

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2023 P10454

Eindrapport FLEXBT

Datum	7 maart 2023
Auteur(s)	Bart Kaas
Aantal pagina's	8 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	TKI Urban Energy
Projectnaam	Flex Scan voor Bedrijventerreinen (FLEXBT)
Projectnummer	060.49089

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2023 TNO

Inhoudsopgave

1	Aanleiding, doelstelling en samenwerkende partijen	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doelstelling	3
1.3	Samenwerkende partijen	3
2	Behaalde resultaten, knelpunten en perspectief voor toepassing	4
2.1	Resultaten	4
2.2	Knelpunten	7
2.3	Perspectief voor toepassing	7
3	Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling	8
3.1	Meer exemplaren van dit rapport	8
3.2	Contactinformatie	8
3.3	Verkregen subsidie	8

1 Aanleiding, doelstelling en samenwerkende partijen

1.1 Aanleiding

Nederland kent ongeveer 3500 bedrijventerreinen, waar een groot potentieel ligt voor flexibilisering van elektriciteitsvraag, bijvoorbeeld van laadpleinen, industriële koelingen, sommige productieprocessen, batterijen en warmtepompen voor gebouwverwarming. Echter is er nog weinig zicht op handelingsperspectief, zoals waar flexibiliteit aanwezig is, hoe dit ontsloten kan worden en wat hier de business case voor is.

1.2 Doelstelling

Doel van dit project is om met de keten van stakeholders rondom bedrijventerreinen een proof-of-concept te ontwikkelen van de Flex Scan. De Flex Scan is een dienst die ondernemers en parkmanagers handelingsperspectief biedt voor het ontsluiten van flexibiliteit op bedrijventerreinen. De Flex Scan biedt zicht op kostenafwegingen voor zowel individuele ondernemers als voor het collectief.

Met de Flex Scan kan als gestandaardiseerde dienst versneld inzicht worden gegeven in flexibiliteit voor grote hoeveelheden bedrijventerreinen en de daarop gevestigde bedrijven. Hiermee sluit het aan op deelprogramma's 1 en 2 van MMIP5.

1.3 Samenwerkende partijen

Door samen te werken met verschillende partners vanuit de keten betrokken bij verduurzaming bedrijventerreinen is een succesvol consortium gebouwd.

- TNO Expertise over flexibiliteit en besluitvorming
- Greenbiz Projecten BV Expertise over procesbegeleiding
- QING Sustainable BV Expertise over elektrische processen
- Firan BV Expertise over energy hubs en infrastructuur
- Scholt Energy Holding NV Expertise over business case van flexibiliteit
- Sensorfact BV Expertise over bemeten elektrische processen

De samenwerking is door alle partijen als bijzonder geslaagd ervaren, zowel qua sfeer als inhoudelijk, en men kijkt uit naar de volgende projecten.

Partners



GreenBizJmond

TNO innovation
for life

QING
forward engineering

SENSORFACT

SCHOLTenergy

Firan infra voor
nieuwe energie

2 Behaalde resultaten, knelpunten en perspectief voor toepassing

2.1 Resultaten

Het project heeft geleid tot verschillende mooie resultaten:

Geïntegreerde proof-of-concept Flex Scan voor bedrijventerreinen

Binnen het FLEXBT project is een proof-of-concept opgeleverd van de Flex Scan voor bedrijventerreinen. Dit is een web gebaseerde dienst waar gebruikers (adviseurs/consultants) de Flex Scan kunnen aansturen en waar vandaan ze resultaten kunnen exporteren. Voor het starten van een Flex Scan dienen de resultaten van een Energie Potentieel Scan (EPS) te worden ingeladen. Een EPS kan tegen lage kosten worden uitgevoerd voor ieder bedrijventerrein in Nederland en levert de Flex Scan een vertrekpunt met daarin informatie over o.a. alle gevestigde bedrijven, welke SBI sector deze in actief zijn, gebouweigenschappen voor alle panden op het bedrijventerrein en schattingen voor het elektriciteits- en gasverbruik. De Flex Scan is opgebouwd uit twee fases waarbij een check uitgevoerd kan worden tussen de fases.

Flex Scan Fase 1

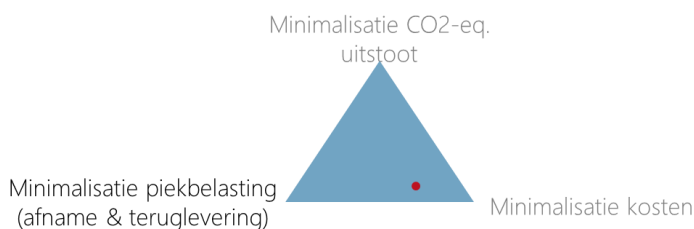
In fase 1 wordt voor ieder bedrijf aan de hand van de SBI sector een inschatting gemaakt voor een set van flexibele processen van het opgestelde vermogen (kW), jaarverbruik (kWh) en eventuele aanvullende parameters. Deze resultaten kunnen vervolgens worden gecontroleerd, gecorrigeerd en aangevuld door de doelgroep (ondernemers/parkmanager/energie collectief op bedrijventerrein).

Flex Scan Fase 2

In fase 2 wordt vervolgens met de aangevulde/gecorrigeerde informatie het energetisch gedrag van de flexibele processen geoptimaliseerd. Hiertoe dient een optimalisatiedoel gekozen te worden. Binnen FLEXBT is nummer 3 geïmplementeerd en de implementatie van doelen 1 & 2 is voorbereid. De volgende drie doelstellingen zijn momenteel beoogd:

1. Minimalisatie van elektriciteitskosten, met vermarkting van flexibiliteit op verschillende (flex)markten
2. Minimalisatie van uitstoot CO₂-eq.
3. Minimalisatie van piekbelasting, zowel afname als teruglevering

De uitkomsten van Fase 2 van de Flex Scan zijn te interpreteren als de hoekpunten van de oplossingsruimte waar lokale flexibiliteit voor ingezet kan worden en dienen als startpunt voor lokale besluitvorming. In Figuur 1 is dit grafisch weergegeven, met de rode stip als voorbeeld voor waar lokale besluitvorming het compromis legt voor de inzet van lokale flexibiliteit.



Figuur 1 Grafische weergave van de doelstellingen van Fase 2 van de Flex

De detail simulaties van de processen worden automatisch gedaan per bedrijf op uurbasis voor acht archetypische weken. Deze archetypische weken representeren o.a. de variatie van zoninstraling, wind, buitentemperatuur, CO₂ intensiteit van elektriciteit en elektriciteitsprijzen. De resultaten van de detail simulaties worden vervolgens opgeteld om tot de jaarresultaten voor 2025 en 2030 te komen. Deze zijn dus beschikbaar per bedrijf, als ook voor het gehele bedrijventerrein.

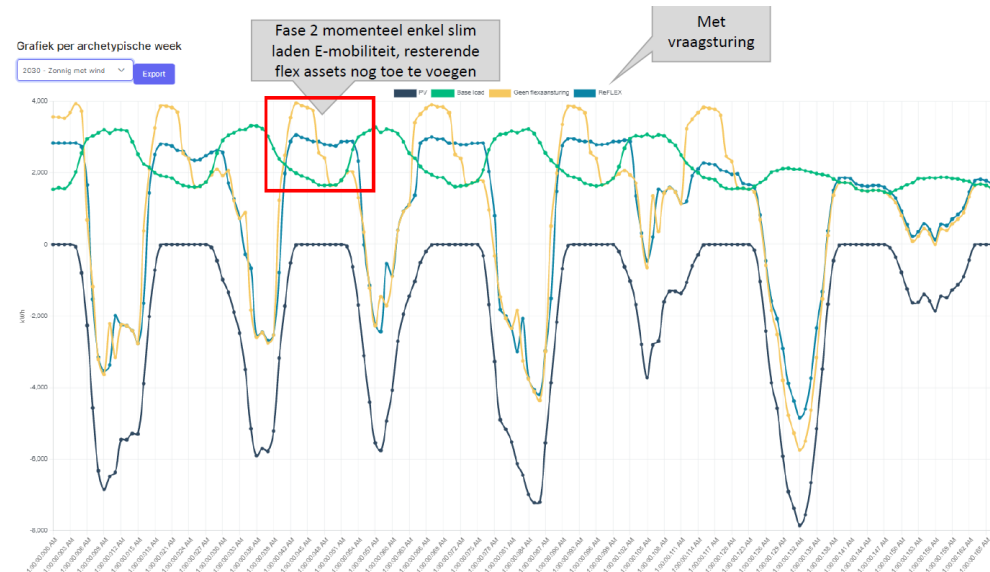
In Figuur 2 is het resultaat voor een heel bedrijventerrein voor Fase 2 weergegeven voor de archetypische week “Zonnig met wind” voor het jaar 2030. In het groen is hierin weergegeven de inflexibele elektrische basislast (input), in donker blauw de opwek van elektriciteit door PV (input), in geel is het resultaat zonder flexibele sturing weergegeven, dit is inclusief “dom gedrag” van de flexibele processen en in het licht blauw is het resultaat met vraagsturing van de flexibele processen weergegeven. Het weekpatroon is duidelijk te herkennen, waarbij de basislast (groen) de laatste twee dagen lager is, het weekend. In het rode kader is duidelijk het verschil te zien tussen het resultaat zonder en met vraagsturing. De gele grafiek piekt veel hoger en de blauwe grafiek is meer uitgesmeerd.

Deze resultaten zijn nu verkregen met vooral elektrische mobiliteit (E-trucks) die zorgt voor de flexibiliteit gedurende de nacht wanneer de E-trucks staan te laden. Het “domme gedrag” van deze E-trucks is dat ze vol gaan laden op moment dat ze aankomen op het bedrijventerrein.

In Figuur 3 zijn de gesommeerde jaarresultaten voor bedrijventerrein De Pijp Noord in Beverwijk te zien voor de minimalisatie van de piekbelasting. Wederom is het enkel de elektrificatie van voertuigen, met name E-trucks) die zorgt voor flexibiliteit. In de rode rijen is te zien hoe de maximale piekbelasting in het jaar afneemt door flexaansturing. Voor de jaren 2025 en 2030 zijn o.a. aannames gemaakt voor de mate van elektrificatie en adoptie van PV op dak.

De proof-of-concept van de Flex Scan is online te bereiken via authenticatie. Voor het aanvragen van een demonstratie of andere vragen, zie de *Contactinformatie* (link) onder in dit document.

De TRL van de Flex Scan is momenteel ongeveer op niveau 4, (Validation in Laboratory). Zowel de energetische als bedrijfseconomische resultaten dienen nog gevalideerd te worden.



Figuur 2 Detail weergave van Flex Scan Fase 2 resultaten voor een geheel bedrijventerrein voor 2030 voor de archetypische week "Zonnig met wind".

De Pijp Noord		Resultaat			
		Geen flexaansturing (base case)		Flexaansturing voor infrastructuur optimalisatie	
		2025	2030	2025	2030
CAPEX flexaansturing	EUR	-	-	€357.000	€549.000
OPEX flexaansturing	EUR	-	-	€235.500	€262.800
Elektriciteitsverbruik per jaar	kWh / jaar	7.951.260 kWh	5.344.519 kWh	7.723.734 kWh	4.936.858 kWh
Elektriciteitskosten per jaar	EUR / jaar	€370.402	€367.070	€352.223	€334.517
Gemiddelde elektriciteitsprijs	EUR / kWh	€0,03	€0,08	€0,046	€0,068
Max kW (piek)	kW	3.773 kW	4.511 kW	2.844 kW	3.246 kW
Vergoeding netbeheerder door verlaging kW piek	EUR / jaar	-	-	€13.378	€18.216
Terugverdiend tijd flexaansturing	Jaar	-	-	-	-
Co2 emissie per jaar	ton / jaar	1.987.227	1.210.756	1.884.004	1.103.605
Capaciteit netaansluiting	kW	3.102 kW	3.102 kW	3.102 kW	3.102 kW
% infra (jaar)	%	40%	42%	41%	43%
Max kW (dal)	kW	-4.591 kW	-8.947 kW	-4.180 kW	-8.369 kW
PV opwek	kWh	-7.491.646 kWh	-11.567.240 kWh	-7.491.646 kWh	-11.567.240 kWh

Figuur 3 Gesommeerde weergave voor bedrijventerrein De Pijp Noord in Beverwijk. De middelste twee kolommen tonen het resultaat zonder flexaansturing, de meest rechter twee met flexaansturing voor minimalisatie van piekbelasting.

Rapportages wensen van gebruikers en doelgroep m.b.t. Flex Scan

Zowel met beoogd gebruikers als met de doelgroep zijn interviews gedaan in het kader van dit project en de ontwikkeling van de Flex Scan. Vanuit de doelgroep is met acht bedrijven gesproken, de belangrijkste inzichten hieruit waren:

- Bij het bespreken van de output van de Flex Scan is de hoogst gewaarde informatie over eigen opwek, energieverbruik, verbruiksgeschiedenis, energiekosten en bespaarde kosten.

- De reacties op het voorgestelde procesvoorstel zijn goed, en als het kostenneutraal kan, zijn bedrijven bereid om stuurgegevens te delen ten behoeve van het faciliteren van flexibiliteit.
- Er is interesse om deel te nemen aan gezamenlijke verduurzamingsactiviteiten of investeringen mits de businesscase tenminste kostenneutraal is. Hierbij kan worden gedacht aan een gezamenlijke batterij, een windpark of extra zonnepanelen.
- Bedrijven zouden graag advies krijgen van een energieadviseur. Vertrouwen in de partij die het advies brengt is hierbij een aandachtspunt. Bij sommige bedrijven is scepsis over adviseurs die een hoog uurtarief hanteren maar geen echt nieuwe informatie komen brengen. Veel bedrijven hebben zelf al veel kennis over hun eigen verbruik en processen, en voelen zich vooral geholpen als er gekeken wordt naar wat er in hun specifieke situatie waarde toe kan voegen.

Dataset gemeten vermogensprofielen van geselecteerde processen

Binnen het project zijn bij drie bedrijven vermogens sensoren van Sensorfact opgehangen op individuele processen. De beschikbare processen bij de ondernemers hadden geen perfecte match op de gemodelleerde processen in de Flex Scan, maar desondanks is het zeer waardevolle informatie. Tevens heeft Sensorfact een data analyse uitgevoerd op hun algehele set aan sensoren die de kentallen in Fase 1 en Fase 2 heeft gevoed/ter validatie dient.

2.2 Knelpunten

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden bleek het voornaamste knelpunt het concretiseren van het conceptuele idee. De complexiteit hiervan bleek hoger en is ook de voornaamste oorzaak dat de Flex Scan minder ver is ontwikkeld dan aan de start van het project beoogd. Zodoende zijn gedurende het project keuzes gemaakt gezamenlijk met alle partners om te komen tot de huidige proof-of-concept.

2.3 Perspectief voor toepassing

Op het moment van schrijven is er een hoge interesse in additionele flexibiliteit, besparen op de energierekening, oplossen/voorkomen van netcongestie en Energy Hubs op bedrijventerreinen. De Flex Scan kan hiervoor een vertrekpunt zijn en zodoende is er een enorm perspectief voor toepassing. Zodoende dat de doorontwikkeling hard nodig is om de Flex Scan toe te gaan passen in de buitenwereld.

In verschillende vervolgprojecten is doorontwikkeling van de Flex Scan beoogd, o.a. in het MOOI EIGEN project en in het recent ingediende PPS voorstel INELBT.

3 Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

Het project Flex Scan voor Bedrijventerreinen (FLEXBT) is gericht op het inzichtelijk maken en ontsluiten van flexibiliteit op bedrijventerreinen. Het sluit daarmee specifiek aan op de doelstellingen uit deelprogramma 2, vinden van oplossingen op gebiedsniveau, binnen MMIP 5, elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving.

3.1 Meer exemplaren van dit rapport

Dit rapport is alleen in digitale vorm beschikbaar. Mocht u een exemplaar van dit rapport willen ontvangen dan kunt u deze gratis verkrijgen via onderstaande contactgegevens.

Tevens zijn sommige deelresultaten publiek beschikbaar, ook hiervoor kunt u contact opnemen via onderstaande contactgegevens.

3.2 Contactinformatie

Voor vragen, opmerkingen of suggesties kunt u zich richten tot:

Bart Kaas
Tel: 088 8661768
e-mail: bart.kaas@tno.nl

3.3 Verkregen subsidie

Het project is uitgevoerd met financiering door TKI-Energie uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, verstrekt door TKI Urban Energy (TKI1921/2019, ref. 1921505).