

---

# *Smart Heat Store*

---

MEERJARIGE MISSIEGEDREVEN INNOVATIEPROGRAMMA'S (MMIP'S): DIT PROJECT IS ONDERDEEL VAN MMIP4,  
DUURZAME WARMTE EN KOUDE IN DE GEBOUWDE OMGEVING (MMIP 4).

BORG

21-03-2023

# INHOUD

<u>INHOUD</u> .....	2
<u>1. Inleiding</u> .....	3
<u>2. Werkpakket 1:</u> .....	4
<u>2.1. randvoorwaardes van de technologie</u> .....	4
<u>2.1.1. Hydrauliek</u> .....	4
<u>2.1.2. Architectuur besturing</u> .....	4
<u>2.2. Lokale controller</u> .....	6
<u>2.3. Smart Controller</u> .....	6
<u>2.4. Talen</u> .....	7
<u>2.5. Prijsmodel</u> .....	7
<u>2.6. Interviews/gesprekken</u> .....	9
<u>3. Werkpakket 2</u> .....	10
<u>3.1. Functionele input controllers</u> .....	10
<u>3.1.1. Functionele input Lokale controller en aansturing</u> .....	10
<u>3.1.2. Functionele input Smart controller en aansturing</u> .....	11
<u>3.2. Modi van opereren en voorziene configuraties</u> .....	13
<u>3.3. Systeemmodellering</u> .....	13
<u>3.4. Inputs 16x2:</u> .....	15
<u>3.5. Inputs energy zahler:</u> .....	15
<u>3.6. Outputs 16x2 (230 versie)</u> .....	15
<u>3.7. Outputs energy zahler:</u> .....	16

## 1. Inleiding

In het DEI project Summerhybrid hebben Borg en TNO succesvol de werking van het Borg thermische buffer aangetoond (DEI720004). Hieruit zijn twee vervolgprojecten ontstaan, waarin beide partijen samenwerken. Het eerste project is de TKI toeslag, waarin TNO een zelflerende regeling ontwikkelt om het Borg thermische buffer aan te sturen. Het tweede project is gericht op een complete besturing van een netontlastende slimme warmtebatterij en wordt uitgevoerd zonder subsidie. Voor dit project is de overkoepelende structuur van de besturing ontwikkeld, waarbij de kern van de besturing op een server draait en door Borg zelf wordt geschreven. De lokale controller van Technische Alternative zal IO afhandelen en veiligheidsfuncties bewaken. TNO zal in de TKI toeslag een voorzet doen voor een mogelijke aanpak van deze sturing. Door analyse van historische data zal de controller de werkelijke performance van het systeem vaststellen en op specifiek benoemde aspecten "zelflerend" worden. De regeling zal weers- en dynamische stroomprijvoorspellingen binnenhalen om de toekomstige behoefte te bepalen en de gunstigste momenten om de warmtebatterij te laden te bepalen, met als doel tot een financieel optimaliserende sturing te komen en CO2 te besparen.

## 2. Werkpakket 1:

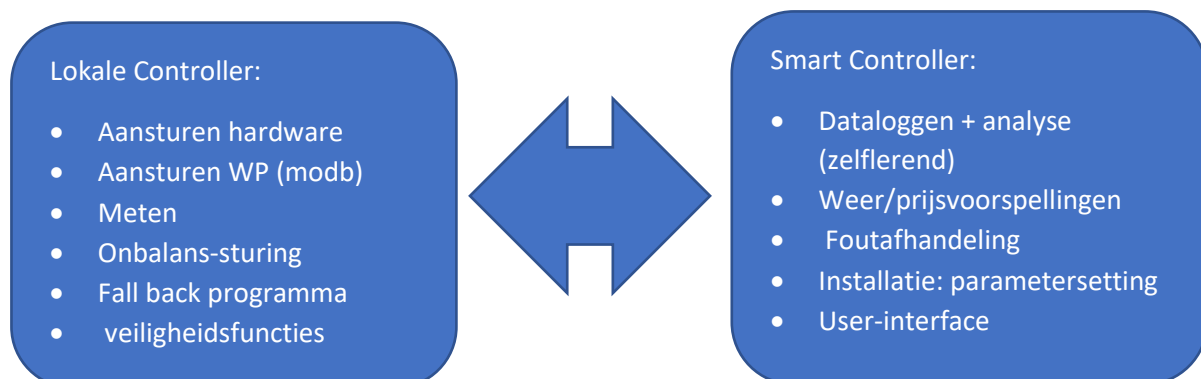
### 2.1. randvoorwaardes van de technologie

#### 2.1.1. Architectuur besturing

Technische Alternative biedt lokale controllers aan, zoals de UVR16x2, die op afstand kunnen worden gelogd en bestuurd via de CMI. De CMI is een netwerkverbinding tussen de server van Technische Alternative en de lokale CAN-bus waarover de lokale regeling communiceert. Op de server van Technische Alternative kunnen gebruikers alle in- en uitgangssignalen van de lokale controller worden opgehaald, inclusief de resultaten van de functieblokken. Dit maakt het mogelijk om de prestaties van het systeem op afstand te monitoren en te beheren, waardoor problemen snel kunnen worden opgelost en de efficiëntie van het systeem kan worden geoptimaliseerd.

Het gebruik van de CMI maakt het mogelijk om op afstand een compleet beeld te krijgen van de werking van de lokale controller, waardoor technici niet ter plaatse hoeven te zijn om de prestaties van het systeem te beoordelen. Dit biedt meer flexibiliteit en tijdsbesparing voor gebruikers, waardoor zij zich kunnen concentreren op andere aspecten van het project. De mogelijkheid om functieblokken te loggen maakt het bovendien gemakkelijker om de regeling van het systeem aan te passen en te verbeteren.

De CMI kan geen complexe algoritmes uitvoeren, dit moet in de cloud gebeuren. Het gedeelte dat verantwoordelijk is voor deze slimme aansturing wordt de Smart Controller genoemd, die samenwerkt met de lokale controller.



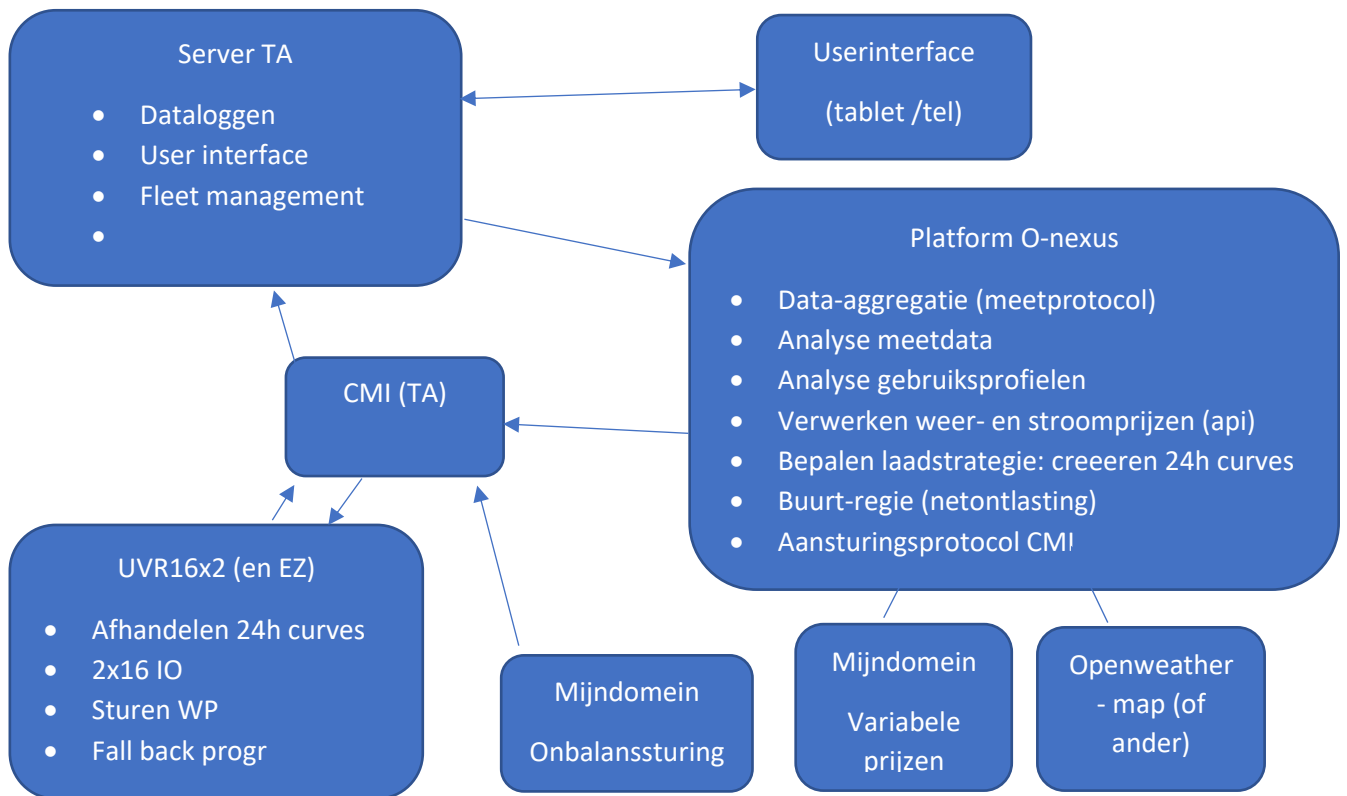
## 2.2. Lokale controller

Een lokale controller heeft verschillende functies. Zo is deze verantwoordelijk voor het aansturen van hardware en het aansturen van de WP (veelal via modbus, maar mogelijk ook een hard contact). Daarnaast meet de controller verschillende parameters. Ook is er een onbalans-sturing in de controller opgenomen om ervoor te zorgen dat het systeem altijd in balans blijft. In het geval van een storing of falen van het systeem, beschikt de controller over een fall back programma dat automatisch in treedt. Dit programma zorgt ervoor dat het systeem zo snel mogelijk weer operationeel is. Ten slotte heeft de lokale controller ook verschillende veiligheidsfuncties om de veiligheid van het systeem en de gebruikers te waarborgen.

## 2.3. Smart Controller

Alles wat buiten de Lokale Controller valt, wordt voor het gemak de Smart Controller genoemd. Een Smart Controller heeft verschillende functies die bijdragen aan een efficiënte en effectieve werking van het systeem. Zo is de controller in staat om gegevens te loggen en te analyseren, waarbij het systeem zelflerend is en steeds beter wordt in het voorspellen en optimaliseren van de prestaties van het systeem. Daarnaast kan de Smart Controller weer- en prijsvoorspellingen gebruiken om de werking van het systeem aan te passen aan de omstandigheden en zo kosten te besparen en de efficiëntie te verbeteren. Een andere belangrijke functie van de controller is foutafhandeling, waarbij het systeem automatisch herstelt en blijft functioneren in geval van storingen of fouten. De installatie van de controller omvat het instellen van parameters, zodat het systeem optimaal kan functioneren. Ten slotte heeft de Smart Controller een gebruikersinterface, waarmee gebruikers het systeem kunnen bedienen en monitoren en waarop de status en prestaties van het systeem worden weergegeven.

Het hart van deze controller wordt gevormd door de "Controller", die zal draaien op een platform dat nog moet worden bepaald. Op dit moment is wel bekend dat robuuste data logging mogelijk is en dat de CMI API's kunnen worden ingelezen. Hierdoor zou het mogelijk moeten zijn om stuursignalen vanaf de Smart Controller rechtstreeks in te lezen op de Lokale Controller, waarvoor wel connectiviteit nodig is. Het schema hieronder lijkt een goede aanzet te zijn om op korte termijn tot een werkend geheel te komen. Voor Borg is het belangrijk dat de modellering en het intellectuele eigendom van de laadstrategie in relatie tot voorspellingen in hun beheer blijft. Om dit goed af te stemmen, moeten de te gebruiken programma's, werkwijzen enzovoort goed op elkaar worden afgestemd.



## 2.4.Talen

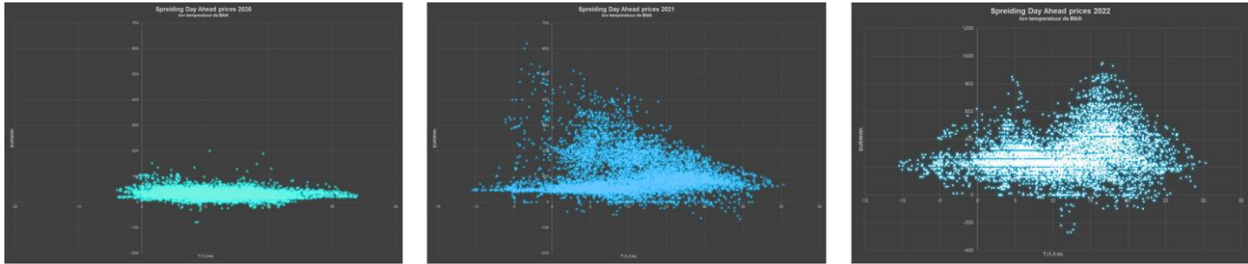
Onderstaand een opsomming van de verschillende technologieën en methodologieën die worden gebruikt binnen de TKI-toeslag. Het doel van deze toeslag is om innovatieve projecten te ondersteunen op het gebied van technologische ontwikkeling en onderzoek. Een van de belangrijkste technologieën die in dit project wordt gebruikt, is Simulink, een software voor het modelleren en simuleren van dynamische systemen. De TNO-regeling wordt ontwikkeld met behulp van Simulink-functieblokken en vervolgens vertaald naar een blokdiagram in PowerPoint. Daarnaast wordt Python gebruikt als programmeertaal om deze functionaliteit te beschrijven en de regeling die in het project wordt gerealiseerd, wordt gecompileerd naar Python. Tot slot wordt MQTT gebruikt voor gegevensuitwisseling. Onderstaand de opsomming hiervan.

1. Binnen de TKI-toeslag wordt de TNO-regeling ontwikkeld met behulp van Simulink-functieblokken.
2. Dit model wordt visueel vertaald naar een blokdiagram in PowerPoint. Hiervoor heeft Borg al een aanzet gegeven met behulp van de "Beschrijving Controller".
3. Python wordt gebruikt als programmeertaal om deze functionaliteit zowel op de Pi als op een server te beschrijven. De regeling die in dit project wordt gerealiseerd, wordt ook gecompileerd naar Python.
4. MQTT wordt gebruikt voor gegevensuitwisseling.

## 2.5.Prijmodel

De warmtebatterij is een oplossing om energie betaalbaar en duurzaam te houden. Een belangrijk aspect van de werking van de warmtebatterij is het prijsmodel waarop het systeem anticipeert. Zo

wordt er gekeken naar de day-ahead prijzen van de energiemarkt en wordt er 34 uur vooruit gekeken om hierop te kunnen anticiperen. Op basis van deze informatie kan de warmtebatterij inschatten wat de meest gunstige momenten zijn om op te laden en te ontladen, om zo het energieverbruik te optimaliseren. Dit heeft niet alleen een gunstig effect op de kosten voor energie, maar ook op de duurzaamheid van het systeem.



In bovenstaande grafieken is de spread van de tarieven zichtbaar. Op de horizontale as is de buitentemperatuur geplot. Op de verticale as de prijs van elektriciteit. Grafiek 1 is 2021, grafiek 2 is 2022 en grafiek 3 is 2023. Dat de spreiding toeneemt is duidelijk zichtbaar.

Daarnaast houdt de warmtebatterij ook rekening met het weer. Er wordt 168 uur vooruit gekeken naar de weersvoorspellingen om te kunnen bepalen wat de warmtevraag zal zijn en hoe deze het beste kan worden ingevuld. Hierdoor kan de warmtebatterij niet alleen optimaal gebruikmaken van de warmtepomp, maar kan er ook efficiënter worden omgegaan met de beschikbare energie.

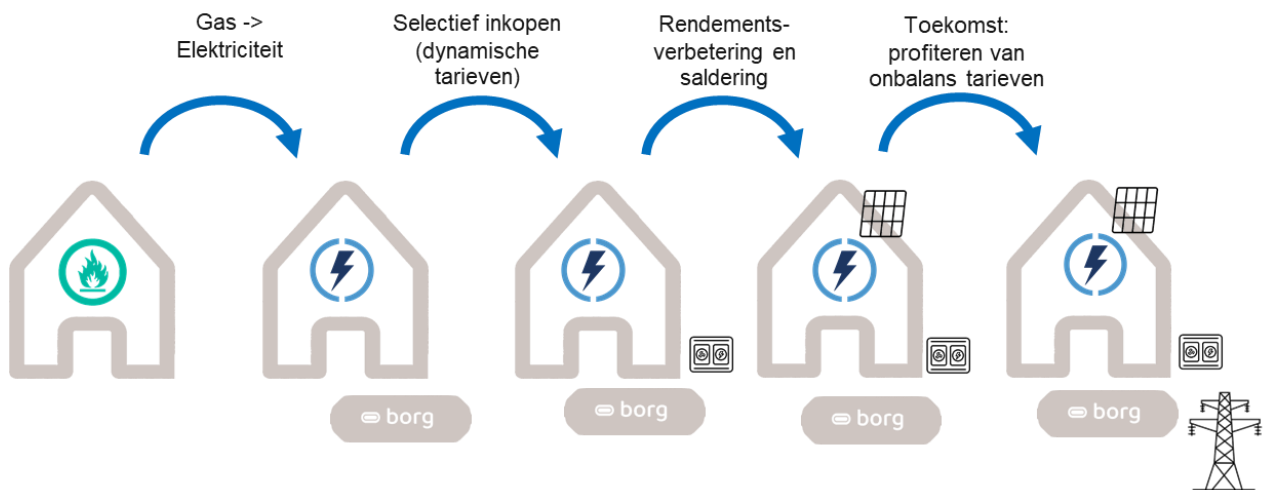
Het anticiperen op de weersomstandigheden kan niet alleen helpen om slim op te slaan, maar het kan ook bijdragen aan een efficiënter gebruik van de warmtepomp. Wanneer de warmtepomp kan worden gebruikt onder gunstige weersomstandigheden, kan dit de efficiëntie van de warmtepomp verhogen en daarmee de kostenbesparing vergroten. Door middel van weersvoorspellingen kan de warmtebatterij de warmtepomp zo efficiënt mogelijk aansturen en de warmtevraag van de woning op de meest gunstige momenten voorzien. Dit kan leiden tot een betere benutting van de beschikbare energiebronnen en bijdragen aan de vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Vanaf 2025 zal de salderingsregeling vervallen. Dit betekent dat het opslaan van zonnestroom achter de meter steeds belangrijker wordt. Door de opgeslagen zonnestroom in de warmtebatterij te gebruiken, kan er minder elektriciteit aan het net verkocht worden en wordt de energie efficiënter ingezet. De opgeslagen warmte kan vervolgens gebruikt worden voor het verwarmen van tapwater.

In de toekomst zal ook de voorspelling van CO<sub>2</sub>-emissies van het overall net een rol gaan spelen in het prijsmodel van de warmtebatterij. Hierdoor kan er nog meer worden gestuurd op duurzaamheid en kan het systeem nog efficiënter worden ingezet. Het prijsmodel van de warmtebatterij is dus een belangrijk onderdeel van de werking en zal ook in de toekomst verder worden doorontwikkeld om te blijven inspelen op de veranderende energiemarkt en de behoefte aan duurzame energieoplossingen.

Een belangrijk aspect van het prijsmodel is de sturing op netcongestie of onbalans. In de winter kan dit worden gedaan door de warmtepomp op specifieke momenten niet te laten draaien, waardoor het elektriciteitsnet wordt ontlast. In de zomer kan zonne-energie worden opgeslagen in de warmtebatterij in plaats van op het net gezet. Momenteel ontbreekt echter nog een financiële prikkel om dit te stimuleren. Het toevoegen van deze prikkel kan de inzet van de warmtebatterij voor deze doeleinden bevorderen en tegelijkertijd de stabiliteit van het elektriciteitsnet verbeteren. Door de warmtebatterij slim in te zetten kan niet alleen de energierekening van de gebruiker omlaag, maar ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot worden verminderd en het net worden ontlast.

In onderstaand figuur staat het prijsmodel weergegeven:



## 2.6. Interviews/gesprekken

In dit hoofdstuk zijn de betrokken experts op het gebied van energiesturing, monitoring en kosten benoemd. Binnen dit project is met hen gesproken om meer te weten te komen over hun perspectieven, ideeën en uitdagingen. Door middel van deze zijn de verschillende uitgangspunten tot stand gekomen.

1. Arjen Jongepier, Stedin (meerdere gesprekken februari, maart april)
2. Roelof Potters, Alliander (6 februari 22)
3. martijn.bongaerts, Alliander (18 november 21)
4. ESNL, (meerdere gesprekken 2022)
5. Bart Lelij, Onexus, (meerdere gesprekken 2022)
6. Stephen Thwaites, Duurzame Techniek (meerdere gesprekken 2022)
7. David Salemans, Duurzame Techniek (meerdere gesprekken 2022)
8. Felix Claessen, Seita (12 april 2022)
9. Edwin Kuster, Stiebel Eltron, (meerdere gesprekken 2022)
10. Sjaak Schipper, Schipper Installaties (meerdere gesprekken, 2022)
11. Jaap Willems, EnergyZero, (meerdere gesprekken, 2022)
12. Frits Verhoef, Eonic (5 april 2022)
13. Harm Welleweerd, Iwell, (15 februari 2022)
14. Bert van Dorp, OC, (meerdere gesprekken 2022)