

A. Gloeilampen

Wanneer gloeilampen meer dan 150 branduren/jaar maken, is vervanging door spaarlampen rendabel. De terugverdientijd bedraagt dan minder dan 5 jaar. Wanneer gloeilampen dagelijks branden (8 uur/dag) bedraagt de terugverdientijd bij vervanging door spaarlampen minder dan 2 jaar.

B. LED-verlichting

LED-verlichting komt ook in de industrie steeds vaker voor. LED-verlichting is energiezuinig (vergelijkbaar met HF TL-5 verlichting), maar heeft wel enkele nadelen. Zo wordt het licht nauwelijks verstrooid, waardoor de

ruimte ongelijkmatig verlicht wordt. LED-verlichting geeft ook ander licht dan TL- en spaarlampen en de reacties van werknemers variëren van concentratieverhogend tot niet-sfeervol. Tot slot is nog geen garantie te geven over de levensduur van LED-verlichting, al spreken veel bronnen van minimaal 50.000 branduren, wat circa 2x zo lang is als TL-5 verlichting. Indien deze lange levensduur in de toekomst wordt waargemaakt is LED-verlichting zeer interessant voor plaatsen waar het periodiek vervangen van verlichting veel installatiekosten met zich meebrengt. Denk hierbij aan grote hoogtes en moeilijk bereikbare plaatsen. LED-verlichting is vooral interessant in sterk gekoelde ruimtes. TL-verlichting is hier niet goed tegen bestand; de lichtopbrengst in koude omgevingen is lager, terwijl aan de andere kant de warmteontwikkeling groter is.



Figuur 17. TL-verlichtingsstraten

C. Hoog frequente TL-adapter op bestaande TLD-armaturen

De meeste bedrijfshallen zijn nog voorzien van verlichtingsstraten, opgebouwd uit open dubbele TL-armaturen zonder reflectoren, waarin laagfrequent TL-buizen zijn gemonteerd. De oude dikke TL-buizen (TL-12) zijn al lang vervangen door de 10% zuinigere dunner TL-buizen (TLD oftewel TL-8). Deze oude verlichtings-systemen kunnen echter nog eens 25-40% energiezuiniger worden ge-

maakt, door het plaatsen van een HF TL-5 adapter op de bestaande armatuur. Bovendien gaat deze nieuwe variant 3 keer langer mee dan gewone TL en wordt de lichtopbrengst in de loop der jaren nauwelijks minder. Let wel op, want niet elke TL-armatuur is hiervoor geschikt. Verder kan de warmteontwikkeling van het voorschakelapparaat groter worden en daardoor de levensduur wellicht worden verkort.

D. Hoog frequente TL5-verlichting

Ook wanneer een HF TL-5 adapter niet op de bestaande lamp geplaatst kan worden, is het toch nog rendabel om de armaturen te vervangen door HF TL-5 armaturen. Wanneer u honderden TL-armaturen vervangt bedraagt de terugverdientijd, inclusief installatie, minder dan 5 jaar. De besparing is 30-40% ten opzichte van bestaande TLD verlichting.

Op www.energiebesparendoenwijzo.nl/tech-info-tl-bespaaradapter-t5-tl/t5-versus-led/index.html vindt u een interessante vergelijking tussen HF TL-5 verlichting en LED TL-verlichting, waarbij geconcludeerd kan worden dat HF TL-5 verlichting in de meeste gevallen kostenefficiënter is. Tot slot kunt u de investeringsaftrek op deze maatregel toepassen. Dit betekent in de praktijk een netto korting op de investering betekent van 9-11%, afhankelijk van de winst die uw onderneming heeft geboekt.

Verlichtingsoptimalisatie

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Plaats reflectoren achter open TL (A)	+	+	0	+	+
Schakelgroepen voor verlichting (B)	0	0	-	0	+
Aanwezigheidsdetectie (C)	0	0	-	0	+
Daglichtsensoren (C)	0	0	-	0	+

A. Reflectoren

De verlichting kan vaak verder geoptimaliseerd worden door het plaatsen van reflectoren boven TL-lampen. Doordat het licht dan beter gestuurd wordt, levert de lamp zo'n 50% meer licht op de werkplek. Vaak kan er bij armaturen met twee of drie lampen er een worden uitgeschakeld of weggelaten.

B. Groeps- of lijnschakeling

Ook kan verlichting in meerdere lijnen of groepen geschakeld worden. Zodoende kan, wanneer er in een bepaald gedeelte van de hal niet gewerkt wordt, een groep lampen worden uitgeschakeld. De ervaring leert dat de totale besparing gemiddeld 15% bedraagt van het elektriciteitsverbruik van verlichting. Hiermee komt de terugverdientijd uit op 3-5 jaar. Groepschakeling kan comfortverlagend zijn, wanneer handmatig een groep of lijn moet worden uitgeschakeld, of wanneer gedeelten van het bedrijfspand toch onderbelicht worden.



Figuur 18. Losse adapter met reflector om TL-buis

C. Aanwezigheids-, daglichtsensoren en schakelklokken

Op niet-continu bemande locaties (magazijnen, toiletten, opslagruimtes e.d.) is het verstandig aanwezigheids-sensoren op de verlichting aan te brengen. Bij binnenkomst van personen springt dan de verlichting aan, om na enige tijd automatisch weer uit te schakelen. De sensoren zijn meestal in 2-4 jaar terugverdiend.

In ruimtes waar veel daglichttoetreding is, is het rendabel om daglicht-

sensoren op de verlichting toe te passen, waarmee het licht gedimd of uitgeschakeld kan worden. Dit kan meer dan 50% van het elektriciteitsverbruik van de verlichting besparen. De terugverdientijd bedraagt dan 2-4 jaar.

Een laatste maatregel is het toepassen van schakelklokken. Dit kan vooral rendabel zijn voor buiten- of terreinverlichting. Op een vast tijdstip wordt hiermee alle buitenverlichting

uitgeschakeld. Deze maatregel kost vaak weinig en is binnen 1-4 jaar terugverdiend.

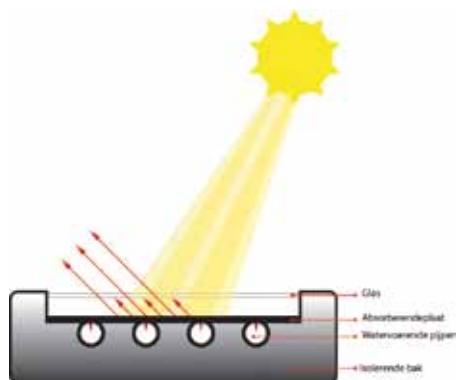
De genoemde sensoren kunnen comfortverlagend zijn. Bij aanwezigheidsdetectie kan de tijdsperiode dat de lamp moet blijven branden niet optimaal ingesteld zijn, terwijl bij daglichtsensoren gedeelten van het bedrijfspand donker kunnen zijn als dat niet gewenst is.

4.5. Duurzame energie en WKK: zonnecollectoren, PV-panelen, (Bio)-WKK

Zonnecollectoren

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Plaats zonnecollectoren t.b.v. verwarmen (tap)water	+	-	o	o	+

Zonnecollectoren zetten zonlicht om in warmte en zijn primair ontworpen voor het verwarmen van tapwater in gebouwen. Daarnaast is het soms mogelijk om ruimten te verwarmen of om de verkregen warmte te gebruiken voor een (secundair) productieproces. Er zijn veel verschillende typen zonnecollectoren. De meest voorkomende zijn de vlakke plaat collector en de vacuümbuis met reflector, die beide centraal/individueel worden ingezet. In het algemeen heeft de vlakke plaat



Figuur 19. Vlakke plaat collector

collector een gunstiger rendement bij een klein temperatuurverschil tussen het warme water en de buitenlucht, zoals in de zomer. Rendementen van 60-75% zijn dan mogelijk. De vacuumbuis haalt rendementen van 50-60%, zelfs bij temperatuurverschillen tot 80°C en zijn effectiever in de winter. In het ideale geval bespaart een zonnecollector circa 50 m³ gas/m² collectoroppervlak. Ideaal wil zeggen: geplaatst tussen het zuiden en zuid-zuidwesten, langs de Noordzeekust en bij een hellingshoek van 36 graden. Wanneer de collector echter tussen zuidwesten en zuidoosten wordt geplaatst onder een

hoek van 20-60 graden, dan is de jaaropbrengst slechts circa 10% minder dan in de ideale situatie. Eenzelfde percentage moet afgetrokken worden, wanneer de collectoren in het binnenland staan opgesteld.

Let op dat u niet bezuinigt op het voorraadvat. Soms leveren fabrikanten een te klein voorraadvat, waardoor het water (te) snel moet worden naverwarmt, wat veel elektriciteit kost (gas, in het geval van een zonneboilercombi). De kosten van een systeem met zonnecollectoren zijn hoog, vooral door de installatiekosten, waarmee de terugverdiëntijd circa 12 jaar bedraagt.

PV-panelen

Maatregelen	Financiële besparing	Terugverdiëntijd	Comfort/klachten	Levensduur	Imago/MVO
Plaats PV panelen	+	-	0	0	+

Zonnepanelen, waarmee zonlicht wordt omgezet in elektriciteit, worden PV-panelen genoemd. Het rendement van PV-panelen ligt een stuk lager dan die van thermische zonnecollectoren. Praktijkwaarden liggen tussen 6-12%. Op www.duurzameenergiethuis.nl/opbrengstmeter-zonnepanelen kunt u heel simpel de jaaropbrengst van uw PV-paneel berekenen. Onder ideale omstandigheden bedraagt deze circa 90 kWh per m² paneeloppervlak.



Figuur 20. PV-Panelen

(Bio)-WKK

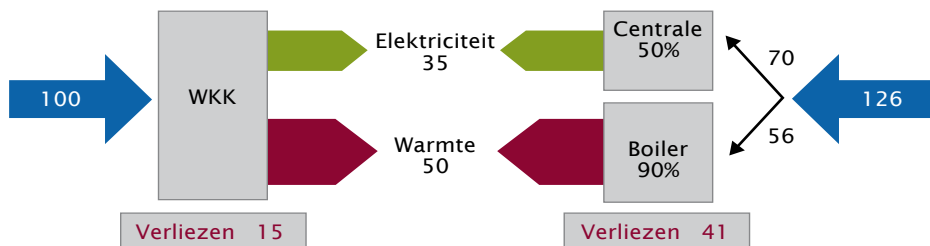
Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
WKK i.p.v. separaat warmte en elektriciteit	+	-	0	0	+

Warmtekrachtkoppeling (WKK) is een verzamelnaam voor de technologie waarbij warmte en mechanische energie gelijktijdig worden opgewekt in hetzelfde proces. Meestal wordt de mechanische energie rechtstreeks omgezet naar elektrische energie, maar het is ook mogelijk dat deze rechtstreeks gebruikt wordt in een bedrijf. De meeste WKK's zijn gebaseerd op verbrandingsmotoren. Voor installaties in de industrie, met veel grotere vermogens, zijn dit meestal stoom- of gasturbines, maar soms komen ook gasmotoren voor. In het geval van een bio-WKK wordt de gasturbine gevoed met biogas.

Afzonderlijk bekeken is de productie van warmte en elektriciteit in een WKK niet zo efficiënt. Pas wanneer ze samen nuttig kunnen worden gebruikt, kan er met een WKK veel energie bespaard worden.

Hieronder wordt de WKK weergegeven, die uit 100 eenheden brandstof 35 eenheden elektriciteit en 50 eenheden warmte produceert. In totaal worden dus 85 eenheden nuttige energie geproduceerd. Aan de rechterkant wordt de gescheiden opwekking getoond. Om dezelfde hoeveelheid energie (35 eenheden elektriciteit en 50 eenheden warmte) te produceren zijn 126 eenheden brandstof nodig.

WKK's zijn vooral aantrekkelijk als er binnen het bedrijf een constante warmtevraag is en de opgewekte elektriciteit gebruikt, of deels aan het net geleverd kan worden. De investeringskosten zijn over het algemeen hoog. Met de WKK wordt al snel 15% bespaard op de totale energiekosten. De terugverdientijd ligt meestal tussen de 5 en 10 jaar, soms nog lager, mits de WKK nuttig ingezet kan worden.



Figuur 21. Vergelijk WKK t.o.v. separate opwekapparatuur

4.6. Good housekeeping: organisatorische maatregelen, energiemonitoring en peakshaving

Organisatorische maatregelen

Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Instrueren personeel (A)	+	+	-	-	O
Periodiek onderhoud (A)	+	+	-	+	O
Registratie hoeveelheid afkeur (B)	O	+	-	+	O
Scheiden van warmte- en koudebronnen (C)	+	+	+	+	+
Maandelijks overzicht van energiegebruik (D)	+	+	+	+	+

A. Instrueren personeel en periodiek onderhoud

Door duidelijke instructies aan het personeel mee te geven, kunt u zowel fouten voorkomen als energie besparen. Door periodiek onderhoud te plegen aan machines, kunnen storingen worden voorkomen en daarmee een hoeveelheid afkeur beperken. Periodiek onderhoud kan ingepland worden, terwijl storingen op ongewenste tijdstippen plaatsvinden en de productie onderbreken. Laat iemand in uw bedrijf hiervoor verantwoordelijk zijn.

B. Registratie hoeveelheid afkeur

Door de hoeveelheid afkeur te registreren, krijgt u inzicht in de hoeveelheid uitval en de oorzaken ervan. Door het verkregen inzicht kan afkeur

meer worden voorkomen en wordt er minder geproduceerd, wat energie bespaart.

C. Scheiden van warmte- en koudebronnen

Een ongeschreven regel is dat energiebesparing niet moet leiden tot een verlaging van het comfort. De sociale acceptatie hiervan is namelijk laag. Een maatregel die zowel energie bespaart als het comfort verhoogt, is het scheiden van warmte- en koudebronnen. Plaats dus geen oven in de buurt van koelapparatuur. Hiermee kan al tijdens het ontwerp rekening worden gehouden. Deze maatregel is dan dus direct terugverdiend, maar alleen te realiseren bij ver- en nieuwbouw.

D. Maandelijks overzicht van energiegebruik

Om het inzicht en de bewustwording te vergroten is het verstandig uw werknemers regelmatig op de hoogte te houden van uw energiegebruik. Door maandelijkse overzichten te maken en een referentie energiegebruik aan te geven wordt inzichtelijk of er

meer of minder energie dan normaal gebruikt wordt. Door het gas- en het elektriciteitsverbruik bovendien te koppelen aan de hoeveelheid productie, ontstaat een nieuwe performance indicator, die ingezet kan worden om energiedoelstellingen binnen uw bedrijf te realiseren.

Energiemonitoring, contractcapaciteit en peakshaving

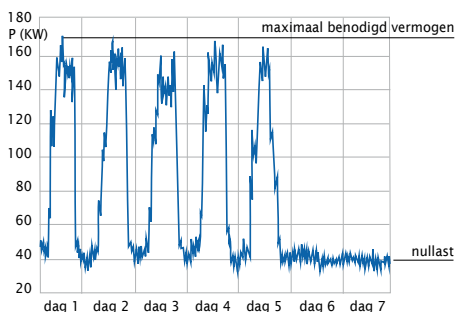
Maatregelen	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Energiemonitoring (A)	+	+	O	+	+
Contractcapaciteit (B)	+	+	O	+	+
Peakshaving (C)	+	+	O	+	+
Power Quality Scan (D)	+	+	O	+	+

A. Energiemonitoring

De ervaring leert dat energiemonitoring de belangrijkste stap is in het opstellen van een energiebesparingsplan. Het meten van het energieverbruik in de tijd geeft inzicht in de nullast en piekvermogens. Deze blijken vaak onverwacht hoog te liggen. Het lokaliseren van de processen en apparatuur die verantwoordelijk zijn voor deze verbruiken kan leiden tot grote energiebesparingen.

B. Contractcapaciteit

De figuur geeft het verloop van het elektrisch vermogen in kW over een week van een productiebedrijf weer.



Figuur 22. Vermogensverloop over een week

De analyse hiervan is gericht op het piekvermogen en de nullast. Wanneer het piekvermogen lager is dan de contractwaarde, kan bespaard worden op de energiekosten door een lagere contractwaarde op te stellen. Ook te zien is dat de nullast circa 40 kW bedraagt. De oorzaak van dit hoge nullastvermogen kan onderzocht worden door het uitvoeren van lokale metingen. Dit wordt inzichtelijk door per groep of per apparaat de verbruiken te meten, gebruik makend van speciale meetapparatuur. Op deze manier wordt steeds verder ingezoomd, totdat de veroorzakers gevonden zijn. Bedrijven met een middelgroot en groter elektriciteitsverbruik worden elke 15 minuten door uw netwerkbeheerder het afgenomen vermogen gemeten. Bij uw netwerkbeheerder kunt u dus het afgenomen vermogen per 15 minuten over een bepaalde representatieve periode opvragen en grafisch, zoals de figuur laat zien, weer geven om deze te analyseren.

C. Peakshaving

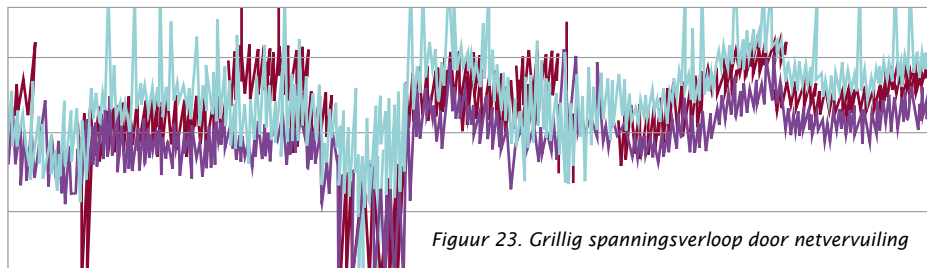
Peakshaving is het zodanig aan- en afschakelen van energiegebruikers,

waaronder ook productieapparatuur, dat pieken in het energieverbruik door het gelijktijdig in gebruik hebben van grote gebruikers worden voorkomen. Door het maximaal toegestane vermogen mee te nemen als beperkende randvoorwaarde bij de productieplanning wordt het energiegebruik gelijkmatiger en kan worden voorkomen dat een veel hogere contractcapaciteit en bijbehorende kosten nodig is.

Tot de maatregelen voor peakshaving behoren ook installatietechnische ingrepen als het toepassen van in- en voorschakel weerstanden waarmee inschakelpieken in het stroomverbruik worden voorkomen.

Power Quality Scan

Machines en apparatuur die op het elektriciteitsnet zijn aangesloten veroorzaken vaak netvervuiling, spanningsvariaties en andere ongewenste effecten (hogere harmonischen). Die verstoringen zorgen voor een hoger elektriciteitsverbruik en verminderde capaciteit van het elektriciteitsnetwerk en meer slijtage aan machines en apparatuur.



Figuur 23. Grillig spanningsverloop door netvervuiling

Een Power Quality Scan meet en analyseert de netvervuiling binnen een installatie. Na systematische analyse van de gegevens kan de oorzaak (onder andere frequentieregelaars, scheve fasebelasting en veel blindvermogen) achterhaald worden en gepaste maatregelen (zoals filtering en aanpassing

elektrische installatie) worden genomen. Deze vervuiling ontstaat vaak door een slecht ontwerp van de installatie of apparatuur. Soms ligt de oorzaak bij de netbeheerder.

4.7. Perslucht

<i>Maatregelen</i>	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
Compressoren uitschakelen buiten bedrijfsuren (A)	+	+	+	+	+
Verhelpen van lekkages (B)	+	+	+	+	+
Verlagen van de werkdruk (C)	+	+	-	-	+
Warmteterugwinning (D)	+	O	+	+	+
Zuinige blaasmondjes en blaaspistolen (E)	O	+	-	+	O

A. Compressoren uitschakelen buiten bedrijfsuren

Doordat er altijd lekkages in het persluchtsysteem aanwezig zijn, blijven de compressoren draaien om de druk op peil te houden zolang het systeem in werking is. Dit kost veel energie die niet nuttig gebruikt wordt. Door het vaker inschakelen van compressoren wordt bovendien de levensduur van de compressoren verkort en dat leidt over het algemeen tot meer onderhoudskosten. Uitschakelen van de compressoren buiten bedrijfsuren (eventueel met een schakelklok) bespaart veel

energie en verhoogt de levensduur van het systeem. Sommige machines of apparaten mogen echter, ook als ze niet in werking zijn, niet drukloos raken. Is dit het geval dan kan eventueel deze machine op een kleine separate compressor worden aangesloten. Afhankelijk van het nullastverbruik verdient u dit in 1 tot 4 jaar terug.

B. Verhelpen van lekkages

Een lekverlies van 5% tot 10% is over het algemeen acceptabel. Een lekverlies van 30% blijkt in de praktijk echter

niet uitzonderlijk. Een besparing van circa 20% is dus mogelijk. Bij een middelgroot persluchtstelsel verdient u deze inspanning binnen 2 jaar terug.

C. Verlagen van de werkdruk

Veel bedrijven stellen de werkdruk te hoog in, terwijl bij een goed ontworpen persluchtstelsel het drukverlies maximaal 0,5 bar is. Door deze hoge werkdrukken blijven ook oudere, deels versleten of vervuilde luchtverbruikers toch goed werken. Veelal leidt een hogere werkdruk ook tot meer en een grotere lekkans. De werkdruk kan geminimaliseerd worden tot de benodigde druk, verhoogd met drukverlies. Het stapsgewijs verlagen van de werkdruk kan een energiebesparing opleveren van ongeveer 10%. Daarnaast krijgt u ook inzicht in het gedrag van de grootverbruikers. Let er wel op dat het verlagen van de werkdruk geen nadelige effecten heeft op de betrouwbaarheid van processen. De terugverdiensijd is situatieafhankelijk.

D. Warmteterugwinning

Het leeuwendeel van het elektrische energieverbruik van de compressor komt vrij als warmte (90 tot 95%). Deze warmte kan hergebruikt worden voor ruimteverwarming (proceshal) in de winter. Door het plaatsen van een warmtewisselaar in het koelcircuit kan de restwarmte ook gebruikt worden voor het verwarmen van water (tot ca. 50°C).

Kosten en terugverdiensijd zijn afhankelijk van de situatie en het besparingspotentieel.

E. Zuinige blaasmondjes en blaaspistolen

Met het gebruik van zuinige blaasmondjes en blaaspistolen reduceert u het persluchtverbruik van luchtgereedschappen met 30% tot 50%. Bij zogenaamde venturi blaasmondjes loopt dit zelfs op tot 80%. De aanschaf van deze componenten verdient u meestal binnen 2 jaar terug.

4.8. Productieprocessen

Het grootste deel van de elektrische energie in de productieprocessen wordt verbruikt door elektrische motoren voor daaraan gekoppelde aandrijvingen en door elektrische verwarming in het proces. Het ingrijpen in die productiesystemen, met als doel het energieverbruik te verlagen, is specialistisch werk, dat veelal alleen door de machinefabrikanten van deze productiesystemen kan worden uitgevoerd. In de praktijk blijkt dat de meeste bedrijven

deze stap niet willen zetten in verband met het risico dat het productieproces wordt verstoord en de productkwaliteit en de stabiliteit van het proces niet nadelig mag worden beïnvloed. Rondom de hoofdproductieprocessen bevinden zich echter veel perifere hulpsystemen, die minder kritisch zijn voor het hoofdproductieproces. Elektrische motoren hierin dienen voor de aandrijving van lopende banden, transportmiddelen, ventilatoren, pompen, etc.

<i>Maatregelen</i>	Financiële besparing	Terug-verdientijd	Comfort/klachten	Levens-duur	Imago/MVO
(Frequentie) regeling (A)	O	O	+	O	+
Keuze elektrische motoren (B)	O	O	+	O	+

A. (Frequentie-)regeling

Van hulpsystemen draaien de elektromotoren veelal continu, maar worden dan vaak aan de mechanische of hydraulische zijde gesmoord. Ventilatoren en pompen kunnen bijvoorbeeld vraaggestuurd geregeld worden aan de motorzijde. Men kan ze schakelen op frequentie, tijd, aanwezigheid of luchtkwaliteit. Wanneer er een wisselende, doch continue, behoefte is aan mechanische ventilatie of pompcapaciteit kunt u het beste een frequentieregeling toepassen. De investering is dan in 1-5 jaar terugverdiend.

Indien in het bedrijfspand gebalanceerde ventilatie aanwezig is of gerenoveerd wordt naar een gebalanceerde ventilatie, sluit dan een warmte-terugwinsysteem hierop aan. Dit is terugverdiend binnen 5 jaar, indien het luchtdebiet meer dan 6.000 m³/uur (1,7 m³/sec) bedraagt.

B. Keuze elektrische motoren

Veel machines in productieprocessen worden robuust geconstrueerd om de betrouwbaarheid ervan over een lange periode te garanderen. Door slijtage en vervuiling gaan bewegende delen in machines op termijn zwaarder

lopen. Tevens wil men bij tijdelijke overbelasting van een productiemachine over voldoende motorvermogen beschikken, zodat deze niet stil valt. Deze machine-eisen leiden bij het ontwerpen van productiesystemen tot het kiezen van vermogens van elektrische motoren, die 2 tot wel 4 maal overgedimensioneerd zijn. Menig bedrijfsleider geeft de voorkeur aan deze keuze. De keerzijde is dat de motoren in deze situatie gemiddeld maar 20 tot 50% worden belast. Het energierendement van deze machinemotoren daalt hiermee tot wel onder de 40%. Dit heeft grote gevolgen voor het energieverbruik wanneer deze motoren nagenoeg continu draaien. Een voorbeeld: Een motor met een vermogen van 5 kW die continu draait, verbruikt op jaarbasis 31,8 MWh à € 0,12 is € 3.800,-/jaar. Een nieuwe energiezuinige motor in deze vermogensklasse kost circa € 1.000,-.

De installatiekosten voor vervanging liggen in dezelfde orde van grootte. De kosten van het energieverbruik per jaar zijn 2 keer hoger dan de investeringskosten. De levensduur van een elektrische motor is bovendien tientallen jaren. Hier zijn grote besparingen mogelijk. Toch wordt er in de praktijk nauwelijks naar gekeken.

Risico's bij aanpassingen in hoofdproductieprocessen

De aandacht voor energiebesparing in productieprocessen neemt toe. Zoals eerder vermeld, wordt het ri-

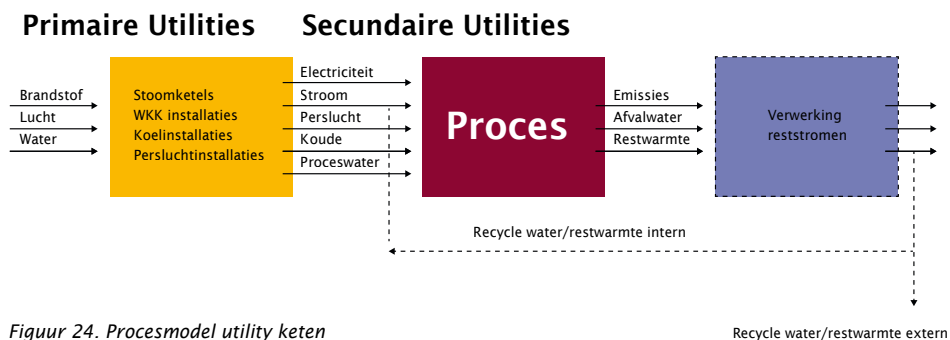
sico voor verstoring van het proces als het grote struikelblok gezien. Ondanks dit 'risico' is het vaak lucratief juist wel op zoek te gaan naar energiebesparingsmogelijkheden in de productieprocessen. Door nauwkeurig de energiehuishouding in productieprocessen te monitoren, komt men vaak achter procesbeheersingsproblemen. Het oplossen van deze problemen kan een productiviteitswinst opleveren die vele malen groter is dan het kostenvoordeel uit de te bereiken energiebesparing. Daarom dient de aandacht voor energiegebruik in productie primair gericht te zijn op het vinden van mogelijkheden om de productkwaliteit en de procesproductiviteit te verhogen in plaats van alleen de kostenbesparing op energiegebruik.

Een soortgelijk effect werd waargenomen in de voedingsmiddelenindustrie. Door in die branche nauwkeuriger naar watergebruik te kijken neemt de procesbeheersing toe; zeker wanneer water ook een primaire grondstof in het product is, dat verwarmd of gekoeld wordt. De kostenverlaging door waterbesparing is meestal gering. De energiebesparing die het gevolg is van dit lagere watergebruik is echter vele malen groter. Een eenvoudige benadering met deeloplossingen leidt echter tot sub-optimalisatie en kan zelfs tot meer verbruik van energie leiden.

Deze problematiek vraagt om een modelmatige aanpak waarbij het gehele

productiesysteem wordt beschouwd. In onderstaand model wordt naar het gehele productie proces gekeken. Slechts een totale bedrijfsbenadering geeft richting aan energiebeheersing in de industrie.

In dit vademecum gaan we niet verder in op de specifieke productieprocessen. Op de website saxion.nl/energiebesparing, waarin dit vademecum integraal is overgenomen, zal dit onderwerp op termijn verder worden uitgewerkt.



Figuur 24. Procesmodel utility keten

Naast de grondstof-productketen kan bij processen ook een 'utility keten' worden herkend. Processen hebben elektriciteit, warmte, koude, perslucht, mechanische energie nodig. Deze worden secundaire utilities genoemd, die via systemen worden opgewekt uit de primaire utilities, namelijk brandstof, omgevingsenergie, lucht en water.

Aan de uitgaande kant stoten processen naast productafvalstromen ook emissies, restwarmte, afvalwater, geluid en geur uit. Deze worden in balans gebracht met de secundaire utilities door middel van zuivering, demping, terugwinning en koeling.

De conclusie is dat bedrijven naar de ketenkosten van utilities moeten kijken en niet alleen naar de inkoopkosten van de primaire utilities.

5. Bijlage: Tabbladen

5.1. Tabblad energieprijzen

Energieprijzen (prijspeil januari 2011)				
Gasprijs in EUR/m³				
<i>Categorie</i>	Tarief continu	E-belasting	Capaciteitskosten	Totaalprijs
0-5.000 m ³ /jaar	€ 0,30	€ 0,17	€ 0,00	€ 0,47
5.000-170.000 m ³ /jaar	€ 0,29	€ 0,14	€ 0,01	€ 0,44
170.000-1.000.000 m ³ /jaar	€ 0,29	€ 0,04	€ 0,01	€ 0,34
1.000.000 - 10.000.000 m ³ /jaar	€ 0,29	€ 0,02	€ 0,01	€ 0,32
> 10.000.000 m ³ /jaar	€ 0,29	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,31
Elektriciteitsprijs in EUR/kWh				
<i>Categorie</i>	Tarief continu	E-belasting	Capaciteitskosten	Totaalprijs
Klein verbruiker = 0-10.000 kWh	€ 0,07	€ 0,11	€ 0,01	€ 0,19
Midden verbruiker = 10.000-50.000 kWh	€ 0,07	€ 0,04	€ 0,01	€ 0,12
Groot verbruiker > 50.000 kWh	€ 0,07	€ 0,01	€ 0,01	€ 0,09

Stand: 1 januari 2011

5.2. Tabblad bedrijfsgegevens

Voor de berekening van de investeringskosten zijn kenmerkende bedrijfsgegevens gebruikt. Deze zijn in de tabel hieronder te vinden.

Kenmerkende Bedrijfsgegevens			
Kengetallen o.b.v. Gas	Hoeveelheid BVO [m ²]:	Hoeveelheid vervangbaar glasoppervlak [m ²]:	Hoeveelheid dakoppervlak [m ²]:
<i>Categorie</i>			
0-5.000	250	38	500
5.000-170.000	2.500	275	5.000
170.000-1.000.000	20.000	1.400	40.000
1.000.000 - 10.000.000	100.000	4.000	180.000
> 10.000.000	250.000	6.250	375.000
Kengetallen o.b.v. Elektriciteit	Elektraverbruik verlichting [kWh]:	Elektraverbruik pompen & ventilatoren [kWh]:	Capaciteit ventilatiesysteem [m ³ /h]:
<i>Categorie</i>			
Klein verbruiker	3.750	1.000	600,0
Midden verbruiker	22.500	7.500	3.000,0
Grootverbruiker	100.000	30.000	25.000,0

5.3. Rekenvoorbeeld verlichting

Bestaande situatie Conventioneel

aantal	type	verbruik	totaal
1	2 x 58W (T5 49W)	160 W	0.16 kW
verbruik totaal			0.16 kW
Energieverbruik per jaar			499.20 kWh
Energiekosten per jaar €			64.90
CO2 uitstoot			0.31 ton

Vervangingskosten TL-D (T8)

aantal	type	lamp + starter	arbeid	totaal
2	TL-D58W	€ 3.75	€ 4.15	€ 15.80
2 verwijderingsbijdrage				€ 0.12 € 0.24
				€ 16.04
10 jaar x 12 x 260 =				31200
Levensduur TL-D =				10000 ÷
Vervangings frequentie in 10 jaar =				3.12
Vervangingskosten per 10 jaar €				50.04

aantal uren per dag	12
dagen per jaar	260
Energiekosten/kWh	€ 0.13
Termijn	10 jaar
Levensduur TL-D	10,000 uur
Levensduur T5 LED	19,000 uur

Besparing energiekosten / jaar
€ 21.09

Nieuwe situatie

aantal	type	verbruik	totaal
1	2x49W	108 W	0.108 kW
verbruik totaal			0.108 kW
Energieverbruik per jaar			336.96 kWh
Energiekosten per jaar €			43.80
CO2 uitstoot			0.21 ton

Vervangingskosten T5

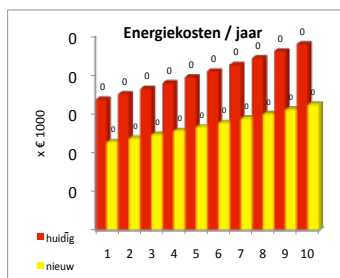
aantal	type	lamp	arbeid	totaal
2	T5-49W	€ 6.40	€ 4.15	€ 21.10
2 verwijderingsbijdrage				€ 0.12 € 0.24
				€ 21.34
10 jaar x 12 x 260 =				31200
Levensduur T5 =				19000 ÷
Vervangings frequentie in 10 jaar =				1.64
Vervangingskosten per 10 jaar €				35.04

Toekomst projectie

jaarlijkse verhoging energieprijz	4 %
jaarlijkse verhoging € lichtbronnen	3 %

Totale besparing / jaar

€ 22.59



EIA* (energie investerings aftrek)
afhankelijk van ondernemingsvorm
bijvoorbeeld een B.V. ≈ 11%
€ 100.00 * 11 %

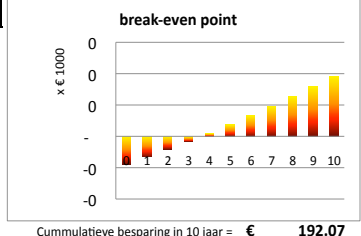
€ -11.00

Terugverdientijd 3.94

Investering	€ 100.00
EIA voordeel*	-11.00
Netto investering	€ 89.00
Besparing / jaar	€ 22.59

Investeringskosten

1 armatuur 2x49W	€ 70.00	€ 70.00
1 montage	€ 30.00	€ 30.00
Subtotaal investeringskosten		€ 100.00
bruto investering		€ 100.00
vervangen lampen		€ 21.34
totale investering		€ 121.34



* zie www.senternovem.nl/eia/ (code = 210501)

Cumulatieve besparing in 10 jaar = **€ 192.07**

5.4. Klimaatgegevens Nederland

Temperatuur



Figuur 25-29, bron: KNMI

Graaddagen

Bron: eigen onderzoek m.b.v. etmaalgegevens KNMI

Een graaddag is gedefinieerd als referentietemperatuur minus de gemiddelde temperatuur over de gehele dag, geminimaliseerd op 0. De gemiddelde temperatuur over een dag is in Nederland typisch gemeten bij het KNMI in de Bilt. Als de gemiddelde temperatuur over een bepaalde dag 10 graden Celsius was, dan heeft die dag een equivalent van 8 graaddagen. Als de gemiddelde temperatuur hoger ligt dan de referentie temperatuur (bijvoorbeeld 20 graden), dan is er typisch geen verwarming nodig; het aantal graaddagen is dan 0 (en niet -2).

Typisch worden graaddagen over een heel jaar gesommeerd. In Nederland zijn er ongeveer 3000 graaddagen per jaar [bron: Wikipedia].



6. Lijst van participanten project Energieprestatie in productieprocessen (EPP)

Van Dorp installaties

Roel Manders

Vestigingsdirecteur Hengelo

www.vdi.nl

Van Lente Systeemintegratie

Harry Kartgert

Businessmanager Technische Installaties/Beheer

www.vanlente.nl

PM Energie

Leon Knufing

Directeur

www.pmenergie.nl

HoSt

Jeroen Stroomer

Project Engineer/adviseur

www.host.nl

Bauhuis International

Ronald de Witte

COO

www.bauhuis.com

Syntens Innovatiecentrum

Bas Ramaker

Innovatieadviseur

www.syntens.nl

Gastbedrijven netwerkdagen

- **Eaton-Holec:**

www.eaton.com/EatonNL

- **Nefit**

www.nefit.nl

- **Johma**

www.johma.nl

7. Literatuurlijst

Inleiding

In de uitvoering van het project Energieprestaties in Productie Processen is gebruik gemaakt van informatie van diverse bronnen. Hieronder vindt u een uitgebreid overzicht van deze bronnen. Deze lijst is echter niet compleet. Zo zijn de ongeveer 60 energiescan rapportages die wij van bedrijven en energieadviseurs hebben gekregen niet openbaar en zij staan daarom niet in deze lijst. Deze rapporten zijn echter wel van groot belang geweest als input en inspiratie voor het Vademecum.

Daarnaast staan in deze lijst ook rapporten en andere publicaties die wel openbaar zijn, maar die niet expliciet gebruikt zijn binnen het project omdat er geen eigen onderzoek is uitgevoerd op de gebieden waarop die publicaties betrekking hebben. Wij hebben er voor gekozen om deze publicaties toch in deze lijst op te nemen omdat zij een goed startpunt kunnen zijn voor vervolg onderzoek of als ijkpunt voor specifieke bedrijven bij het starten van hun eigen onderzoek naar energiebesparing.

In dit project zijn (industriële) werkgroepen aan het werk geweest. De publicaties die in die werkgroepen zijn ingebracht of gebruikt staan apart vermeld. Handleidingen en rapporta-

ges geschreven door studenten in het kader van dit project staan voor zover openbaar, vermeld bij de werkgroepen en zijn herkenbaar doordat de namen van betrokken medewerkers van de academie en het lectoraat eveneens vermeld zijn.

Algemeen

- Ouwehand J., Papa T.J.G., Post E., Taal A.C, *Toegepaste Energietechniek (deel 1)*, 3^e herziene druk, Academic Service, ISBN: 9789039523049.
- Ouwehand J., Papa T.J.G., Giljamsse W., Geus J. de, *Toegepaste Energietechniek (deel 2) duurzame energie*, 2^e druk, 2009, ISBN: 9789039525760.
- *Handleiding energieprestatie advies utiliteitsgebouwen; maatwerkadvies*, ISSO publicatie 75.2
- Nederlandse norm NEN 2916, *Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – bepalingmethode*, ICS 91.120.10, december 2004.
- *Energie Vademecum, energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen*, 3^e herziene druk, 2010, Agent-schap-NL, ISBN: 978946104022.
- *Energie in de Industrie, Praktijkgids 2001*, onder redactie van E.W.L. van Engelen, E. de Ferrante, J.D. de Knecht, H. Helleweerd, uitg. Ten Hage & Stam, ISBN: 9044002244.

- *Energiebesparing ambities en resultaten*, Tweede Kamer, vergaderjaar 2011–2012, 33 016, nr. 2.

Internet

- www.saxion.nl/energiebesparing
- www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/uniforme-leidraad/
- www.agentschapnl.nl

Methodes

Bunt M. van de, *Stappenplan Energiebesparingsplan*, Saxion studentenrapport, Lectoraat Productie- en Procesinnovatie, F. Müthing, E. Can, G. Wieffer, 2012.

Werkgroep Energiemonitoring

Damhuis M., *Meetprotocol energie monitoren*, Saxion studentenrapport, academie Life Science, Engineering & Design, M. Kessner, lectoraat Productie- en Procesinnovatie, F. Müthing, G. Wieffer, 25 april 2012.

Werkgroep Energie in Processen

- Wemmers A.K., Motelica A., *Een Kennisbank voor Alternatieve Warmteprocessen*, ECN Rapport ECN-E—10-059, Juli 2010.
- *Rapportage routekaart Metallurgische Industrie en Gieterijen*, een gezamenlijk initiatief van VNMI en AVNeG, Augustus 2011.

Publicaties van het project Energieprestatie in Productieprocessen (EPP)

- Müthing F., Meijer B.R., Can E., Wieffer G., Wit J. de, *Energiebesparing in de Industrie; vademecum besparingsmaatregelen in bestaande bedrijven*, Saxion, 20 juni 2012.
- Müthing F., *Energiebesparing in productiebedrijven*, in VV-plus, september 2011.

Lijst met figuren, foto's en bronnen

Figuur 1. Energieverbruik industrie

Bron: <http://www.ecn.nl/nl/units/ei/eei/extra/educatie/industrieenergiebesparing/waarom-energiebesparing-in-de-industrie/>

Figuur 2. Instrumenten voor energiebesparing

Bron: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33016-2.html>

Figuur 3. Trias Energetica

Bron: http://www.gertjanschop.com/modellen/people_planet_profit.html

Figuur 4. Vermogensverloop over een week

Bron: Saxion

Figuur 5. Webpagina InfoMil

Bron: Infomil

Figuur 6. Referentiebedrijf

Bron: Saxion

Figuur 7. Verdeling elektriciteit over de gebruiksfuncties.

Bron: Saxion

Figuur 8. Temperatuurverloop door een spouwmuur

Bron: <http://www.infofrankrijk.com/pagina/Isolatie/3450/>

Figuur 9. Dockshelter

Bron: http://www.esi.info/detail.cfm/H%F6rmann-UK-Ltd/H%F6rmann-DT-dock-shelters-with-scissor-arm/_/R-26902_LE674JW

Figuur 10. Radiatorfolie

Bron: <http://www.karwei.nl/advies-en-inspiratie/radiatorfolie-aanbrengen/>

Figuur 11. Witverven dakbedekking

Bron: <http://blogs.reuters.com/great-debate/2011/07/21/painting-bill-clinton%E2%80%99s-white-roofs-into-reality>

Figuur 12. Zonwerende beglazing

Bron: <http://photosmash.wordpress.com/>

Figuur 13. Isolerende ommanteling koelinstallatie

Bron: <http://www.doorisolisolatie.nl/projecten/utiliteit>

Figuur 14. Modulerende brander

Bron: <http://www.franswillems.nl/modulere.htm>

Figuur 15. Elektrische infrarood straler

Bron: <http://www.speurders.nl/overzicht/bouw-en-tuin/tuin-diversen/1500w-terrastraler-elektrische-verwarming-eurom-go-86348311.html>

Figuur 16. Binnenunit split-unit

Bron: <http://www.aircoshop.nl/airconditioning/wand/mitsubishi-heavy-split-unit-20-kw-koelen-en-27-kw-verwarmen/>

Figuur 17. TL-verlichtingsstraten

Bron: www.lighting.philips.nl

Figuur 18. Losse reflector om TL-buis

Bron: <http://www.savesolutions.nl/tl-verlichting/t-5-energysaver-retro-fit/savesolutions-t-5-energysaver-met-reflector-150cm-35w-865-daglicht/>

Figuur 19. Vlakkeplaatcollector

Bron: <http://www.solsolutions.nl/zonnewarmte-solsolutions/vacuumbuis-zonnecollectoren/>

Figuur 20. PV-Panelen

Bron: www.shutterstock.com

Figuur 21. Vergelijk WKK ten opzichte van sepearte opwekapparatuur

Bron: <http://m.vreg.be/algemene-info-0>

Figuur 22. Vermogensverloop over een week
Bron: Saxion

Figuur 23. Netvervuiling
Bron: Van Lente Systeemintegratie

Figuur 24. Procesmodel utility keten
Bron: TNO

Figuur 25-29. Klimaatgegevens Nederland
Bron: KNMI

ISBN/EAN: 978-90-818424-7-1

Titel: Energiebesparing in de industrie;
vademecum energiebesparingsmaatregelen in bestaande bedrijven

Auteurs: Frank Muthing
Bart Meijer
Edip Can
Geert Wieffer

Projectreferentie: 2008-12-8H RAAK-MKB

Kom verder. Saxion.

saxion.nl/energiebesparing

