



Energieflexibiliteit van gebouwen, aanpak



Technisch Rapport - KT 42



INHOUDSOPGAVE

HOOFDSTUK 1 - INLEIDING	3
VERANTWOORDING	4
HOOFDSTUK 2 - INVENTARISATIE	5
2.1. Algemeen	5
2.2. Energiebesparing	5
2.3. Waarde van flexibiliteit	5
2.3.1. Contractvermogen en netcongestie	6
2.3.2. Onbalansmarkt	6
2.3.3. Intraday markt	7
2.3.4. Zelfconsumptie	7
2.4. Omgeving en organisatie.....	7
2.5. Gebouw, comfort en installaties.....	8
2.6. Gebruikspatronen	8
2.7. Elektrische opslag	9
2.8. Regeling en informatie-uitwisseling	10
2.9. Samenvatting	10
HOOFDSTUK 3 - MAATREGELEN	11
3.1. Klimaatinstallaties	12
3.2. Thermische buffers	12
3.3. Elektrische buffers	12
3.4. Brandstofwissel	12
HOOFDSTUK 4 - VERVOLG.....	13



HOOFDSTUK 1 - INLEIDING

Een energieflexibel gebouw kan de energiebehoefte aanpassen op basis van externe prikkels. Dit is nodig omdat in de duurzame energievoorziening het aanbod van energie wisselvallig is. Om zoveel mogelijk gebruik te kunnen maken van duurzame energie moet de energiebehoefte dit wisselende aanbod kunnen volgen. Energieflexibiliteit heeft vooral betrekking op de snelle verandering van het aanbod van duurzame energie. De reguliere energieproductiemiddelen kunnen deze snelle verandering vaak niet goed bijhouden.

Gebouwen bieden een groot potentieel aan energieflexibiliteit. Het ontsluiten van energieflexibiliteit van een gebouw is nog geen gemeengoed. Er zijn nog steeds technische, organisatorische, juridische en economische uitdagingen.

Technisch zit de uitdaging vooral in regelsystemen die 'snappen' hoeveel flexibiliteit een gebouw op een gegeven moment kan bieden. Dit vraagt om inzicht in het gedrag van het gebouw in de nabije toekomst.

Organisatorisch is de uitdaging dat het ontsluiten van energieflexibiliteit in één enkel gebouw meestal geen relevante propositie is op de energiemarkt. Gebouwen moeten dus energieflexibiliteit bundelen.

Juridisch zijn er nog zaken te regelen zoals de officiële positie van een congestion management service provider (CSP, ook wel aggregator genoemd), de partij die tussen de gebouweigenaar en de overige partijen op de energiemarkt zit. Ook zijn er bijvoorbeeld regels nodig over het bi-directioneel laden van elektrisch vervoer.

Het blijkt lastig om een goede businesscase op te zetten rond energieflexibiliteit. De markten met de grootste prijsfluctuaties ten gevolge van het dynamische aanbod van duurzame energie, zoals de onbalansmarkt, zijn niet zonder meer toegankelijk.

Ondanks deze uitdagingen is duidelijk dat het ontsluiten van de energieflexibiliteit van gebouwen een wezenlijke bijdrage moet gaan leveren aan de energietransitie.

In dit rapport wordt een projectmatige aanpak beschreven voor het in kaart brengen en ontsluiten van de energieflexibiliteit van een gebouw. Deze projectmatige aanpak wordt gekenmerkt door de plan-do-check-act cyclus. Voor meer inhoudelijke achtergrond met betrekking tot energieflexibiliteit van gebouwen wordt verwezen naar het TVVL-rapport *Energieflexibiliteit van gebouwen*.



VERANTWOORDING

Aan de totstandkoming van deze rapportage door de T VVL Expertgroep Klimaattechniek hebben meegewerkt:

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Ing. Wobbe van den Kieboom	Expertgroep Klimaattechniek, KWA-bedrijfsadviseurs
Jos de Leeuw	Expertgroep Klimaattechniek, ISSO
Ing. Henry Lootens	Expertgroep Elektrotechniek, ISSO
Ing. Kees Smit	Expertgroep Elektrotechniek
Joep van der Velden	Expertgroep Gebouwbeheer en -automatisering, Kropman Installatietechniek

AUTEUR

Michiel van Bruggen (Expertgroep Klimaattechniek, De Energiemanager)

HET PROJECT IS FINANCIËEL MEDE MOGELIJK GEMAAKT DOOR



Wij Techniek



TVVL

DATUM

27 februari 2023

GEWIJZIGD

-



HOOFDSTUK 2 - INVENTARISATIE

Eerst worden de relevante gegevens verzameld. Deze gegevens hebben betrekking op het gebouw zelf, maar ook op andere factoren om bijvoorbeeld zicht te krijgen op de waarde van energieflexibiliteit.

2.1. Algemeen

Deze gegevens hebben betrekking op de gebruiks- en eigendomssituatie van het gebouw en op de leveringscontracten voor energie.

Algemeen

Eigenaar van het gebouw	
Huurder van het gebouw	
Eigendomsverhouding faciliteiten (verwarmen, koelen, verlichting e.d.)	

Energie

Wie is de leverancier elektriciteit?	
Wat is de looptijd van het contract?	
Wat is het type contract?	Variabel/dubbel/vast/..
Wie is de netbeheerder elektriciteit?	
Wat is het meetbedrijf elektriciteit?	
Wie is de programmaverantwoordelijke (BRP) elektriciteit?	
Leveringstarief elektriciteit	Evt. normaal/dal
... overige tariefcomponenten	
Gecontracteerd vermogen	
... overige contractvoorwaarden	
Wie is de leverancier gas?	
Wie is de netbeheerder gas?	
Wat is het meetbedrijf gas?	
Wat is de BRP gas?	
...	
Eventueel andere energiedragers...	

2.2. Energiebesparing

Energiebesparing en energie-efficiëntieverbetering dragen altijd bij aan verduurzaming van de energievoorziening en energiebesparing zorgt ook voor minder belasting van de energienetten. Voordat specifiek gekeken wordt naar de mogelijkheden voor energieflexibiliteit in het gebouw, wordt eerst gekeken naar energiebesparing en met name het voorkomen van energieverstopping en het nemen van energiebesparende maatregelen.

2.3. Waarde van flexibiliteit

Voordat begonnen wordt met een uitgebreide inventarisatie van de mogelijkheden voor energieflexibiliteit in het gebouw is het zinvol op hoofdlijnen te onderzoeken wat de waarde van flexibiliteit kan zijn in de specifieke situatie.



2.3.1. Contractvermogen en netcongestie

De netbeheerder brengt kosten in rekening voor het gecontracteerde vermogen. Dit is het vermogen dat normaliter maximaal afgenomen wordt. Als dit vermogen toch overschreden wordt, zijn daar forse kosten aan verbonden.

Gecontracteerd vermogen elektriciteit

Wat is het gecontracteerd vermogen voor elektriciteit?	
Wat zijn de kosten voor het gecontracteerd vermogen?	
Wordt het gecontracteerd vermogen wel eens overschreden?	Voorkom overschrijdingen van het gecontracteerd vermogen.
Wat is de bedrijfstijd elektriciteit?	Bij een lage bedrijfstijd zijn er waarschijnlijk mogelijkheden om het contractvermogen te verlagen.
Financieel potentieel contractvermogen E	--/-/o/+/++

Gecontracteerd vermogen aardgas

Wat is het gecontracteerd vermogen voor gas?	
Wat zijn de kosten voor het gecontracteerde gas?	
Wordt het gecontracteerd vermogen wel eens overschreden?	Voorkom overschrijdingen van het gecontracteerd vermogen.
Wat is de bedrijfstijd gas?	Bij een lage bedrijfstijd zijn er waarschijnlijk mogelijkheden om het contractvermogen te verlagen.
Financieel potentieel contractvermogen G	--/-/o/+/++

Dit wordt ook voor eventuele andere energiedragers gedaan.

2.3.2. Onbalansmarkt

De onbalansmarkt is de energiemarkt die gebruikt wordt om het energienet stabiel te houden. De verwachte energieafname (of invoeding) en de daadwerkelijke afname (of invoeding) wordt op deze, door Tennet beheerde, markt in evenwicht gebracht.

De historische onbalansprijzen zijn te vinden op de website van Tennet.¹

Onbalansmarkt

Bieden de onbalansprijzen voldoende ruimte voor een businesscase op het gebied van energieflexibiliteit?	
Is de BRP die de programmaverantwoordelijkheid heeft over de energielevering van dit betreffende gebouw geïnteresseerd in flexibiliteitsdiensten?	
Is er een andere BRP of een tussenpersoon die geïnteresseerd is in flexibiliteitsdiensten?	
Financieel potentieel onbalansmarkt	--/-/o/+/++

¹ https://www.tennet.org/bedrijfsvoering/Systeemgegevens_afhandeling/verrekenprijzen



2.3.3. Intraday markt

Op de intraday markt wordt energie op de zeer korte termijn verhandeld door de energieleveranciers. Het doel van deze markt is meestal het voorkomen van onbalans.

Van de intraday elektriciteitsmarkt zijn de prijzen niet openbaar. Informeer bij een energieleverancier naar de mogelijkheden.

Intraday markt

Financieel potentieel intraday markt	--/-/o/+/++
---	-------------

2.3.4. Zelfconsumptie

Als er een eigen PV-systeem is, dan wordt meestal een deel van de energieproductie zelf gebruikt en een deel wordt ingevoed (teruggeleverd). Als de vergoeding voor de teruglevering gering is, of als de invoeding groter is dan de afname, dan kan het vergroten van de zelfconsumptie financieel interessant zijn.

Zelfconsumptie

Is de salderingsregeling van toepassing?	
Is invoeding op jaarbasis groter dan de afname?	
Wat de vergoeding per kWh voor invoeding?	
Is er een andere motivatie voor het vergroten van zelfconsumptie?	
Zelfconsumptie	--/-/o/+/++

2.4. Omgeving en organisatie

Het is relevant of het gebouw in een gebied zit met congestieproblemen, waar meer behoefte is aan energieflexibiliteit. Daarnaast is het mogelijk om gezamenlijk met (lokale) andere partijen op te trekken, met name als verbruikspatronen enigszins complementair zijn.

Meestal loont het niet om voor een enkel gebouw de energieflexibiliteit aan te bieden. Het is dan ook zinvol aan te sluiten bij een CSP.

Omgeving

Zit het gebouw in een gebied met netcongestieproblemen? (https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl)	Zo ja, dan is de netbeheerder mogelijk geïnteresseerd in de energieflexibiliteit die het gebouw kan bieden.
Welke energiedragers zijn standaard beschikbaar op de locatie?	
Zijn er eventueel andere energiedragers in de omgeving beschikbaar?	Bijvoorbeeld industriële restwarmte.
Omgeving	--/-/o/+/++

Organisatie

Zijn er partijen met wie gezamenlijk een project op het gebied van energieflexibiliteit opgezet kan worden?	Zoals bijvoorbeeld op een bedrijventerrein.
Is de BRP of de leverancier geïnteresseerd in energieflexibiliteit?	
Is er een aggregator/CSP beschikbaar?	
Organisatie	--/-/o/+/++



2.5. Gebouw, comfort en installaties

Met de smart readiness indicator worden voor energiefuncties de voorzieningen gescoord op (onder andere) energy demand flexibility. Hiermee biedt de SRI een gestructureerde methode om deze voorzieningen in kaart te brengen en te evalueren op mogelijkheden voor energieflexibiliteit. Zie ook https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en

SRI

SRI (Score smart readiness indicator)	--/-/o/+/>++
--	--------------

Een aantal aspecten komt in de SRI minder aan bod. Deze worden hieronder beschreven.

Comfort

Setpoints verwarmen/koelen	
Bandbreedte in setpoints verwarmen/koelen	Een grotere bandbreedte verlengt de mogelijke uitschakelperiode van klimaatinstallaties.
Type koeling (top- of volledige koeling)	
Te openen ramen	
Bandbreedte comfort	--/-/o/+/>++

Traagheid

Isolatie/ventilatie	Slecht/gemiddeld/goed Goede isolatie en efficiënte ventilatie verlengt de mogelijke uitschakelperiode van klimaatinstallaties.
Gebouwmassa, thermisch te activeren	Licht/middelzwaar/zwaar Veel thermisch actieve massa verlengt de mogelijke uitschakelperiode van klimaatinstallaties.
Uitschakelen installaties	--/-/o/+/>++

Brandstofwissel

Verschillende energiedragers voor verwarmen of koelen?	
Brandstofwissel	--/-/o/+/>++

Thermische buffers

Thermische buffers warmtapwater	
Thermische buffers warmtepomp	
Gebruik thermische buffers	--/-/o/+/>++

2.6. Gebruikspatronen

Gedetailleerde gebruikspatronen van het energiegebruik van een gebouw geven inzicht in hoe de energiebehoefte zich verhoudt tot de duurzame energieproductie. Verder geven de gebruikspatronen in combinatie met de flexibiliteitsmogelijkheden in de installaties of andere voorzieningen een beeld van de karakteristieken van de flexibiliteit.

*Gebruikspatronen*

Verzamel van alle energiedragers de gebruikspatronen over een geheel jaar.	Bij elektriciteit met een resolutie van een kwartier, bij de overige energiedragers (meestal) met een resolutie van een uur.
Als er sprake is van detailmeting, verzamel dan ook van deze metingen de gebruikspatronen.	
Als er sprake is van energieproductie, verzamel dan ook het productiepatroon.	
Bepaal kengetallen van de verbruikspatronen.	<ul style="list-style-type: none">• Totale verbruik• Maximale piek• Bedrijfstijd• Verhouding in-/buiten gebruik• Dekkingsgraad duurzame energievoorziening
In het geval van energieproductie.	<ul style="list-style-type: none">• Totale productie• Verhouding invoeding/afname• Dekkingsgraad eigen opwek• Benuttingsgraad
Gebruikspatronen	--/-/o/+ / ++

2.7. Elektrische opslag

Elektrische opslag in een batterij kan flexibiliteit bieden zonder al te veel randvoorwaarden.

Batterij

Capaciteit	
Laad/ontlaadvermogen	
Te gebruiken voor flexibiliteit	
Batterij	--/-/o/+ / ++

Als er in of bij het gebouw laadvoorzieningen voor elektrisch vervoer zijn, kan het laden van het elektrisch vervoer geflexibiliseerd worden. Het laden gebeurt dan, binnen randvoorwaarden, op de voor de energievoorziening gunstige momenten. Het gebruik van batterijen in elektrisch vervoer om ook energie te leveren is nog niet goed mogelijk.

Elektrisch vervoer

Laadvoorzieningen, aantal, typen	
Smart charging mogelijkheden	Zie ook www.Elaad.nl
Geschikt voor bidirectioneel laden?	Zie ook: https://elaad.nl/wp-content/uploads/2022/05/v2x-requirements-english.pdf
Laadpalen	--/-/o/+ / ++



2.8. Regeling en informatie-uitwisseling

Een regelsysteem moet slim genoeg zijn om de flexibiliteit in een gebouw te kunnen ontsluiten.

Communicatie

GBS, merk, communicatieprotocol	
Type regeling	
Digital twin en Model Predictive Control (MPC)	
Regelmogelijkheden aanwezige installaties en apparatuur (API's)	
Vermogen verwarmings- of koelinstallatie > 290 kW	Zie eisen aan gebouwautomatisering en controlesystemen (GACS). https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/04/checklist-technische-eisen-gacs.pdf
Regeling en informatie-uitwisseling	--/-/o/+/++

2.9. Samenvatting

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de scores van de verschillende aspecten van energieflexibiliteit van gebouwen.

Beschrijving	Waardering	Weegfactor
Financieel potentieel contractvermogen E	--/-/o/+/++	
Financieel potentieel contractvermogen G	--/-/o/+/++	
Financieel potentieel onbalansmarkt	--/-/o/+/++	
Financieel potentieel intraday markt	--/-/o/+/++	
Zelfconsumptie	--/-/o/+/++	
Omgeving	--/-/o/+/++	
Organisatie	--/-/o/+/++	
SRI (Score smart readiness indicator)	--/-/o/+/++	
Bandbreedte comfort	--/-/o/+/++	
Uitschakelen installaties	--/-/o/+/++	
Brandstofwissel	--/-/o/+/++	
Gebruik thermische buffers	--/-/o/+/++	
Gebruikspatronen	--/-/o/+/++	
Batterij	--/-/o/+/++	
Laadpalen	--/-/o/+/++	
Regeling en informatie-uitwisseling	--/-/o/+/++	

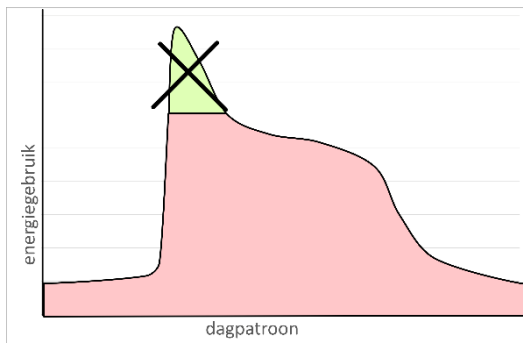
Een gemiddelde score voor het gebouw is te bepalen door een gewogen gemiddelde te bepalen van de getalswaarde van de waardering (1-5) en de (eventuele) weegfactor. De weegfactor is naar eigen inzicht te bepalen op basis van eigen prioriteiten.



HOOFDSTUK 3 - MAATREGELEN

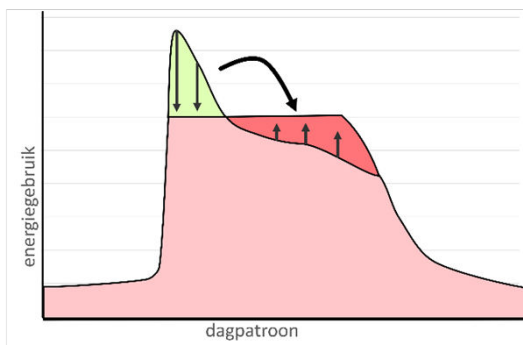
Maatregelen met betrekking tot energieflexibiliteit kunnen op een aantal manieren gekarakteriseerd worden

Bij peak shaving worden op momenten dat een lagere energiebehoefte wenselijk is, bepaalde voorzieningen uitgeschakeld. Dit gebeurt zonder dat dit gevolgd wordt door een extra energiegebruik op een later moment. Meestal heeft deze ingreep ook gevolgen voor productie of comfort. Een voorbeeld van peak shaving is het uitzetten (of dimmen) van de verlichting, zie Figuur 1.



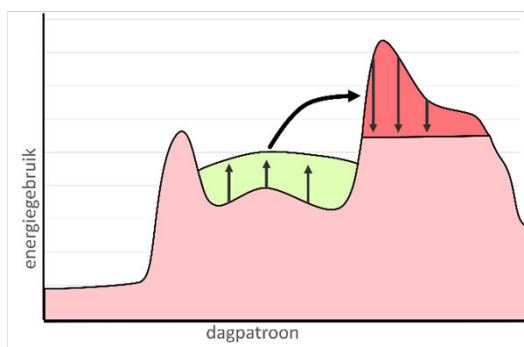
Figuur 1: Peak shaving

Peak shifting is vergelijkbaar met peak shaving: bepaalde voorzieningen worden uitgeschakeld zodat de energiebehoefte daalt. Dit wordt echter later altijd gevolgd door een correctie, een hogere energiebehoefte om de oorspronkelijke toestand (binnentemperatuur, laadniveau van een batterij) weer te herstellen. De tijd die overbrugd kan worden zonder dat deze correctie plaats vindt, is vaak gebonden aan randvoorwaarden. Een voorbeeld is het tijdelijk uitzetten van de klimaatinstallaties of het inzetten (ontladen) van een batterij, zie Figuur 2.



Figuur 2: Peak shifting

Valley lifting is nodig als het juist wenselijk is dat de energiebehoefte toeneemt, bijvoorbeeld als er een overschot aan duurzame energieproductie is. Dit kan bijvoorbeeld het laden van een elektrische auto zijn, maar ook het extra inzetten van de klimaatinstallaties tot de uiterste grenzen van de acceptabele comfortbandbreedte of het gebruik van een warmwatervoorraad. Meestal wordt valley lifting gevolgd door een lagere energiebehoefte op een later tijdstip, zie Figuur 3.



Figuur 3: Valley lifting

3.1. Klimaatinstallaties

Klimaatinstallaties voor koelen of verwarmen kunnen tijdelijk uit- of (gedeeltelijk) geforceerd aangeschakeld worden afhankelijk van:

- Energiezuinigheid van het gebouw
- De traagheid van het gebouw (de actieve thermische massa)
- De bandbreedte ten aanzien van het comfort.

3.2. Thermische buffers

Thermische buffers kunnen gebruikt worden om energie in op te slaan. Twee typen thermische buffers komen vaak voor in gebouwen:

Een warmtapwatervoorraadvat. De maximale temperatuur van de opslag is meestal circa 65°C. Het oververhitten van de buffer is niet verstandig in verband met kalkvorming en verbrandingsrisico's. Wel kan het opladen van een buffer uitgesteld of vervroegd worden. Dit heeft consequenties voor de beschikbaarheid van warm tapwater.

Een schakelvat voor een warmtepomp. Deze wordt gebruikt om het aantal starts en stops van de warmtepomp te verminderen. Het gebruiken van dit buffervat ten behoeve van energieflexibiliteit heeft dus gevolgen voor het schakelgedrag van de warmtepomp. Omdat de vattemperaturen relatief laag zijn, kan de buffer ook tot een hogere temperatuur opgewarmd worden. Daartegenover staat dat de inhoud vaak beperkt is.

3.3. Elektrische buffers

Elektrische opslag is niet gangbaar in gebouwen. Soms wordt een no-break batterij gebruikt om de bedrijfszekerheid te vergroten. Deze zijn niet te gebruiken ten behoeve van energieflexibiliteit zonder dat dit ten koste gaat van de bedrijfszekerheid.

Een batterij specifiek ten behoeve van energieflexibiliteit is alleen zinvol als zelfconsumptie vergroten de doelstelling is.

Laadvoorzieningen voor elektrisch vervoer kunnen zich lenen voor slim laden als de laadtijden voldoende flexibel zijn.

3.4. Brandstofwissel

Als er verschillende energiedragers beschikbaar zijn, kan dit gebruikt worden om tussen energiedragers te wisselen op het moment dat dit bijdraagt aan de duurzame energievoorziening.



HOOFDSTUK 4 - VERVOLG

In de voorgaande paragrafen zijn handreikingen gegeven voor het in kaart brengen van de relevante aspecten die betrekking hebben op de mogelijkheden voor energieflexibiliteit in een gebouw. Op basis daarvan kunnen maatregelen in kaart worden gebracht. Daarna volgt een beoordeling op praktische en financiële haalbaarheid en een plan voor de uitvoering van de maatregelen.

Na uitvoering van de maatregelen wordt ervoor gezorgd dat beheer van de flexibiliteit verankerd is in de organisatie en dat er een monitoringsysteem is met een rapportagecyclus.



Korenmolenlaan 4
3447 GG Woerden
Telefoon: 088 401 06 00

info@tvvl.nl | www.tvvl.nl

