



Slim aansturen van elektriciteit

Melkveebedrijven



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 melkveebedrijven 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

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 hebben we 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.

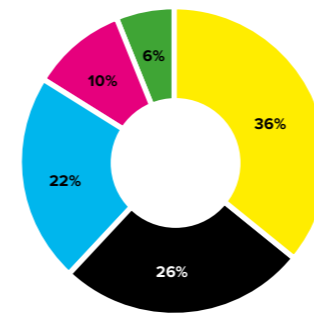
Stap 3 - Slim aansturen van elektriciteit

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: Energiebalans melkveebedrijf

melken
koelen
productie warm water
verlichting
andere

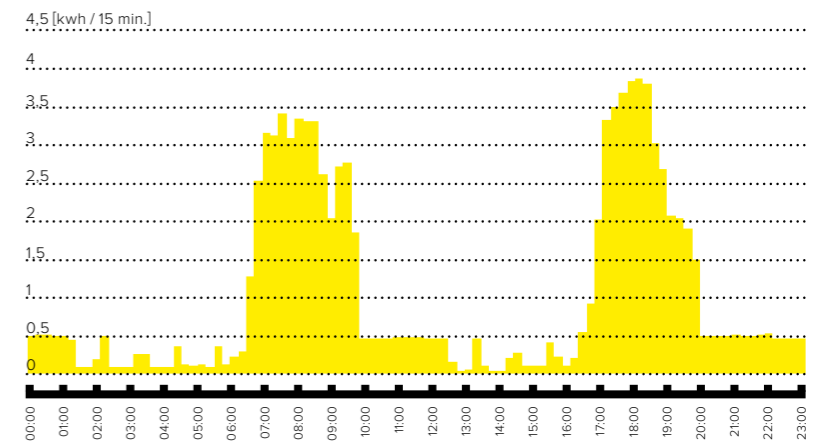
De meeste melkveebedrijven zijn onder te verdelen in 2 categorieën:

- melkveebedrijven waar twee maal per dag wordt gemolken
- melkveebedrijven met een of meerdere melkrobots

De belangrijkste verbruiksposten op een melkveebedrijf zijn de melkwinning, de melkkoeling en de productie van warm water voor de reiniging van de melkinstallatie en de koeltank. Figuur 1 toont een energiebalans van een typisch melkveebedrijf.

Figuur 2 toont een typisch dagverbruiksprofiel van een melkveebedrijf dat twee keer per dag melkt. Het profiel van zo een bedrijf vertoont een ochtend- en een avondpiek voor het melken, het reinigen van de melkinstallatie en het inkoelen van de melk. Melkveebedrijven die met melkrobots werken, hebben een vlakker verbruiksprofiel.

Bedrijven met een aansluitvermogen >56 kVA kunnen de kwartierdata opvragen bij de distributienetbeheerder en aan de hand daarvan een specifiek profiel opstellen.



Figuur 2: Typisch dagverbruiksprofiel van een melkveebedrijf waar twee keer per dag wordt gemolken

Stap 1: Besparen

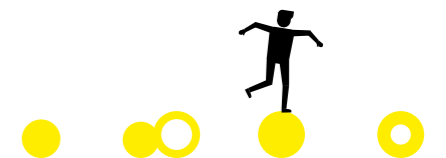
Melkveebedrijven kunnen besparen op de **koeling van de melk** door het plaatsen van een voorcoeler. Een voorcoeler werkt volgens het tegenstroomprincipe waarbij water en melk in tegengestelde richting in een warmtewisselaar naast elkaar stromen om de net gemolken melk (35°C) voor te koelen tot 16 à 20°C. Zo is er minder energie nodig om de melk verder te koelen in de koeltank (tot 4°C).

Bij het **melken** kan een frequentiesturing op de vacuümpomp zorgen voor een lager energieverbruik. Bij een conventioneel systeem is de motorsnelheid van de vacuümpomp continu. Tijdens het melken volstaat ongeveer de helft van het vermogen. Voor de reiniging is het volle vermogen nodig. Bij frequentiesturing wordt de motorsnelheid continu aangepast. Een andere mogelijkheid is een tweetrapsregeling die tot de helft terug regelt tijdens het melken.

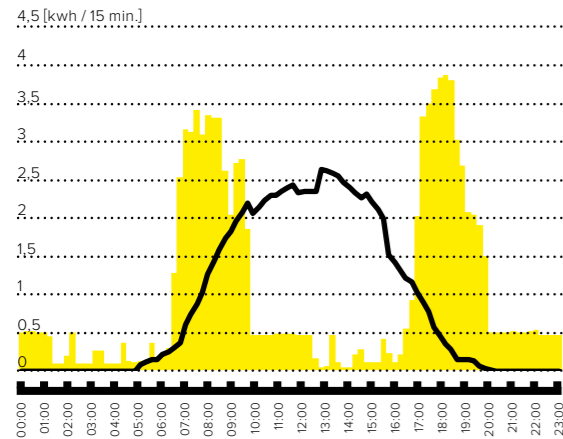
Om te besparen op de **productie van het warm water** voor de reinigingen kan gebruik worden gemaakt van de warmte die vrijkomt bij de koeling van de melk of van een zonthermisch systeem. Bij een recuperatiesysteem op de koeltank kan het water tot 40 à 50°C worden voorverwarmd.

De **verlichting** in de gemiddelde melkveestal bestaat voornamelijk uit TL-verlichting. Hier bestaan zuinige alternatieven voor. Het voordeel van led-TL is dat je de originele armaturen kan blijven gebruiken. Het vervangen van oude TL-lampen door nieuwe led-TL-lampen is rendabel wanneer lampen meer dan 3 uur per dag branden.

Meer info over het energieverbruik en de besparingsmogelijkheden in land- en tuinbouw kan je vinden op www.enerpedia.be.



Stap 2: Zelf produceren van elektriciteit



Figuur 3: Dagverbruiksprofiel melkveebedrijf met 2 melkbeurten per dag en dagproductieprofiel PV

A. PV-INSTALLATIE (PHOTOVOLTAICS OF ZONNEPANELEN)

PV-installaties bieden in veel situaties een goede oplossing omdat het benodigd vermogen eenvoudig aan te passen is en de panelen eenvoudig en op verschillende ondergronden of dakconstructies kunnen worden geplaatst.

Melkveebedrijven die niet met robots werken, kunnen maar gedeeltelijk gebruik maken van de energie die de zonnepanelen kunnen produceren, zoals weergegeven in Figuur 3. Deze bedrijven melken voor- en nadat de PV-installatie de meeste energie produceert. Daarom kiezen veel melkveebedrijven voor een kleinere installatie van 10 kVA met terugdraaiende teller. Een bedrijf met melkrobots kan de zonne-energie beter benutten.

Rekening houdend met de productiekost van een PV-installatie, de energiekost voor aangekochte elektriciteit en de injectievergoeding voor bedrijven op laagspanning, is een minimum eigenverbruik van bijna 50% nodig voor een rendabele PV-installatie. Voor een melkveebedrijf dat twee keer per dag melkt, betekent dit dat zonder extra maatregelen om het verbruik op de productie af te stemmen (zie STAP 3), het vermogen van de PV-installatie best beperkt blijft tot 0,3 kWp per MWh dat het bedrijf verbruikt. Een melkveebedrijf met melkrobots kan 0,6 kWp installeren per MWh verbruik.

Een correcte dimensionering gebeurt op basis van je eigen verbruiksprofiel.

B. KLEINSCHALIGE VERGISTING

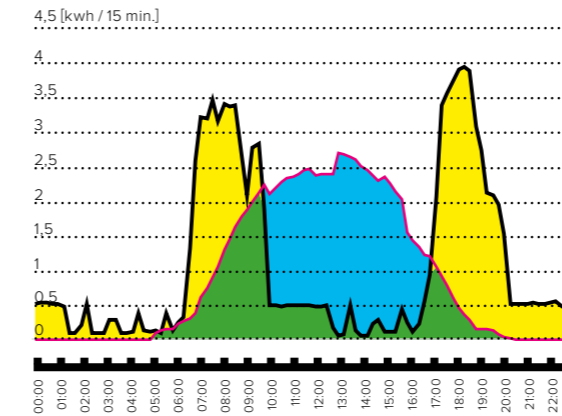
Kleinschalige vergisters (10-40 kW) produceren biogas op basis van bedrijfseigen reststromen zoals bijvoorbeeld mest. Dit biogas wordt op de meeste melkveebedrijven gebruikt voor de productie van elektriciteit en warmte in micro-WKK installaties (warmtekrachtkoppeling), maar kan ook worden gebruikt voor enkel het produceren van warmte in een ketel. De geproduceerde energie wordt gebruikt voor het bedrijf en de woning. Er moet voldoende warmtevraag zijn op de boerderij en in de buurt. Optioneel kan elektriciteitsoverschot aan het net worden geleverd. Indien geen andere productie-installatie aanwezig is, kunnen kleinschalige vergisters met een vermogen ≤ 10 kVA ook gebruik maken van het principe van terugdraaiende teller.

C. WIND

Middelgrote windturbines met typische vermogens van 50 tot 100 kW produceren veel meer energie dan de meeste melkveebedrijven nodig hebben. Bovendien leveren deze turbines een groot deel van hun productie op andere tijdstippen dan wanneer het bedrijf energie nodig heeft. Het eigenverbruik van dergelijke installaties voor hernieuwbare energie ligt voor de meeste melkveebedrijven bijzonder laag.

De investeringskosten zijn bovendien momenteel erg hoog en het is nog steeds vrij moeilijk om een vergunning te krijgen. Een middelgrote windturbine is op dit moment dus niet de aangewezen techniek voor een melkveebedrijf.

Stap 3: Slim aansturen van elektriciteit



Figuur 4: Verbruiks- en productieprofiel van een melkveebedrijf met 2 melkbeurten per dag en een PV-installatie

A. WAAROM SLIM STUREN?

Onderstaande figuur toont een verbruiksprofiel (zwarte lijn) van een gemiddelde dag van een melkveebedrijf zonder melkrobots, samen met een opbrengstprofiel (roze 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.

's Middags, wanneer er overproductie is van de zonnepanelen, kan een slimme sturing het verbruik verhogen door bijvoorbeeld warm water voor de reiniging van de melkinstallatie en de koeltank te maken. Als de productiepiek van de zonnepanelen voorbij is, bijvoorbeeld 's nachts, zal er minder energie nodig zijn om dit warme water te produceren en moet het bedrijf dus minder elektriciteit aankopen.

B. HOE SLIM STUREN?

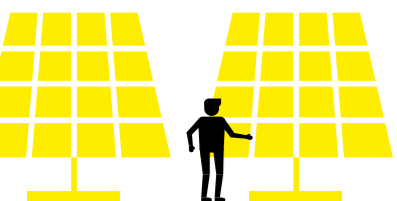
Slim sturen kan gaan van een simpele druk op een knop, over de installatie van een tijds klok, een sturing op basis van de productie van de zonnepanelen, tot het uitbesteden van energieregelingen aan een externe partij. Deze derde partij kan ook een aggregator zijn. Een aggregator is een opkomende dienst 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?

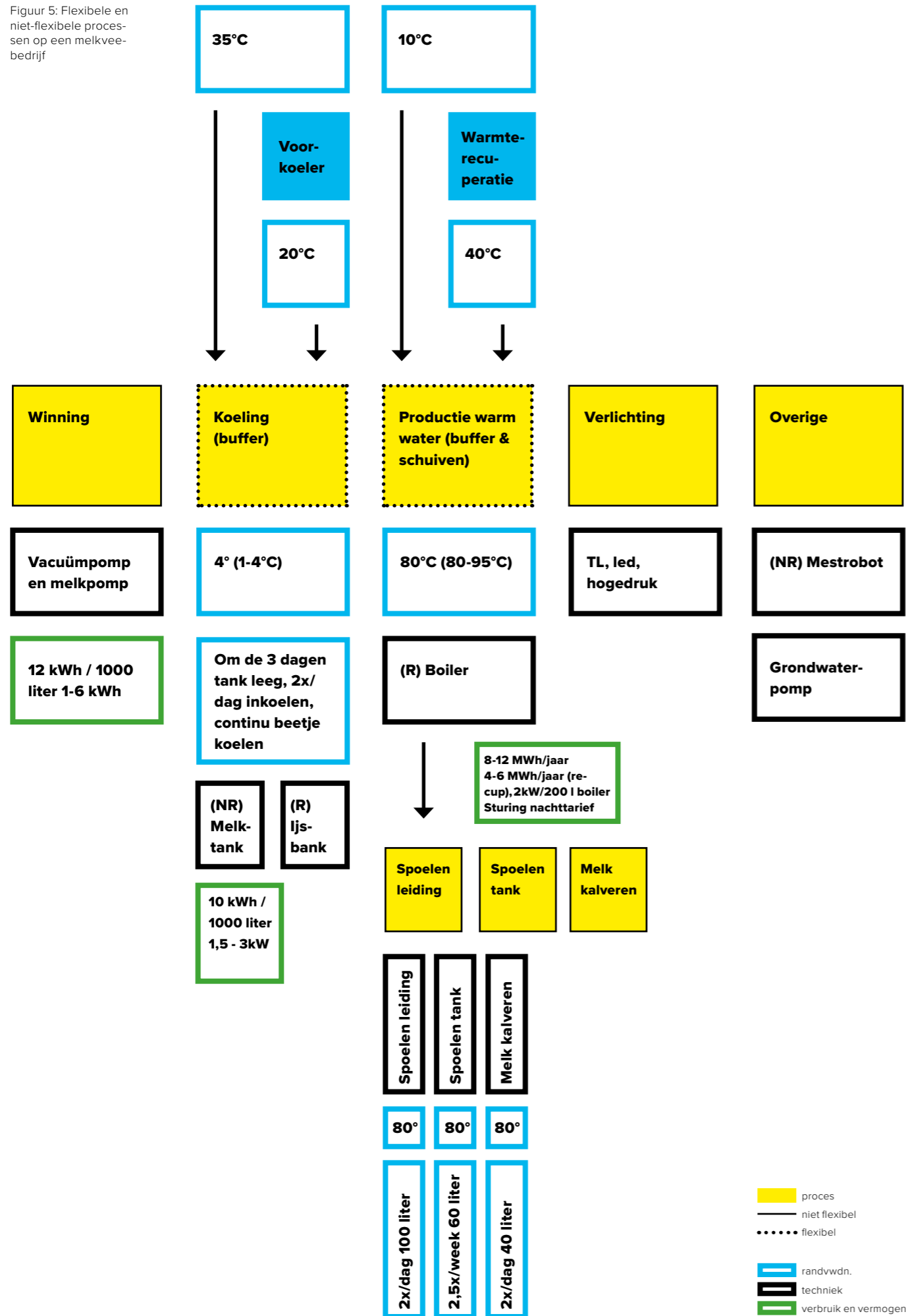
Figuur 5 toont de verschillende processen op een melkveebedrijf.

De processen die met een volle lijn omlijnd zijn, zijn de niet-flexibele processen, zoals het melken van de koeien en de verlichting in de stal. Deze processen kunnen uiteraard niet worden verschoven in functie van de zon of de wind. De enige manier waarop een conventioneel melkveebedrijf zonder robots mogelijk meer zonne-energie kan gebruiken om 's morgens en 's avonds te melken, is door meer PV-panelen te plaatsen in respectievelijk het oosten en het westen.

De processen die omlijnd zijn met een stippelijntje zijn de flexibele processen, zoals het koelen van de melk en de productie van het sanitair warm water. Andere machines zoals de mestrobot of waterpompen kunnen mogelijk in de tijd worden verschoven volgens de productie van bijvoorbeeld de zon, op voorwaarde dat ze dan niet gebruikt moeten worden. In veel gevallen zal een eenvoudige tijds klok in plaats van een meer geavanceerde besturing volstaan.



Figuur 5: Flexibele en niet-flexibele processen op een melkveebedrijf



De **koeling van de melk** gebeurt via directe of indirecte koeling (ijsbankkoeling). Directe koeling vraagt het **meeste** energie net na het melken, 's morgens en 's avonds bij bedrijven waar twee keer per dag wordt gemolken. Dat is dus niet op de momenten waarop bijvoorbeeld de zonnepanelen de meeste energie produceren.

Bij indirecte koeling of ijswaterkoeling wordt ijswater met een temperatuur van 0,5°C tot 1°C gebruikt om de melk snel te kunnen koelen. Dit ijswater wordt in vele bedrijven 's nachts aangemaakt omwille van het goedkopere daltarief. Interessanter zou zijn om dit ijswater met een tijds-klok of met een slimme sturing zoveel mogelijk aan te maken tijdens de zonnepanelen, wanneer er een overschot is aan zelf geproduceerde hernieuwbare energie. Een bijkomend voordeel is dat de opslag van energie voor het aanmaken van het ijswater over meerdere uren kan worden gespreid, waardoor kleinere koelgroepen kunnen worden gebruikt.

Melkveebedrijven hebben dagelijks **warm water** van ongeveer 80°C nodig voor de reiniging van de melkinstallatie en eventueel ook voor de bereiding van het voeder voor de kalveren. Om de 2 of 3 dagen wordt de koeltank leeggemaakt bij het ophalen van de melk. Dan is bijkomend een grote hoeveelheid water nodig om de koeltank te reinigen.

Momenteel produceren de meeste melkveebedrijven het sanitair warm water via een elektrische boiler, al dan niet voorverwarmd via warmterecuperatie op de koeltank. Dat gebeurt in vele gevallen 's nachts omwille van het lagere elektriciteitstarief tijdens de daluren.

Wanneer het melkveebedrijf geen recht heeft op een terugdraaiende teller, is het goed om de productie van het warme water af te stemmen op de productie van hernieuwbare energie. In het geval van een PV-installatie kan dit bijvoorbeeld met een eenvoudige tijds-klok, waardoor de elektrische boiler opstaat tijdens de zonnepanelen. Om de productie van het warme water volledig op de zon af te stemmen, moet een slimme sturing op de boiler worden geplaatst.

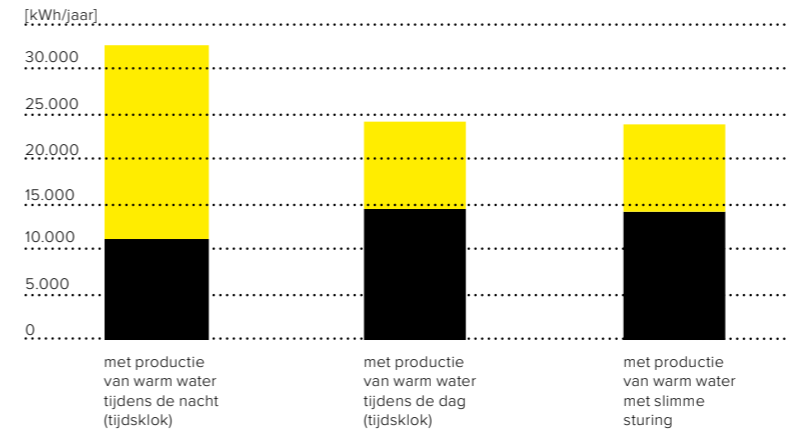
Om de invloed van demand side management op de productie van warm water door een elektrische boiler na te gaan, hebben we enkele scenario's gesimuleerd voor een melkveebedrijf met 120 melkkoeien en een jaarlijkse melkproductie van 1 miljoen liter. We gingen uit van een bedrijf zonder robots, mét warmterecuperatie op de koeltank en een dagelijkse hoeveelheid van 600 liter water op 80°C dat nodig is voor de reiniging van de melkinstallatie en de koeltank. We veronderstellen dat de boiler groot genoeg is om te voorzien in het water voor 1 dag. Het totale jaarlijkse elektriciteitsverbruik bedraagt 36.000 kWh. Tijdens de piekuren kost de elektriciteit 0,24 euro/kWh, tijdens de daluren 0,16 euro/kWh. Het bedrijf plaatste een PV-installatie van 30 kWp.

Als het warme water 's nachts wordt aangemaakt (de tijds klok staat van 22u tot 6u ingesteld en om 6u moet de volledige boiler op 80°C zijn), bedraagt het eigenverbruik maar 13%. Dat wil zeggen dat het bedrijf maar liefst 87% van de elektriciteit van de zonnepanelen niet ogenblikkelijk zelf gebruikt en dus op het net moet injecteren. Hierdoor moet het bedrijf op andere momenten nog 32.600 kWh van het net aankopen, waarvan 11.200 kWh tijdens de piekuren en 21.400 kWh tijdens de daluren.

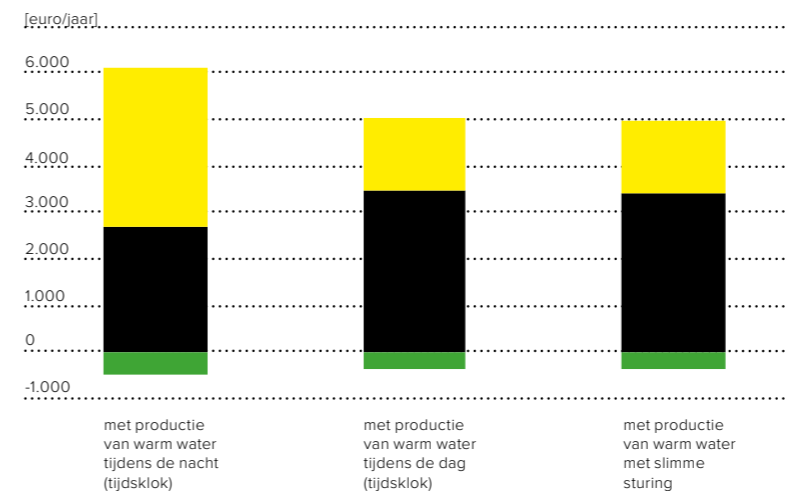
Wanneer het warme water het hele jaar door volledig **overdag** wordt gemaakt, via een ingestelde tijds klok van 10u tot 16u, stijgt het eigenverbruik tot 41%. Het bedrijf moet toch nog 24.200 kWh van het net aankopen, waarvan 14.400 kWh aan piektarief en 9.800 kWh aan daltarief.

Bij installatie van een **slimme sturing**, zal de boiler worden aangestuurd op basis van de productie van de zonnepanelen. De sturing is actief tussen 8u en 17u, waarbij de boiler om 17u op temperatuur moet zijn. Het eigenverbruik stijgt door deze slimme sturing nog een beetje, tot 42%. De meerwaarde van deze duurdere sturing is dus eerder beperkt. Om slechts 1 verbruiker slim te sturen, is de besparing eigenlijk te klein om de duurdere investering te verantwoorden en kan er beter met een tijds klok worden gewerkt. Zeker als de uren van de tijds klok goed worden gekozen, dan geeft een slimme sturing nog weinig meerwaarde. Bij meerdere verbruikers kan een slimme sturing wel het verschil maken.

De figuren hiernaast geven een overzicht van het elektriciteitsverbruik en de energiekosten die jaarlijks aan de verschillende scenario's verbonden zijn. Hoewel in het eerste scenario het warme water altijd aan goedkoper daltarief kan worden aangemaakt, en in het tweede scenario het warme water tijdens bewolkte dagen en winterdagen aan duurder dagtarief moet worden aangemaakt, is het op jaarbasis toch goedkoper om het warme water overdag aan te maken. Het eigenverbruik stijgt sterk, waardoor het bedrijf minder elektriciteit moet aankopen.



Figuur 6: Jaarlijkse elektriciteitsaankoop



Figuur 7: Jaarlijkse elektriciteitskost

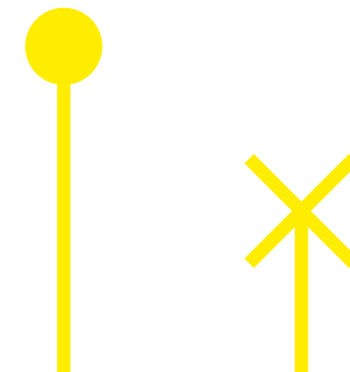
Spreiden van processen - peak shaving

Melkveebedrijven kunnen in veel gevallen ook processen spreiden die momenteel op hetzelfde moment werken, maar waarvoor dit niet strikt noodzakelijk is. Zo kan er bijvoorbeeld gewacht worden met de productie van warm water tot de melk is ingekoeld, of wachten met inkoelen tot het melken gedaan is wanneer er niet met robots wordt gemolken (zie praktijkvoorbeeld in kaderstukje).

Een bijkomend effect is het verminderen van het feitelijke opgenomen vermogen en het verminderen van verbruikspieken. Dit laatste kan interessant zijn voor bedrijven waar deze pieken (toekomstig) in rekening worden gebracht.

Melkveehouder Joeri Matthys heeft een kleinschalige vergister met een vermogen van 9,7 kW op zijn bedrijf geïnstalleerd. Deze produceert jaarlijks ongeveer 65.000 kWh aan elektriciteit. Tot 2016 moest hiervan ruim 13.000 kWh op het distributienet worden geïnjecteerd, omdat de elektriciteitsvraag op zijn bedrijf vaak kleiner was dan wat de vergister op dat moment produceerde. Op andere momenten moest het bedrijf dan weer elektriciteit aankopen.

Sinds 2017 heeft Joeri een aantal maatregelen ingevoerd om deze injectie te beperken en dus meer eigen geproduceerde elektriciteit zelf te gebruiken en minder elektriciteit te moeten aankopen. De vergister laat hij doorgaans draaien op 8 kW. Enkel tijdens de melkuren werkt de vergister op het maximale vermogen. Op die manier kunnen ze de vergister 24 uur per dag laten draaien. Bovendien wordt de melk pas gekoeld na het melken en wordt de melkmachine pas gespoeld na het koelen. Deze maatregelen zorgen ervoor dat het verbruik beter gespreid is en dat de injectie is afgenomen van 13.000 kWh tot 6.700 kWh.



Stap 4: Opslag in batterijen



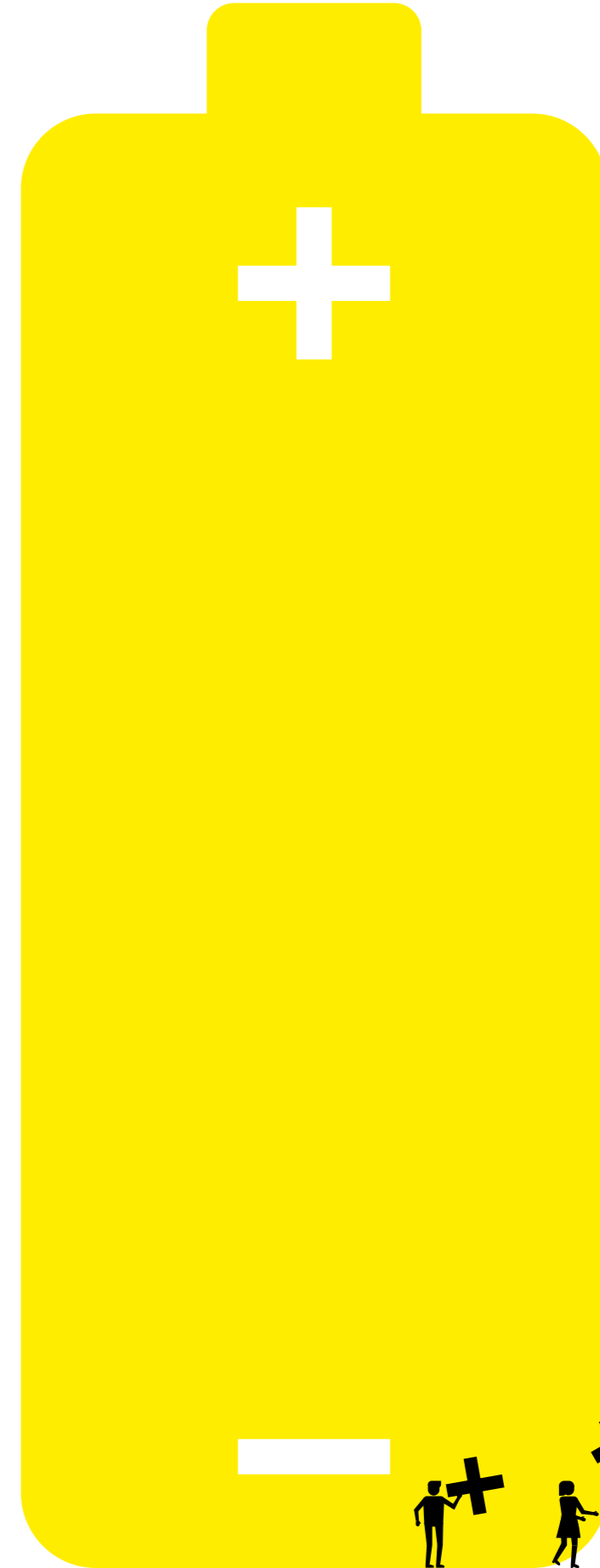
Uitgebreide info over onder meer de technische aspecten, de koppeling met het elektriciteitsnet en de dimensionering van de opslag van energie in elektrische batterijen kan je vinden in het Technisch handboek slim aansturen van elektriciteit. Dit handboek is te raadplegen op de website van het SAVE project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

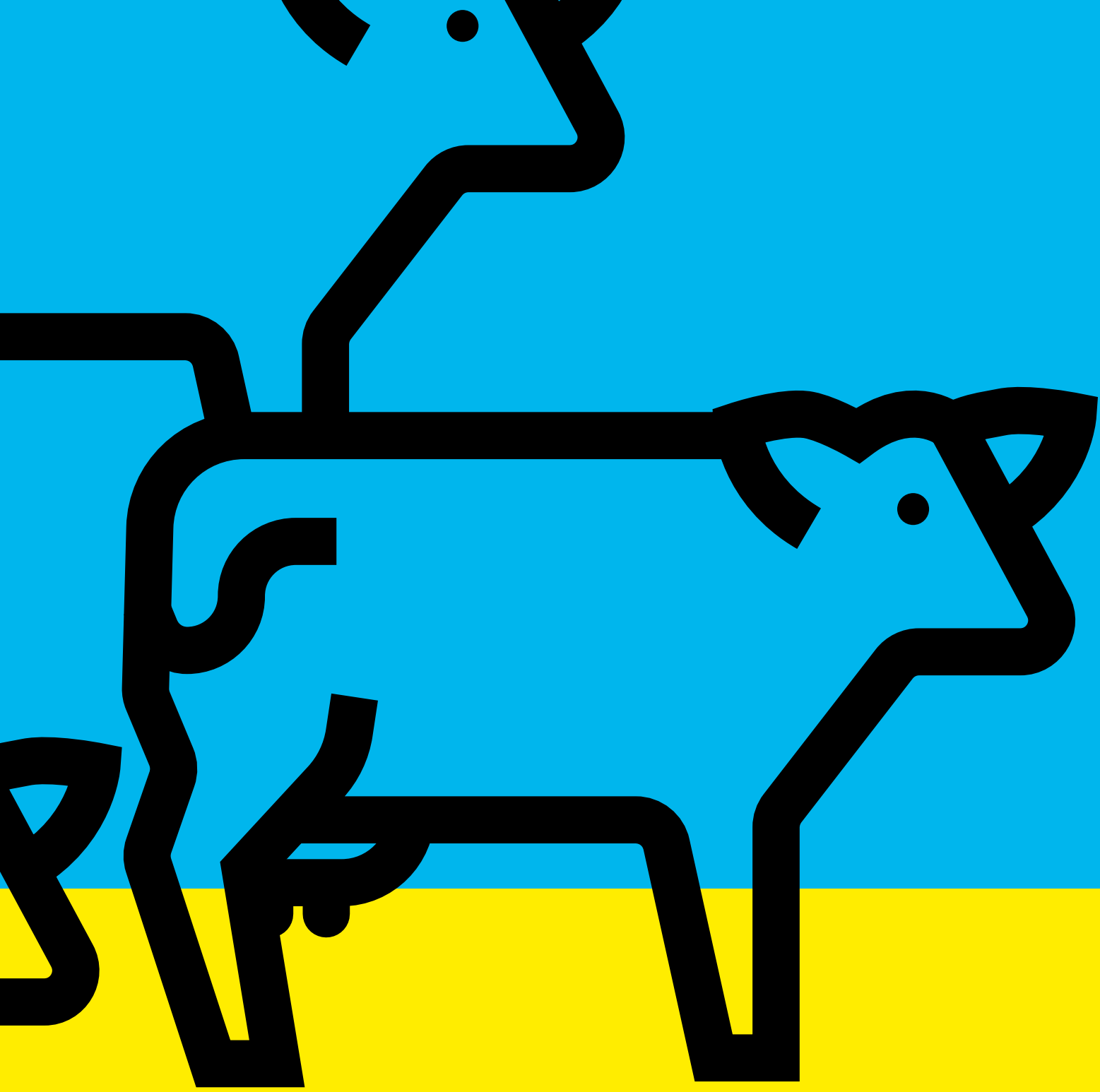
Het eigenverbruik van een PV-installatie bij melkveebedrijven waar twee keer per dag wordt gemolken, ligt eerder laag. De grootste verbruikspieken komen 's morgens en 's avonds voor, tijdens en vlak na het melken. Door het plaatsen van een batterij kan het eigenverbruik bij deze bedrijven sterk toenemen. Doorheen het hele jaar is immers elektriciteit nodig en de zonne-energie die in de loop van zonnige dagen op overschot is, kan worden ingezet bij de melkbeurt 's avonds.

Bij melkveebedrijven met robots ligt het eigenverbruik over het algemeen wat hoger. Het verbruik is meer gespreid over de dag, er wordt ook elektriciteit verbruikt tijdens de momenten dat zonnepanelen de grootste opbrengst leveren. Toch kunnen batterijen worden ingezet om dit eigenverbruik nog te verhogen door de overschotten van tijdens de dag in te zetten buiten de zonne-uren.

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  AGENTSCHAP INNOVEREN & ONDERNEMEN  Vlaanderen is ondernemen

Dit handboek is tot stand gekomen met de volgende partners:

