



Slim aansturen van elektriciteit

# Voedingsverwerkende bedrijven



## EIGENVERBRUIK OF ZELF-CONSUMPTIE

Het eigenverbruik of de zelfconsumptie van een installatie voor hernieuwbare energie is het deel van de zelf geproduceerde elektriciteit dat ogenblikkelijk zelf wordt gebruikt.

Vanaf 2019 worden de klassieke energiemeters stelselmatig vervangen door digitale meters. Deze meters houden verbruik en injectie van elektriciteit apart bij en draaien dus niet meer terug zoals klassieke meters. Een overgangsregeling voor bestaande kleine installaties wordt door de Vlaamse regering uitgewerkt.



Deze brochure is geschreven in het kader van het VLAIO-VIS-project SAVE 'Slim Aansturen Van Elektriciteit' (2014-2018).

Met deze brochure wil het SAVE-consortium illustreren hoe voedingsverwerkende bedrijven de elektrische energie die ze zelf produceren maximaal kunnen inzetten op het eigen bedrijf. Vraag en aanbod zo goed mogelijk op elkaar afstemmen, kan door in te spelen op flexibele lasten en door energieoverschotten op te slaan.

## ACHTERGROND

Energie is een grote kost voor een voedingsverwerkend bedrijf. Deze kost drukken, kan door energie te besparen en/of zelf op te wekken. De voorbije jaren hebben veel bedrijven geïnvesteerd in de productie van hernieuwbare energie. De productie van zonne-energie en windenergie is variabel en niet stuurbaar.

Wanneer het omvormervermogen van zo een installatie meer dan 10 kVA bedraagt, heeft een bedrijf geen recht op een terugdraaiende teller. Het moet zijn elektriciteit verkopen op momenten dat er een overproductie van hernieuwbare energie is.

De vergoeding voor de injectie van deze ogenblikkelijke overschotten aan elektrische energie op het net ligt een stuk lager dan wat het bedrijf uitspaart aan aangekochte elektriciteit als het de stroom onmiddellijk zelf kan verbruiken. Om de productie van hernieuwbare energie op bedrijfsniveau rendabeler te maken, hebben bedrijven er belang bij hun verbruik zoveel mogelijk af te stemmen op hun productie ('demand side management'). Zo kunnen ze hun eigenverbruik of zelfconsumptie verhogen.

In deze brochure gaat het over installaties voor de productie van hernieuwbare energie zonder terugdraaiende teller.

## STAPPENPLAN

Om te komen tot een slimme installatie van elektrische opwekkers en gebruikers, doorloop je volgende stappen:

### Stap 1 - Besparen

De meest rendabele investeringen voor een lagere elektriciteitskost zijn investeringen gericht op het besparen van energie. Daarom blijft besparen de eerste stap!

### Stap 2 - Zelf duurzaam elektriciteit produceren

Installaties voor decentrale opwekking van elektriciteit zijn onder andere fotovoltaïsche of PV-installaties, warmte-krachtkoppeling (wkk) en windmolens. Bij een goede investering is de eenheidsprijs van de zelf geproduceerde elektriciteit lager dan die van elektriciteit van het net.

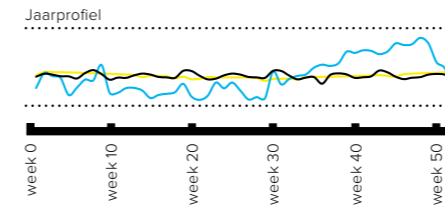
### Stap 3 - Slim aansturen van elektriciteit

In deze stap worden flexibele gebruikers slim aangestuurd. De complexiteit van de regeling kan sterk variëren, van een eenvoudige tijds klok tot het aansturen van meerdere processen op basis van de zelf geproduceerde elektriciteit.

### Stap 4 - Batterijopslag

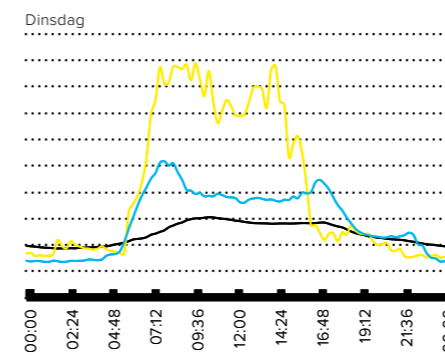
De laatste stap in een slimme installatie is opslag van de zelf geproduceerde energie. Dat kan bijvoorbeeld in een elektrisch batterijsysteem.

## Energieverbruik en verbruiksprofiel



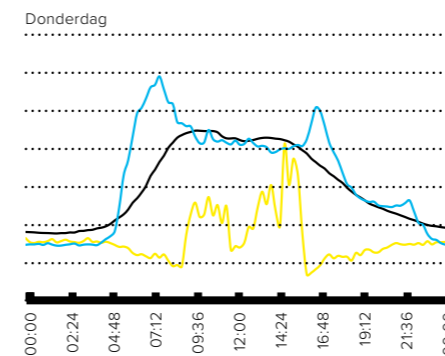
Figuur 1: Wekelijks energieverbruik van enkele voedingsverwerkende bedrijven

■ slp  
■ praline fabriek  
■ bakkerij bewaarwafels



Figuur 2: verbruiksprofielen dinsdag en donderdag (2017) SLP, pralinefabriek en bakkerij bewaarwafels

■ slp  
■ praline fabriek  
■ bakkerij bewaarwafels



## Stap 1: Besparen



De term voedingsverwerkend bedrijf is algemeen en omvat verschillende bedrijfssituaties. Afhankelijk van het product dat gemaakt of verwerkt wordt, zijn er bepaalde verbruikers aanwezig die zorgen voor een bepaald verbruik en verbruiksprofiel. Het grootste verbruik in de meeste bedrijven zal zich bevinden in de processen (pompen, motoren voor transport en koeling van de producten). Daarnaast is dikwijls ook koeling voorzien voor opslag. In het kader van slim sturen neem je die best niet samen met de 'productiekoeling'. Ook de verlichting zal in veel bedrijven een behoorlijk aandeel innemen van het energieverbruik.

Het verbruiksprofiel is sterk afhankelijk van het werkregime van het bedrijf, eventueel collectief verloop, en piek- en dalperiodes in de productie. Om toch snel een idee te kunnen vormen van het profiel zou je synthetic load profielen (SLP) kunnen gebruiken, die het verbruiksprofiel van een gemiddeld bedrijf in Vlaanderen weergeven. Die zijn heel algemeen en zal nooit de situatie voor een specifiek bedrijf kunnen weergeven. Daarom is het beter om, indien mogelijk, kwartiermetingen van het betreffende bedrijf op te vragen, of gedurende een relevante periode (bijvoorbeeld één week) het verbruik te monitoren en op basis van deze meting een jaarprofiel op te stellen.

Figuur 1 toont het energieverbruik per week van enkele voedingsverwerkende bedrijven. De SLP (Synthetic Load Profile: gemiddeld profiel van Belgische bedrijven) heeft een vrij constant verloop met een lichte daling in de zomer. Het werkregime in de pralinefabriek ligt een stuk anders. Hier zie je duidelijk een meerverbruik tegen het najaar en bij het begin van het nieuwe jaar. Tijdens de zomer is er minder werk wat zich duidelijk vertaalt in een lager verbruik. Het profiel van de industriële bakkerij loopt een stuk gelijkmatiger. We zien wel een lichte verhoging van het verbruik in de zomer.

Figuur 2 toont grotere afwijkingen van de pralinefabriek en bakkerij tegenover een SLP-profiel. Bij de pralinefabriek zien we een sterk verschil van dag tot dag, waarbij het wel duidelijk is dat er voornamelijk overdag een elektriciteitsvraag is. Bij de wafelfabriek zien we dat er 's morgens en 's avonds een kleine piek in het verbruik zit.

De meest rendabele investeringen voor een lagere elektriciteitskost zijn investeringen gericht op het besparen van energie. Daarom blijft besparen de eerste stap.

Energie besparen met korte terugverdientijd (maximum 1 - 5 jaar):

- LED-verlichting in ruimtes met veel branduren
- Dag- en nachtafdekking koelmeubelen
- Regeling verwarmings- en koelinstallatie

Energie besparen met langere terugverdientijd (minimum 5 jaar):

- Isolatie gebouwschil
- Koelinstallatie met elektronisch expansieventiel
- Energie-efficiënte koel- en vriesmeubelen met CO<sub>2</sub> als koelmiddel
- Isolatie koel- en vriescellen

## Stap 2: Zelf produceren van elektriciteit

### A. PV-INSTALLATIE (PHOTOVOLTAÏCS OF ZONNEPANELEN)

Onderzoeken of eigen elektriciteitsproductie haalbaar is, is voor de meeste voedingsverwerkende bedrijven een aanrader. PV-installaties zijn meestal de meest toegankelijke technologie. Als er veel koeling is zal het verbruik in de zomer hoger zijn. De hogere productie van de PV-panelen in deze maanden maakt dat PV-panelen en koeling een ideale match zijn. Het nadeel van PV is dat het enkel overdag produceert en dat er 's morgens bij het opstarten van de productie vrij weinig opbrengst is, terwijl het verbruik al hoog kan zijn.

### B. WIND

Het hoge beschikbaar vermogen op een kleine plaats dat kenmerkend is voor windturbines, is een voordeel bij bedrijven met een vrij groot verbruik en een relatief kleine oppervlakte.

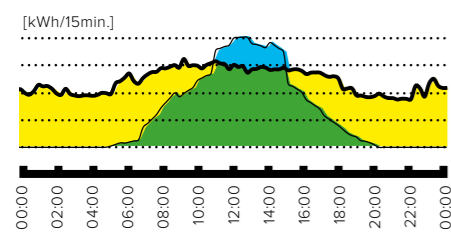
### C. WKK (WARMTEKRACHTKOPPELING)

Op sommige bedrijven met zowel een warmte- als elektriciteitsbehoefte kan ook een WKK interessant zijn. Om een goed rendement te halen, is het aan te bevelen dat de warmte op een zo laag mogelijke temperatuur kan worden gebruikt. Een WKK met een gasmotor kan maar een beperkte hoeveelheid stoom leveren, er is enkel hoog-temperatuur warmte uit rookgassen. De warmte afkomstig van de motorkoeling bedraagt ongeveer 80°C en kan worden gebruikt als voorverwarming voor de stoom. Een andere toepassing is het verwarmen van sanitair water voor bijvoorbeeld een reinigingsproces. De intercooler van de WKK moet gekoeld worden met een temperatuur van ongeveer 40°C. Deze warmte kan dus enkel nuttig gebruikt worden bij toepassingen die een lage temperatuur nodig hebben, bijvoorbeeld een voorbehandeling of gebouwverwarming. Het is dus belangrijk de bedrijfsprocessen te analyseren en per proces na te kijken welke minimumtemperatuur nodig is.

### A. WAAROM SLIM STUREN?

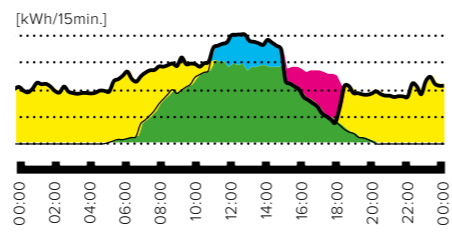
Onderstaande figuur toont een verbruiksprofiel (dikke zwarte lijn) van een gemiddelde werkdag van een bedrijf, samen met een opbrengstprofiel (dunne zwarte lijn) van zonnepanelen.

De energie die afgenomen wordt van het elektriciteitsnet (gele vlak) is vele malen (tot 10X) duurder dan de elektriciteit die aan het net geleverd wordt (blauwe vlak). Zelf verbruiken van de geproduceerde energie/ elektriciteit (groene vlak) is dus het meest kostenoptimaal.



Figuur 3: Verbruiksprofiel bedrijf werkdag en productieprofiel zonnepanelen

- injectie
- afname
- eigenverbruik
- verbruik
- productie



Figuur 4: Verhogen van het eigenverbruik

- afname
- eigenverbruik
- verlagen van het verbruik
- verhogen van het verbruik
- verbruik
- productie

's Middags, wanneer er overproductie is van de zonnepanelen, kan een slimme sturing het verbruik verhogen, door bijvoorbeeld diepvriescellen naar een lagere temperatuur te brengen. Als de productiepiek van de zonnepanelen voorbij is, zal deze diepvriescel minder energie nodig hebben van het net. Dat resulteert in een verlaagde afname van dure elektriciteit.

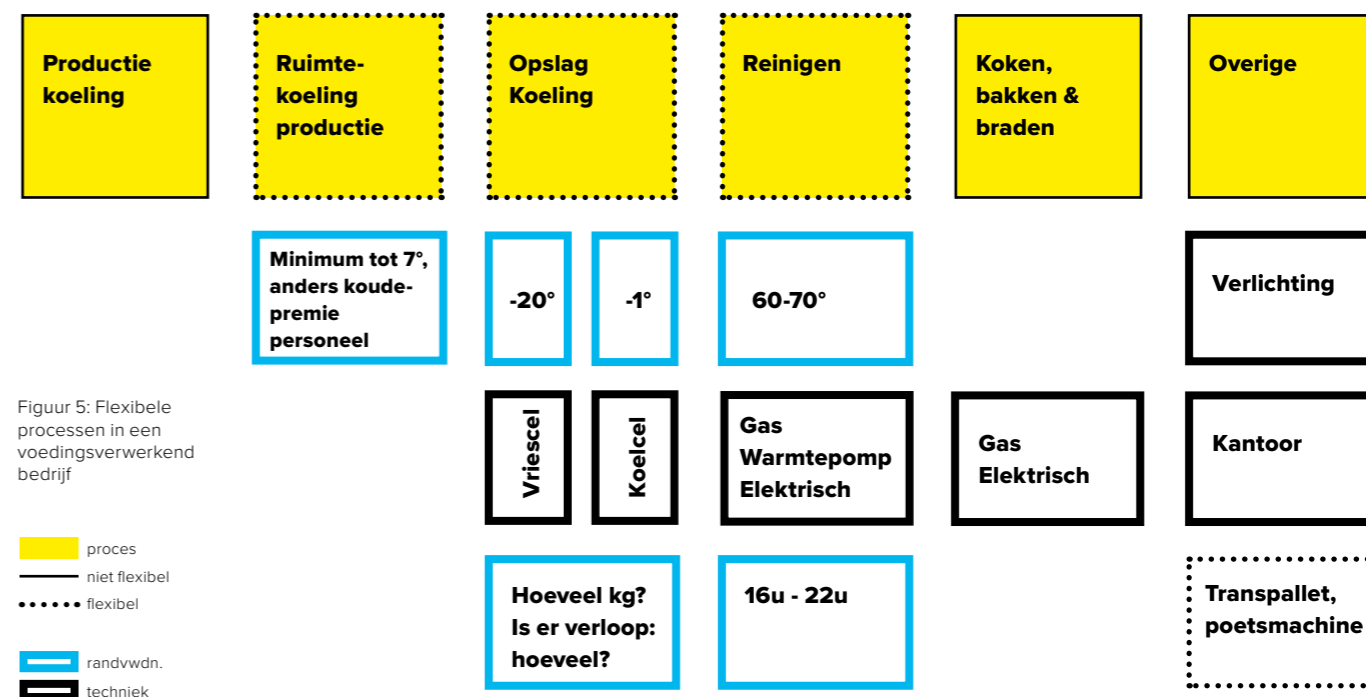
### B. HOE SLIM STUREN?

Slim sturen kan gaan van een simpele druk op een knop, over de installatie van een tijds klok, tot uitbesteden van energieregelingen aan een externe partij. Deze derde partij kan ook een aggregator zijn. Een aggregator is een opkomende dienst die flexibiliteit bij bedrijven of huishoudens verzamelt en dit (geaggregeerde) volume aanbiedt op de markt. De aggregator zorgt ook voor de slimme regeling van flexibele apparaten zodat ze automatisch kunnen reageren op beursprijzen van energie.

### C. WAT SLIM STUREN?

Figuur 5 geeft een overzicht van de processen in een voedingsverwerkend bedrijf. De processen die omlijnd zijn, zijn de niet-flexibele processen, zoals bijvoorbeeld het koken en bakken. Deze processen kunnen niet of slechts beperkt worden verschoven in functie van de zon of de wind.

De processen die omlijnd zijn met een stippellijn zijn processen die flexibel kunnen worden ingezet, zoals bijvoorbeeld de koeling of de reiniging.



Figuur 5: Flexibele processen in een voedingsverwerkend bedrijf

proces  
 niet flexibel  
 flexibel  
 randvwdn.  
 techniek

### Slim sturen van productiekoeling

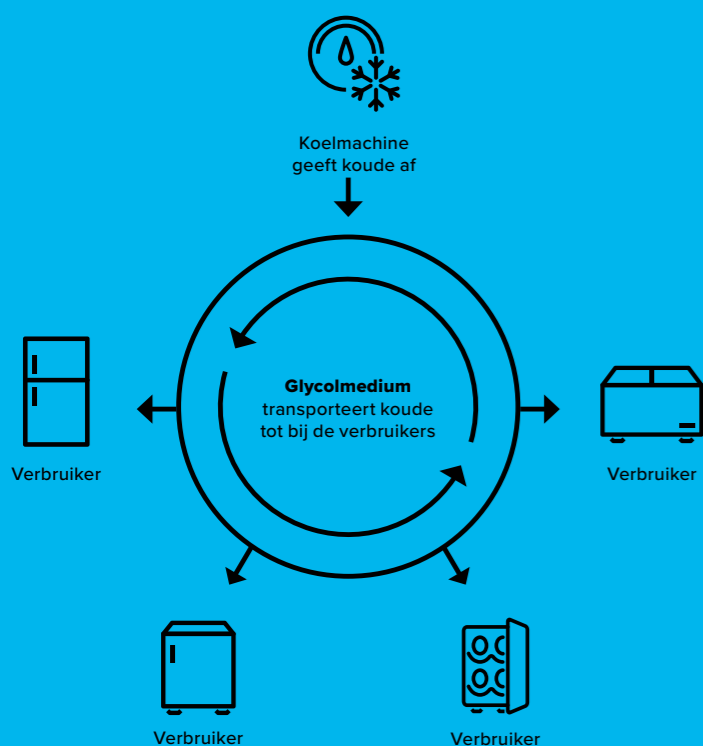
De productiekoeling vraagt meestal continu koude waardoor de stuurbaarheid een stuk kleiner wordt. Bij een indirect koelsysteem of een pompsysteem kan er energie gestockeerd worden in een buffervat of respectievelijk een vloeistofscheider. Op deze manier kan de installatie wel gestuurd worden afhankelijk van de elektriciteitsproductie.

### Wat zijn indirecte koelinstallaties?

Indirecte koelinstallaties zijn installaties waarbij een koudedragers (ijswater/glycol) wordt gebruikt om de koude die opgewekt wordt door de koelinstallatie te verdelen naar verschillende koelcellen/processen.

De installatie bestaat dus uit twee delen:

- De klassieke koelinstallatie met warmtewisselaar als verdamper.
- IJswater/glycol na de warmtewisselaar wordt met een pomp tot bij de eindverbruikers gebracht.



Figuur 6: Principe indirecte koeling

Traditionele synthetische koelmiddelen worden tegen 2030 per volume-eenheid heel duur wegens restricties die opgelegd worden vanuit Europa. Het volume koelmiddel kan dus best beperkt blijven. Natuurlijke koelmiddelen als alternatief leveren veiligheidsvoorschriften op die eveneens vragen om een inperking van het volume koelmiddel.

In beide gevallen – synthetische en natuurlijke koelmiddelen – is beperking van de koelmiddelinhoud belangrijk. Om de koelmiddelinhoud te beperken kan indirecte koeling een oplossing zijn. Indirecte koeling kenmerkt zich door één centrale koelgroep en een apart transportmedium (water + glycol) dat de koude transporteert naar de koel- of vriescellen.

Het grote voordeel van indirecte koeling is dat het transportmedium kan ingezet worden als energiebuffer. Bij overschot aan elektriciteitsproductie kan het medium dieper gekoeld worden.

Het voordeel is dat de eindproducten geen temperatuurverandering moeten ondergaan. De productkwaliteit blijft dus 100% gegarandeerd.

De economische haalbaarheid van een slimme sturing is niet overal even interessant. Op de meeste bedrijven is er al een aanzienlijk verbruik voor koeling op de momenten dat er veel energie opgewekt wordt met de PV-panelen. Als men op deze momenten energie wil gaan bufferen in de koelinstallatie, moet je naast de buffercapaciteit ook rekening houden met een extra vermogen dat de installatie moet kunnen leveren. Als hiermee grote investeringen gepaard gaan, zal de haalbaarheid nadelig worden beïnvloed.

### Slim sturen van koel- en vriescellen voor opslag

In een koel- of vriescel kan energie gebufferd worden in de vorm van koude. Dit kan door de temperatuur in de koel- of vriescel te verlagen op momenten dat de zon schijnt.

Praktische ervaring bij het proefbedrijf van SAVE partner Inagro leert dat het bufferen in koelcellen (>0°C) minder evident is: de voordelen zijn beperkt, de risico's te groot. Bufferen in vriescellen biedt zeker wel mogelijkheden. Bufferen bij indirecte koelsystemen is ook een interessante piste.

De buffercapaciteit van een vriescel is afhankelijk van de grootte van de vriescel en de aanwezige producten. Naast de producten is ook de lucht in de vriescel een belangrijke buffer. Om te kunnen bufferen in een vriescel, zijn er enkele voorwaarden:

#### Temperatuurverschuiving

Standaard koelinstallaties hebben slechts één setpunt, bijvoorbeeld -18°C. Om te kunnen bufferen moet de koelinstallatie een temperatuurregeling hebben met twee setpunten, bijvoorbeeld -18°C en -28°C. Op momenten van overschot aan geproduceerde energie kan de temperatuur verlaagd worden naar -28°C.

#### Productkwaliteit

Onderzoek\* heeft aangetoond dat bij diepvriestoeepassingen een temperatuurverschuiving van 10°C over een langere periode bij veel producten geen noemenswaardig kwaliteitsverschil oplevert. Een ongewenst gevolg van het verschuiven van de setpunttemperatuur zijn grotere variaties in de relatieve vochtigheid in de cel. Bij producten waar

vocht een belangrijke parameter is (bijvoorbeeld vlees, groenten en fruit) moet je hiermee zeker rekening houden.

#### Productverloop

Het rendement van de buffer hangt sterk af van het verloop van producten, of er producten uit de vriescel gehaald worden op lage temperatuur. Hierdoor verdwijnt een deel van de gebufferde energie uit de cel. Om een buffering in koel- en vriesinstallaties interessant te maken is het dus belangrijk dat er niet te veel productwisselingen zijn tussen het laden van de buffer (middag) en ontladen van de cel (avond, nacht).

#### Centraliseren van koelinstallatie

Om de kosten voor datacommunicatie en sturing beperkt te houden is het best om te kiezen voor één koelcentrale in plaats van individuele koelunits. Hierdoor kan er een groter vermogen aangestuurd worden via één regeling.

### Slim sturen van warmwaterproductie voor reiniging

De productie van warm water voor sanitair of voor een reinigingsproces gebeurt in sommige gevallen elektrisch: via een warmtepompboiler of een elektrische boiler. Op dit moment worden de meeste installaties zo gedimensioneerd

dat er voldoende buffer is om 24 uur te overbruggen. Op die manier kunnen de buffers 's nachts opladen. Dit principe kan ook toegepast worden voor het verhogen van het eigenverbruik door de buffer overdag op te laden bij overproductie van PV-panelen.

Op sommige (meestal kleinere) voeding verwerkende bedrijven wordt het water dat nodig is voor onder meer de reiniging elektrisch opgewarmd. Bij deze installaties kan slimme sturing ook voor een besparing zorgen door de temperatuur te verhogen op momenten dat er veel eigen productie is. Het warme water kan eenvoudig opgeslagen worden waardoor de investering vrij laag ligt. Toch moet er ook gekeken worden naar alternatieven voor de warmteopwekking. Dikwijls is elektriciteit een dure manier van warmteopwekking en kan de benodigde warmte gerecupereerd worden uit processen of opgewekt worden met bijvoorbeeld een aardgasketel.

### Slim sturen van andere verbruikers

Om te kunnen profiteren van goedkope elektriciteitsstarieven of om verbruikspieken te vermijden, kunnen verbruikers uitgesteld worden. Dit kan enkel bij zogenaamd flexibele verbruikers.

De meest voor de hand liggende flexibele verbruikers in een voedingsverwerkend bedrijf zijn vriescellen, batterijen (zie verder) en bufferinstallaties van indirecte koeling. Daarnaast is het mogelijk om verdere optimalisatie te doen door het sturen van ovens, mengmachines, ... . Nadeel is dat deze aanpassingen een grote invloed hebben op de productie (personeelsinzet e.d.). Algemeen zien we dat deze machines voornamelijk in de ochtend en voormiddag gebruikt worden.

Qua energieverbruik zou het beter zijn om het gebruik van deze toestellen (ovens, mengmachines, ...) in de mate van het mogelijke te verschuiven naar de namiddag.

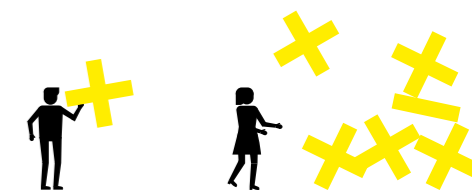
\*Publicatie: Quality attributes of frozen foods undergoing temperature fluctuations (freeze-thaw cycles); Extract from experimental data van EU Night Wind Project; 2006-2008

## Stap 4: Batterij-opslag


Uitgebreide info over onder meer de technische aspecten, de koppeling met het elektriciteitsnet en de dimensionering van de opslag van energie in elektrische batterijen kan je vinden in het Technisch handboek slim aansturen van elektriciteit. Dit handboek is te raadplegen op de website van het SAVE project [www.slimaansturenvanelektriciteit.be](http://www.slimaansturenvanelektriciteit.be).

Batterijen zijn economisch nog niet rendabel als ze enkel worden gebruikt voor het verhogen van het eigenverbruik. Als de batterij bijkomend kan worden ingezet als noodstroomgenerator of UPS (Uninterruptible Power Supply), kan het eventueel wel interessant worden. De selectie en dimensionering van de batterij gebeurt dan op basis van de minimale tijd die de batterij moet kunnen overbruggen en het noodvermogen dat moet kunnen worden geleverd, zoals bijvoorbeeld minimale verlichting en koelvermogen.

Omwille van de hoge investeringskost blijft de batterijcapaciteit best zo klein mogelijk. De eerste stap in de selectie van de batterij is het verlagen van het noodvermogen dat nodig is. Bij het verhogen van het eigenverbruik daarentegen is de capaciteit enkel begrensd door wat dagelijks kan worden geproduceerd en verbruikt. Veel omvormers laten toe beide functies te combineren door een gedeelte van de batterij te 'reserveren'.





Met financiële steun van  

Dit handboek is tot stand gekomen met de volgende partners:

