



Blueberry®: het gebouwbeheersysteem van morgen

Eindrapport



Versie 1.0

Uitgiftedatum: 29 november 2019



Projecttitel: Blueberry @: het gebouwbeheersysteem van morgen

Subtitel: Eindrapport

Versie: V1.0

Datum: 29-11-2019

Aantal pagina's: 42

Projectnummer: TEID115014

Penvoerder: Simaxx BV

Consortium partner 1: Webeasy Control Systems BV

Consortium partner 2: Technisch Beheer Nederland BV

Consortium partner 3: NSI Kantoren BV

Inhoudsopgave

Afkortingen.....	4
Versieoverzicht	4
1 Samenvatting.....	5
2 Inleiding	6
3 Doelstelling.....	7
4 Werkwijze	9
4.1 WP 1 : Communicatie-module.....	9
4.1.1 Vaststellen systeemgrenzen en analyse van casussen	10
4.1.2 ICT-structuur, architectuur en interfaces	16
4.1.3 Implementatietests	17
4.2 WP 2 : Ontwikkeling WKO-module.....	18
4.2.1 Beschrijving use-case – WKO casus.....	18
4.2.2 Ontwikkeling gebruikersinterface	22
4.2.3 Aanpassing dataverwerking.....	23
4.2.4 Implementatietest.....	24
4.3 WP 3 : GBS-KPI's module.....	25
4.3.1 Ontwerpen en implementeren van KPI's	25
4.3.2 Integratie userinterfaces en gebouwbeheersysteem	25
4.3.3 Implementatietest.....	27
4.4 WP 4 : Veldtest	28
4.4.1 Selecteren en inrichten infrastructuur testlocaties	28
4.4.2 Referentietesten	31
4.4.3 Validatietesten WKO-module.....	31
4.4.4 Validatietesten GBS-KPI's module	31
4.5 WP 5 : Uitwerking business-case en kennisdisseminatie.....	32
4.5.1 Business-case.....	32
4.5.2 Kennisdisseminatie.....	35
5 Resultaten	40
5.1 Spin-off.....	40
6 Conclusies en aanbevelingen.....	41
6.1 Conclusies.....	41
6.2 Aanbevelingen.....	41
7 Vermeldingen	42



Afkortingen

Afkorting	Omschrijving
GUI	Graphical User Interface
IoT	Internet of Things
UX	User eXperience
GBS / BMS	Gebouwbeheersysteem
OS	Operating System
WKO / ATES	Warmte en Koude Opslag (systeem)
WP	Werkpakket
API	Application Programmable Interface

Versieoverzicht

Versie	Datum	Opmerkingen	Auteur
0.9	15-11-2019	Draft versie	R. Breijer
1.0	29-11-2019	Release versie	R. Breijer



1 Samenvatting

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Doel van dit project is te komen tot een concept die het mogelijk maakt gebouwen en installaties dynamisch te regelen. Hiervoor is een koppeling gemaakt tussen de regelsoftware van Webeasy Control Systems BV en de performance monitoring van Simaxx. Analyses van Simaxx worden gebruikt om direct in te grijpen op verstellingsparameters (setpoints) binnen de regelsoftware.

De aanleiding hiertoe is dat in de praktijk blijkt dat installaties niet naar behoren functioneren en prestaties ten aanzien van comfort en energie achterblijven bij de ontwerpspecificaties. Belangrijkste reden is dat installaties steeds ingewikkelder worden en daarmee ook de regelsoftware en dat in de praktijk veel fouten worden gemaakt waardoor installaties niet optimaal werken.

Om die reden wordt vanuit bestaande kennis en ervaring een product ontwikkeld dat direct moet leiden tot verbeteringen in de prestatie van gebouw en installatie. De projectpartners combineren hun domeinkennis van installaties, energievoorzieningen, regeltechniek met ICT-kennis.

Het beoogde resultaat is een doorontwikkeling van slim monitoren naar slim ingrijpen. iDEEGO wordt ingezet voor ontwikkeling, uitbreiding functionaliteit en optimalisatie teneinde een algemeen toepasbaar product wordt ontwikkeld voor de gebouwde omgeving.

Veldtests zijn aangevangen in augustus 2019. Hierdoor is het helaas te vroeg om, op dit moment, conclusies te kunnen trekken of voor beide projecten het beoogde resultaat, nl. het herstellen van de energiebalans, effect heeft gesorteerd.



2 Inleiding

In de gebouwde omgeving gaat nog steeds veel mis. In de praktijk blijkt dat installaties niet naar behoren functioneren en prestaties ten aanzien van comfort en energie achterblijven bij de ontwerpspecificaties (minimaal 20% verspilling). Belangrijkste reden is dat installaties steeds ingewikkelder worden en daarmee ook de regelsoftware. In de praktijk worden veel fouten gemaakt en/of worden later setpoints gewijzigd waardoor installaties niet optimaal werken. Daarnaast is de praktijk dat het kennisniveau afneemt met als gevolg suboptimaal functioneren. Dit dient te worden gecompenseerd door systemen met slimmere technologie.

Met Simaxx is een tool ontwikkeld die op het detailniveau van componenten inzicht kan geven in het (dis)functioneren van installatie(onderdelen). Simaxx communiceert daarvoor met de GBS-systemen van gebouwen. De koppeling tussen Simaxx en een GBS-systeem is tot op heden maatwerk omdat er geen standaard is in deze markt.

Webeasy is zeer betrokken bij het verder optimaliseren van gebouwinstallaties en het creëren van een comfortabel binnenklimaat. Prestatiemonitoring (zoals Simaxx) speelt daarbij een belangrijke rol. Om deze reden werken Simaxx en Webeasy samen om een zogenaamde stekker te ontwikkelen voor het eenvoudig koppelen van Simaxx aan Webeasy systemen. Met deze stekker wordt het mogelijk om met een spreekwoordelijke “één druk op de knop” een koppeling te realiseren waardoor prestatie-monitoring, in met name Webeasy uitgeruste gebouwen, eenvoudig mogelijk wordt en daarmee komt dynamisch regelen op basis van werkelijk gebruik een stap dichterbij. Vervolgens kan hiermee advies worden gegeven over het aanpassen van setpoints of installatieonderdelen.

Voor beheerders van installaties en energievoorzieningen is van belang dat die adviezen ook zo snel mogelijk worden overgenomen. Zeker voor beheerpartijen zoals NSI en TBN is dit essentieel omdat het verdienmodel van deze partijen o.a. gebaseerd is op het zo efficiënt mogelijk runnen van de technische installatie- en energiesystemen. Uiteraard plukt hier ook de eindgebruiker maar ook de overheid de vruchten hiervan want het leidt uiteindelijk tot een lagere TCO en helpt bij het behalen van klimaatdoelstellingen e.d.

De communicatie tussen GBS en monitoring is nu nog eenrichtingsverkeer: van GBS naar monitoring, daarna is er tussenkomst van de beheerder nodig om de adviezen ook daadwerkelijk te implementeren. Het idee achter Blueberry® is om de communicatie tweerichtingsverkeer te maken zodat “adviezen” direct kunnen worden geïmplementeerd en installaties direct optimaal functioneren.



3 Doelstelling

Doel van dit IDEEGO project is komen tot een concept dat het mogelijk maakt gebouwen en installaties dynamisch te regelen. Hiervoor wordt een koppeling gemaakt tussen de regelsoftware van Webeasy en de performance monitoring van Simaxx. Analyses van Simaxx worden gebruikt om direct in te grijpen op setpoints binnen de regelsoftware. Hiervoor moeten een aantal knelpunten worden weggenomen op het gebied van 1) techniek: simpel gezegd het kan nog niet en 2) de organisatie van de markt: de split incentives tussen belegger, ontwikkelaar, onderhoudspartij, gebruiker etc.

We sluiten aan bij de ontwikkeling in de markt dat de exploitatie belangrijker wordt: PPS, ESCo's, prestatiecontracten. Met Blueberry® is een oplossing ontwikkeld die breed toepasbaar is en het veel makkelijker maakt om installaties en gebouwen op prestaties te gaan beheren/onderhouden.

Het resultaat is een doorontwikkeling van slim monitoren naar slim ingrijpen. IDEEGO wordt ingezet voor ontwikkeling, uitbreiding functionaliteit en optimalisatie. Waardoor een algemeen toepasbaar product is ontwikkeld voor de gebouwde omgeving. Dit leidt tot:

- Prestatiemonitoring op basis van elementaire meetdata uit een GBS (bijv. temperatuur, druk, flow). Hier wordt gefocust op WKO's omdat daar qua energiebesparing een grote impact mogelijk is. Hierbij zijn de volgende zaken van belang:
 - Inzicht in prestaties
 - Jaarbalans automatisch bepalen
 - Onbalans bewaken (monitor)
 - Onbalans wegregelen
 - Vraagvoorspelling.
- Prestatiemonitoring op basis van verrijkte meetdata uit het Webeasy GBS.

In samenspel met de klimaatinstallatie schept het GBS de randvoorwaarden waarbinnen gebouwgebruikers optimaal kunnen functioneren. Hierbij speelt het technisch functioneren van de klimaatinstallaties en het stabiele gedrag van regelkringen een belangrijke rol. Een in technisch opzicht optimaal werkende klimaatinstallatie is echter niet voldoende: de gebruikers moeten het comfort ook als prettig ervaren. Een GBS verzamelt grote hoeveelheden elementaire meetdata die in combinatie met gebruiksdata verrijkt kan worden (bijvoorbeeld aanwezigheidsdetectie en de daadwerkelijke comfortsensatie van gebruikers). Deze, op een hoger aggregatieniveau ter beschikking gemaakte, informatie stelt performancemonitoringstools in staat om beheerders een beter en eenvoudiger een integraal overzicht te geven van de gebouwprestaties.

In het Blueberry® project wordt gefocust op twee belangrijke KPI's:

- Procesindicatoren – Verkeerd ingestelde regelingen leiden snel tot grote afwijkingen tussen gewenst en gerealiseerd gedrag en daarmee tot comfortklachten of een te hoog energiegebruik. Om het gedrag van regelingen in het gebouw goed te kunnen karakteriseren is veel data nodig. Use-cases zijn bijv. het voorspellen van een (mogelijke) energieonbalans in een WKO en het, op voorhand, trachten om dit automatisch te corrigeren.
- Comfortindicatoren – deze KPI maakt het mogelijk om klimaat en klimaatinstellingen op comfortbeleving te toetsen. Binnen door de beheerder ingestelde energierandvoorwaarden kan de performancemonitoringstool met deze indicator een optimaal klimaatsetpoint bepalen en terugsturen naar het GBS. Een use-case is bijvoorbeeld: Het optimaal starten/stoppen van zeer langzame verwarming-/koelingsprocessen o.b.v. weersvoorspellingen (Bijv. bij betonkernactivering).



Voor beide KPI's geldt dat zij zich automatisch aanpassen aan gewijzigde omstandigheden binnen een gebouw. Hiermee speelt Blueberry® in op het feit dat vandaag de dag klimaatinstallaties nogal eens suboptimaal functioneren omdat bij wijzigingen in het gebruik van een gebouw de GBS-regelingen niet aan die nieuwe situatie worden aangepast.



4 Werkwijze

Voor het behalen van de doelstellingen is het project opgedeeld in 5 werkpakketten (WP),

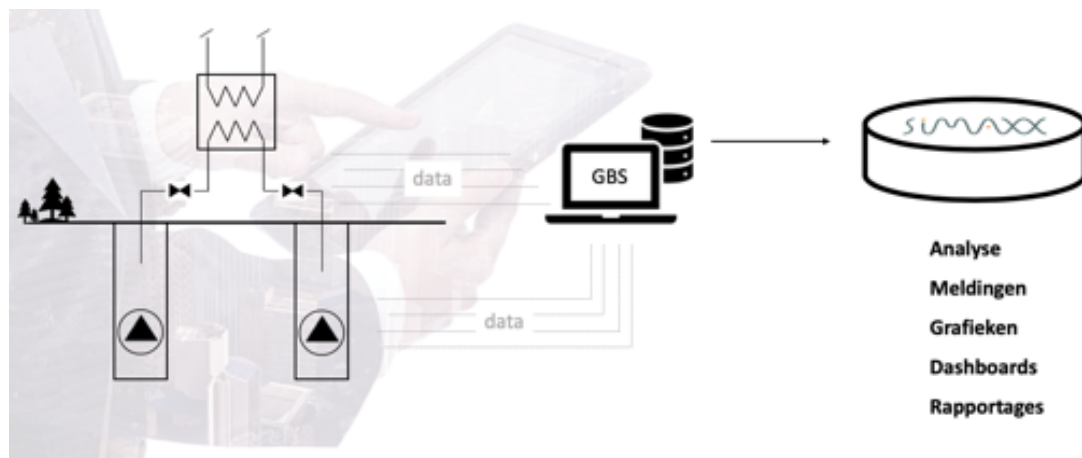
- WP1 : Ontwikkeling communicatiemodule
- WP2 : Ontwikkeling WKO-module
- WP3 : GBS-KPI's module
- WP4 : Veldtest
- WP5 : Uitwerking business-case en kennisdisseminatie

In de navolgende paragrafen worden de uitgevoerde werkzaamheden binnen deze werkpakketten verder toegelicht.

4.1 WP 1 : Communicatie-module

Teneinde automatisch te kunnen ingrijpen in het regelgedrag van het GBS door het Simaxx-platform is het noodzakelijk dat de datacommunicatie tussen deze partijen bi-directioneel kan geschieden.

Normaliter is voor het monitoren van een gebouwinstallatie slechts dataverkeer in één richting noodzakelijk, nl. van het GBS naar het Simaxx platform.



In bovenstaande casus wordt de data van de technische gebouwinstallatie in eerste lijn verzameld door het GBS-systeem zelf. Deze data wordt vervolgens opgeslagen in de database van het GBS. Via een door Simaxx ontwikkelde softwareapplicatie, 'Sourcetool' genaamd, wordt vervolgens de data uit voorgenoemde GBS-database periodiek uitgevraagd, genormaliseerd en uiteindelijk doorgestuurd naar het Simaxx platform ter verdere verwerking. In de regel draait de Sourcetool-applicatie op een PC op de bouwlocatie.

Zodra de data is aangekomen in het Simaxx-platform wordt deze verder verwerkt door de Simaxx Analytics module. Hier wordt de data o.b.v. domein specifieke rekenregels (rules) verwerkt tot analytische resultaten in de vorm van meldingen, grafieken, rapportages en dashboards als output voor de (eind-)gebruikers van het platform.

Dit is een prima mechanisme voor het monitoren van een gebouw echter deze methode volstaat niet voor het ingrijpen in het regelgedrag waarbij er dus ook data naar het GBS teruggestuurd dient te worden.



4.1.1 Vaststellen systeemgrenzen en analyse van casussen

Op dit moment is het koppelen van een GBS met performance monitoring software tijdrovend en foutgevoelig. De koppeling is op datapunt-niveau en eenrichtingsverkeer: data wordt alleen uit het GBS naar het performance- monitoring pakket doorgegeven. Bijstellen van het GBS op basis van een diagnose door de adviseur is handwerk, veelal uitgevoerd door een derde (bijvoorbeeld een onderhoudspartij) op basis van een rapportage van die adviseur. Met deze indirecte werkwijze gaat veel tijd en geld verloren voordat voorgestelde verbeteringen daadwerkelijk worden doorgevoerd

Daarom is het noodzakelijk om automatisch te kunnen ingrijpen in het regelgedrag van de technische installatie van een gebouw echter stelt dit hele andere voorwaarden aan de dataverbinding tussen platform en GBS als die voor monitoring van belang zijn.



Deze voorwaarden zijn:

- Voor het bi-directionele transport van de data is een hiervoor geschikt communicatieprotocol nodig die door beide partijen (Platform en GBS) wordt ondersteunt of kan worden ondersteunt en potentie heeft om als een markt breed gedragen communicatieoplossing te kunnen uitgroeien.
- Het, toe te passen, communicatieprotocol moet meta-data bevatten omtrent de betekenis van de sensor- en actordata zodat de informatie door een automatisch computer-algoritme kan worden 'begrepen' teneinde een automatische koppeling tot stand te brengen tussen de GBS-data en de WKO-module ongeacht hoe het GBS op een project is geconfigureerd. Dit bespaart veel tijd en geld.
- De verbinding dient over mogelijkheden te beschikken om het transport ervan beveiligd te kunnen laten verlopen zodat:
 - de data niet kan worden afgeluisterd door onbevoegden
 - de authenticiteit van de communicatiepartners kan worden gegarandeerd
 - de juistheid van de afgeleverde data kan worden gegarandeerd
- De gekozen communicatieoplossing dient schaalbaar te zijn zodat:
 - Simaxx de oplossing kan uitrollen over duizenden gebouwen.
 - De software compact en modulair genoeg is dat deze op zowel low-cost hardware (zoals bijv. een raspberry-pi) kan draaien voor de kleinere projecten tot aan enterprise-servers voor zeer grote projecten/campus.
- De verbindingen dienen uiteindelijk, op afstand, veilig beheerd te kunnen worden door geautoriseerd Simaxx personeel zodat:
 - aanpassingen in de data-configuratie voor een gebouw/project doorgevoerd kunnen worden mocht dit nodig zijn.
 - (Security-)updates uitgerold kunnen worden (desgewenst op grote schaal)
 - Evt. data-afleveringsproblemen gesignaleerd, geanalyseerd en evt. verholpen kunnen worden.

Onderzoek heeft ons geleerd dat de meeste gebruikte GBS-systemen in Nederland standaard geen 'open' communicatiemogelijkheid bieden. Bijv. marktleider Priva heeft zelf een propriëtaire communicatieprotocol ontwikkeld, Priva CompriNet genaamd, die alleen communicatie toestaat met Priva's eigen hard- en software. Het protocol is dus niet



vrijgegeven voor externe partijen. Hetzelfde geldt voor veel andere GBS-leveranciers, zoals Johnson-Controls, Siemens en Schneider-Electric.

Nu zijn er weliswaar alternatieve en open protocollen beschikbaar die GBS'en, fabrikaatonafhankelijk, kunnen ontsluiten. Deze alternatieven kunnen, in de regel, aan een GBS worden toegevoegd. De bekendste protocollen zijn:

- [Modbus-protocol](https://en.wikipedia.org/wiki/Modbus) [https://en.wikipedia.org/wiki/Modbus]
- [BACnet-protocol](https://nl.wikipedia.org/wiki/BACnet) [https://nl.wikipedia.org/wiki/BACnet]

Deze protocollen hebben echter een aantal nadelen die het gebruik ervan in relatie tot het automatisch koppelen van analyse-systemen in de praktijk toch erg bemoeilijken.

- De protocollen bieden weinig tot geen semantische metadata waarmee een geautomatiseerd systeem kan bepalen hoe de onderliggende data(-punten) kunnen worden geïnterpreteerd. De adressering van de datapunten wordt in deze protocollen gemaakt door deze te voorzien van een nummer en een naam. Het toegewezen nummer is in de regel project-specifiek (en dus voor elk project anders) en de naam wordt ingegeven door de GBS-engineer op het project. Aangezien de naam door een mens wordt ingevuld kan deze voor elke project en/of GBS-engineer weer anders ingevuld zodat het uiteindelijk zeer lastig, zo niet onmogelijk wordt om de datapunten door een geautomatiseerd systeem te herleiden.
- Het activeren van deze protocollen in een GBS vereist configuratie door de GBS-leverancier. De GBS-leverancier heeft dan op voorhand informatie nodig over welke datapunten er beschikbaar gesteld dienen te worden op het project zodat hij dit in het GBS-systeem op locatie kan configureren. Dit is dus bij elk project maatwerk en afhankelijk qua fabricaat en datapunt-omvang en brengt derhalve significante kosten met zich mee. Hierbij is er dus naast de kosten ook nog een afhankelijkheids-kwestie met de GBS-leverancier op welke termijn hij deze werkzaamheden kan uitvoeren en opleveren.
- Wijzigingen gedurende de levenscyclus van het project kunnen ertoe leiden dat ook de hierboven beschreven configuratie opnieuw aangepast moet worden. Dit maakt de communicatieoplossing daardoor minder betrouwbaar/robuust. Het repareren hiervan zorgt dan ook weer voor kosten en downtime.
- De protocollen bieden geen ondersteuning voor het beschermen van de getransporteerde data. Verzonden data kan redelijk eenvoudig worden afgeluisterd en de authenticiteit van de communicatiepartners kan niet worden vastgesteld.

Alhoewel beide protocollen weliswaar bi-directioneel verkeer ondersteunen hebben we vanwege bovenstaande redenen besloten om uit te kijken naar een andere communicatieoplossing die bovengenoemde nadelen niet heeft.

Uit ons onderzoek is gebleken dat in Noord-Amerika inmiddels een open-source initiatief was opgestart met als doel een semantisch datamodel (ontologie) op te zetten speciaal voor gebouwgebonden installaties. Dit initiatief is: [Project Haystack](#).



Dit initiatief heeft als uitgangspunt om alle fysieke componenten in een gebouw in kaart te brengen en deze te voorzien van een unieke naamgeving zodat technici wereldwijd deze allemaal op dezelfde manier benoemen. Naast het benoemen van deze componenten zijn ook regels opgesteld die de samenhang tussen de componenten vastleggen. Deze zgn. ontologie moet de basis

vormen om hiermee automatisch én GBS-fabrikaatonafhankelijk door een computer algoritme de samenstelling van de technische installaties in het gebouw te achterhalen. Om deze uitwisseling van data te faciliteren is door de community eveneens een zgn. API beschreven. Deze open-source API beschrijft hoe de data kan worden opgevraagd en evt. teruggeschreven resp. uit en naar het GBS-systeem. Dit betekent dat GBS-leveranciers deze API en het bijbehorende datamodel wel in hun productlijn moeten implementeren.



Het bovengenoemde datamodel is een zogenaamd 'tagging model' en classificeert de bovengenoemde componenten tot de volgende entiteiten:

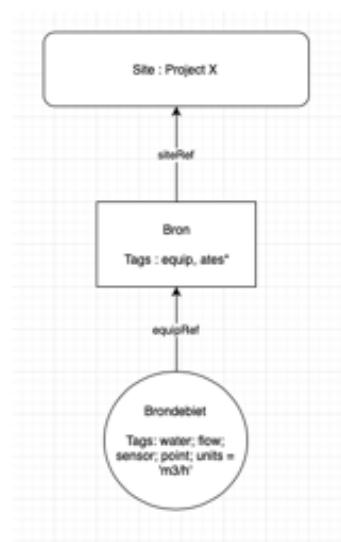
- Locatie
 - Apparaat/Systeem
 - Datapunt

Een gebouw heeft altijd een locatie (adres, geo-coördinaten etc). Elke locatie heeft één of meerdere systemen (bijv. WKO, warmtepomp etc) en een systeem kent één of meerdere bijbehorende datapunten. (bijv. temperatuur- en druksensoren)

Om onderscheid te maken in het datamodel tussen deze entiteiten worden deze in het datamodel voorzien van zgn. 'tags'. Om een locatie aan te duiden wordt de locatie-entiteit voorzien van de tag 'site'. Apparaat/Systeem-entiteiten krijgen de tag 'equip' en datapunten worden voorzien van de 'point'-tag.

Nu is weliswaar de classificatie vastgelegd echter zegt dit nog niets over welk soort systeem of wat voor type datapunt deze zijn. Door het toevoegen van additionele tags kunnen de entiteiten specifieker gemaakt worden zodat uiteindelijk duidelijk wordt welke specifieke systemen met welke specifieke datapunten in het gebouw aanwezig zijn.

Hieronder een simpel voorbeeld:



Stel een gebouw heeft één WKO-installatie met één datapunt voor het uitlezen van de actuele brondebiet. Het datamodel ziet er dan als volgt uit.

De entiteit 'Bron' heeft dus de tag 'equip' die aangeeft dat het een systeem betreft en wordt verder specifiek gemaakt door het toevoegen van de tag 'ates'. Dit is de genomineerde tag-naam voor het aanduiden van een WKO-installatie en is een acroniem voor 'Aquifer Thermal Energy Storage'.

Vervolgens is het datapunt 'Brondebiet' naast de 'point' classificatie-tag voorzien van specifieke tags 'water', 'flow' en 'sensor' om aan te duiden dat het datapunt een sensor is die de volumestroom van water meet (in m3/u).

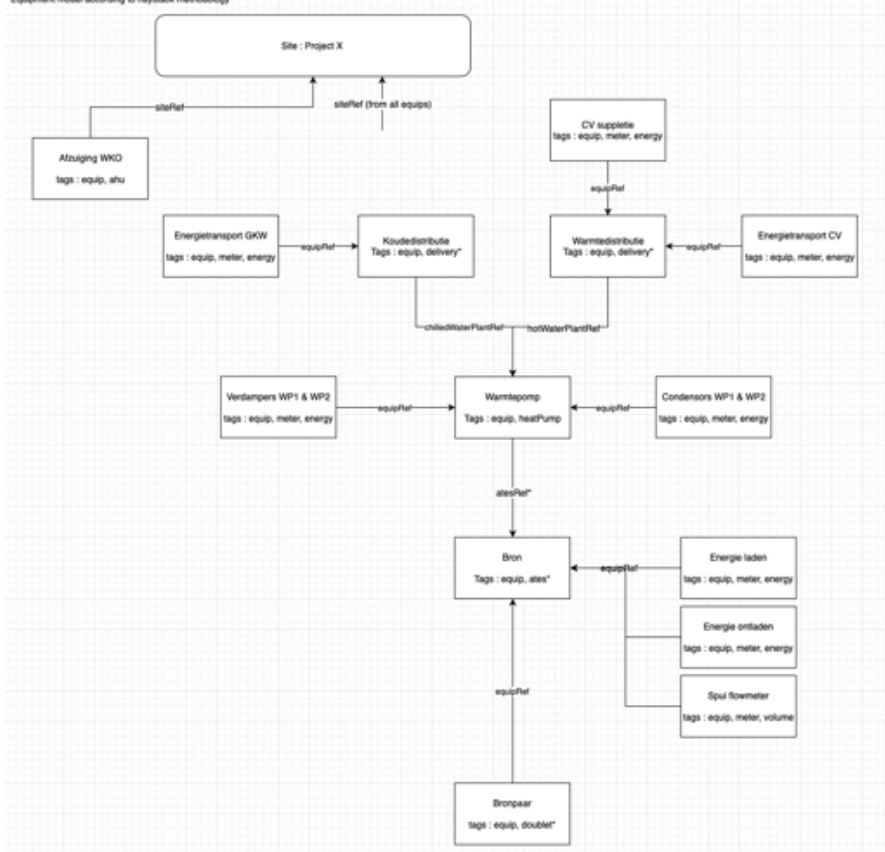
De combinatie van zowel het 'bron-equip' met het 'brondebiet-point' maakt de entiteit dus uniek herkenbaar voor geautomatiseerde systemen.

De samenhang tussen de entiteiten wordt vervolgens met zogenaamde 'ref' tags aangeduid. 'equipRefs' geven een relatie aan van (veelal) het datapunt met een systeem. 'siteRefs' geven de relatie aan van het systeem tot welke locatie behoort.

Zie onderstaand schema van een meer ingewikkelde installatie (excl. Datapunten).



Equipment model according to haystack methodology



Project-haystack heeft sinds het ontstaan steeds meer adoptie gekregen van allerlei partijen uit de markt wereldwijd, waaronder GBS-leveranciers, Analyse softwareleveranciers, system integrators maar ook hardware-leveranciers van bijv. kleppen en sensoren. Hieronder een overzicht van een aantal bedrijven die project-haystack ondersteunen binnen hun product-portfolio of op andere wijze uitdragen in hun business.





Op dit moment zijn veel van deze bedrijven Noord-Amerikaans maar project-haystack krijgt ook steeds meer tractie in Europa getuige de onlangs gehouden Haystack congres In Londen die dan ook door zowel Simaxx als Webeasy zijn bijgewoond.



Door het adopteren van deze open-source standaard hebben wij een groot onderdeel van een toekomstgerichte communicatieoplossing die voldoet aan de eerder in deze paragraaf beschreven voorwaarden.

Met de API en het datamodel van Project-Haystack hebben we een communicatieoplossing die:

- Bi-directionele communicatie ondersteunt.
- Bevat metadata die het mogelijk maakt om de betekenis en samenhang van componenten in een gebouw te laten interpreteren door een geautomatiseerd proces.
- De REST-API van project-haystack laat zich eenvoudig beveiligen o.b.v. gebruikelijke web-encryptietechnieken. (HTTPS middels SSL/TLS)
- Afhankelijk van partijen die het datamodel in zijn producten implementeert worden eventuele wijzigingen in het GBS ook automatisch in het datamodel verwerkt.
- Vanwege het open-source karakter zijn er geen (licentie-)kosten aan het gebruik van de API en datamodel verbonden. Wel kan een GBS-leverancier nog steeds geld vragen om de Haystack-oplossing te activeren alhoewel dat enigszins indruist in de filosofie van project-haystack.



De andere genoemde voorwaarden (schaalbaarheid en beheersbaarheid van de dataverbindingen) worden niet door het datamodel en API van Project-Haystack afgedekt. Deze aspecten maken onderdeel uit van het architectuur vraagstuk.

Om bovengenoemde aspecten te kunnen afdekken binnen Blueberry is er onderzoek verricht om te achterhalen welke architectuur het beste past.

Vanwege de schaalbaarheidseis is uiteindelijk gekozen voor een architectuur die het communicatiedeel loskoppelt van het platform-deel. Dit loskoppelbare deel, ook wel IoT-gateway genoemd, verzorgt de communicatie tussen enerzijds het Simaxx platform en anderzijds het GBS. Dit maakt het mogelijk om de IoT-gateway, afhankelijk van de use-case, op verschillende locaties te kunnen draaien, nl.:

- Direct op Simaxx-platform zelf
 - In use-cases waarbij er data uitgewisseld wordt van Simaxx platform naar een ander (3^e partij) platform waarbij de data door meerdere Simaxx projecten wordt gebruikt. Bijv. weerdiensten (KNMI) en platformen van meetbedrijven (Stedin, Fudura)
- Op de gebouwlocatie
 - In use-cases waarbij het niet mogelijk is om de GBS-data te benaderen vanaf het internet. De IoT-gateway kan dan geïnstalleerd worden op infrastructuur van de klant.
- Vanaf een gehoste locatie
 - In use-cases waarbij er geen host (PC/Server) op locatie aanwezig is maar wel via internet toegang tot het GBS kan worden verschaft.

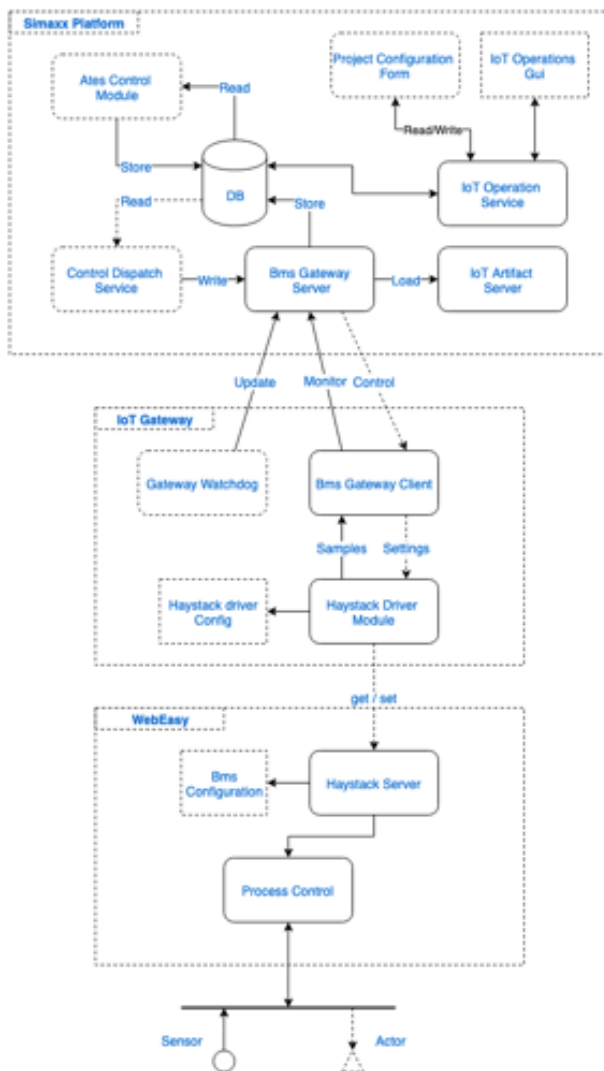
Door het schaalbare karakter van de software is het mogelijk dat deze ook kan worden geïnstalleerd op low-cost embedded hardware, zoals bijv. een [Raspberry Pi](https://nl.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi). Dit maakt het mogelijk om in use-cases waarbij er helemaal geen infrastructuur op locatie beschikbaar is (geen host/netwerk/internet) relatief goedkoop de GBS-data te ontsluiten i.c.m. met een mobiele data-aansluiting (3G/4G)

Tenslotte zou de software geschikt gemaakt worden om deze direct onder te brengen binnen de GBS-software. Zodoende zou er dan, in potentie, helemaal geen aparte infrastructuur meer noodzakelijk zijn.



4.1.2 ICT-structuur, architectuur en interfaces

Zie onderstaande illustratie die, in concept, een architectuuroverzicht geeft van de gekozen communicatieoplossing.



De sensor- en actordata bevindt zich in de configuratie-database van het Webeasy GBS. Deze en de bijbehorende metadata wordt vervolgens ontsloten door de 'haystack-server' communicatiemodule in het GBS.

Bij een initiële koppeling met het GBS wordt de Haystack-metadata uit het GBS opgehaald door de IoT-gateway. Zodoende kan de IoT-gateway achterhalen om welke gebouwlocatie het gaat evenals welke apparaten/systemen voor die bewuste locatie is geconfigureerd en welke datapunten beschikbaar zijn.

Op basis van deze informatie wordt het model hiervan in een configuratiebestand omgezet. Met dit configuratiebestand, welke in MS Excel kan worden gemanipuleerd, kan een project-engineer aangeven welke apparaten/systemen met welke datapunten in het Simaxx-platform beschikbaar gesteld moet worden voor enerzijds het uitvoeren van analyses, dashboards, rapporten e.d. op deze data en anderzijds voor het aangeven welke stuuracties plaats mogen vinden. Namelijk, niet alle, door het GBS aangeboden apparaten/systemen en datapunten, zijn immers altijd relevant voor het project.

Nadat de project-engineer zijn keuzes heeft aangegeven en evt. andere aanpassingen heeft doorgevoerd, zal in het Simaxx platform de gekozen apparatuur- en datapunten automatisch worden aangemaakt in de configuratie-database van het platform voor het desbetreffende project.

Na deze actie kan de IoT-gateway door het platform worden aangestuurd voor het vervullen van 'taken'. Hiervoor zal de IoT-gateway periodiek contact zoeken met het Simaxx-platform.

In het platform wordt voor elke IoT-gateway een takenlijst bijgehouden en geagendeerd. Deze taken zijn bijv.:

- Start/stop collectie van GBS-data
- Schrijf een waarde naar een datapunt in het GBS
- Verkrijg GBS meta-data
- Update GBS-driver

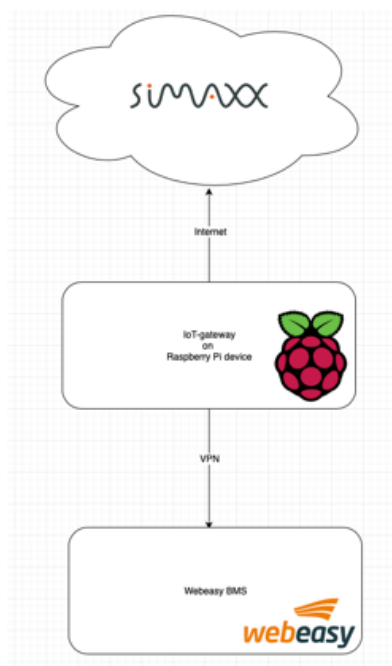
Via deze 'command-and-control' interface kan elke IoT-gateway via internet worden beheerd vanuit het platform. Parallel aan het controleren op nieuwe taken stuurt elke IoT-gateway middels de 'watchdog' module op vaste tijden een zogenaamd 'alive' bericht naar het Simaxx platform met als doel dat het Simaxx platform de verbinding tussen IoT-gateway en platform kan bewaken. Indien de IoT-gateway voor een bepaalde periode geen dergelijk bericht heeft afgeleverd aan het platform kan de project-beheerder hiervan op de hoogte gesteld worden zodat er actie ondernomen kan worden om het evt. euvel te herstellen.



4.1.3 Implementatietests

Voor het testen van de Communicatie-module heeft Webeasy een demo-GBS ter beschikking gesteld. Deze GBS-software bevatte een implementatie van het Haystack-datamodel inclusief API volgens het Haystack-protocol alsmede een simulatiemodel van een gebouw met een fictieve WKO-installatie.

Ondanks dat de demo-omgeving geen echte WKO-installatie aanstuurde, was de verbinding en interactie tussen het Simaxx platform en Webeasy wél conform zoals we deze in een real-life omgeving zouden kunnen tegenkomen.



De tests zijn uitgevoerd door de IoT-gateway software te draaien op een [Raspberry Pi](https://nl.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi) embedded computer. De IoT-gateway is vervolgens verbonden met het internet.

De IoT-gateway wordt aan de ene kant via een VPN-verbinding gekoppeld met het Webeasy-GBS voor het ophalen van de meta- en historische sensor/actor data en aan de andere kant verbonden met het Simaxx-platform.

De tests die uiteindelijk succesvol zijn uitgevoerd zijn tussen de Simaxx platform, IoT-gateway en het Webeasy demo-GBS:

- Opbouwen van een communicatieverbinding
- Authentiseren van de communicatieverbinding
- Testen van verbinding bij (onverwachte) uitval
 - Opnieuw opbouwen van verbinding.
- Opvragen door IoT-gateway van het Haystack-datamodel in de Webeasy demo-GBS
- Verwerken en omzetten van dit model naar het in Simaxx gebruikte datamodel.
- Opvragen en verwerken van huidige waarde van een datapunt uit Webeasy
 - Bijv. Huidig gemeten temperatuur van de buitentemperatuur-sensor
- Opvragen en verwerken van historische waarden over een bepaalde periode van een datapunt
 - Bijv. alle gemeten waarden die in het GBS zijn opgeslagen gedurende de afgelopen maand.
- Sturen van een waarde door Simaxx naar een specifiek setpoint van Webeasy.
- Updaten van een GBS-driver versie
 - Nieuwe versie van de haystack-driver uitrollen en starten
- Installeren van IoT-gateway met een nieuwe GBS-driver
 - Installeren van COV-driver voor het ophalen van in COV-formaat gearchiveerde databestanden



4.2 WP 2 : Ontwikkeling WKO-module

Regelingen worden nu voornamelijk in de realisatiefase van een gebouw getuned. In de exploitatiefase verandert vaak het gebruik van een gebouw en degraderen bijvoorbeeld systeemcomponenten. Regelingen worden daar doorgaans niet op aangepast. Ten eerste omdat suboptimaal regelgedrag niet wordt opgemerkt en ten tweede omdat aanpassen tijdrovend is en een zeker kennisniveau vereisen. Door regelgedrag te vatten in regelindicatoren worden in Blueberry® afwijkingen snel zichtbaar. Aan de hand van deze regelindicatoren kan vervolgens het effect van een aanpassing eenvoudig worden getoetst zonder dat daarvoor veel kennis en ervaring nodig is.

4.2.1 Beschrijving use-case – WKO casus

Voor de use-cases hebben we voornamelijk gekeken naar WKO-installaties. Dit omdat het goed inregelen van WKO-installaties een significante bijdrage kan leveren op zowel het energieverbruik van een gebouw alsmede het comfort in het gebouw. Wel is het zo dat WKO-installaties, vanwege het gebruik van grondwater voor de opslag van energie, onderhevig zijn aan (lokale-) regelgeving en om die reden moet de eigenaar van de installatie over een vergunning beschikken. In deze vergunning worden verschillende waarden vastgelegd die binnen de vergunde termijn niet overschreden mogen worden.

Hieronder een opsomming van een aantal use-cases die van belang zijn bij WKO-installaties

- 1) Energie onbalans in een open bron installatie
 - a) Vrijgeven van regeneratie
 - b) Beperking maximale flow in de bedrijfssituatie waarbij er overschot op de energiebalans is op getreden.
 - c) Begrenzen van de capaciteit van warmtepomp
- 2) Optimalisering van gebruik van zelf opgewekt energie (elektriciteit)
 - a) Het laden van boilers en buffer vatten dmv warmtepomp(en) ongeacht vraag vanuit het gebouw op het moment dat er elektriciteit wordt terug geleverd aan het net.
 - b) Inzet van warmtepompen optimaliseren op basis van vraag profiel gebouw vs opwekking profiel PV-installatie.
- 3) Installatie bij sturen op basis van weersvoorspellingen van het KNMI vs historisch gedrag gebouw ten opzichte van de buiten condities.
 - a) Blokkeren van aanwarmen op basis van voorspelde buitentemperatuur
 - b) Corigeren/bijstellen setpoint van verwarming koeling.

Voor Blueberry hebben de partners uiteindelijk gekozen om use-case 1b als concept tot uitvoering te brengen. Dit omdat beide aangeboden test-projecten over genoeg variabelen beschikt die deze casus mogelijk maken. Hieronder de uitleg van use-case 1.

4.2.1.1 Energie onbalans corrigeren in een open bron installatie

Indien een gebouw over een open bron installatie beschikt die in onbalans is zal er op basis van historische data en een prognose op basis van deze data worden ingegrepen op de installatie.

De volgende ingrepen behoren tot de mogelijkheden:

1. Vrijgeven van regeneratie
2. Beperking maximale flow
3. Begrenzen van de capaciteit van warmtepomp

Als een installatie voorzien is van regeneratie zal deze ten alle tijden als eerst worden ingezet om de balans te herstellen. Als regeneratie niet beschikbaar en/of toereikend is zal de maximale bron flow en/of de capaciteit van de warmtepomp beperkt



worden. Voor optie a & c geldt dat deze installatie/component afhankelijk zijn en niet altijd toepasbaar, optie b kan bij een open bron altijd worden toegepast.

In de beide test-projecten is er helaas geen regeneratiefunctie in de WKO-installaties beschikbaar.

Om deze case uit te kunnen voeren zijn volgende waardes van en naar het GBS nodig:

Gemeten energie koud levering (cumulatief of maand waardes)	Input	MWh
Gemeten energie warmte levering (cumulatief of maand waardes)	Input	MWh
Gemeten flow bron (beschikbare interval in het GBS)	Input	m ³ /h
(c) Capaciteit warmtepomp	Input	%
(a) Vrijgave regeneratie koude (installatie/gebouw afhankelijk)	Output	I/U
(a) Vrijgave regeneratie warmte (installatie/gebouw afhankelijk)	Output	I/U
(b) Setpoint maximale bron flow koude leveren	Output	m ³ /h
(b) Setpoint maximale bron flow warmte leveren	Output	m ³ /h
(b) Vrijgave actief koelen (installatie/gebouw afhankelijk)	Output	I/U
(c) Setpoint maximale capaciteit warmtepomp	Output	%

Additioneel zullen, binnen Simaxx, de volgende configureerbare parameters worden opgenomen:

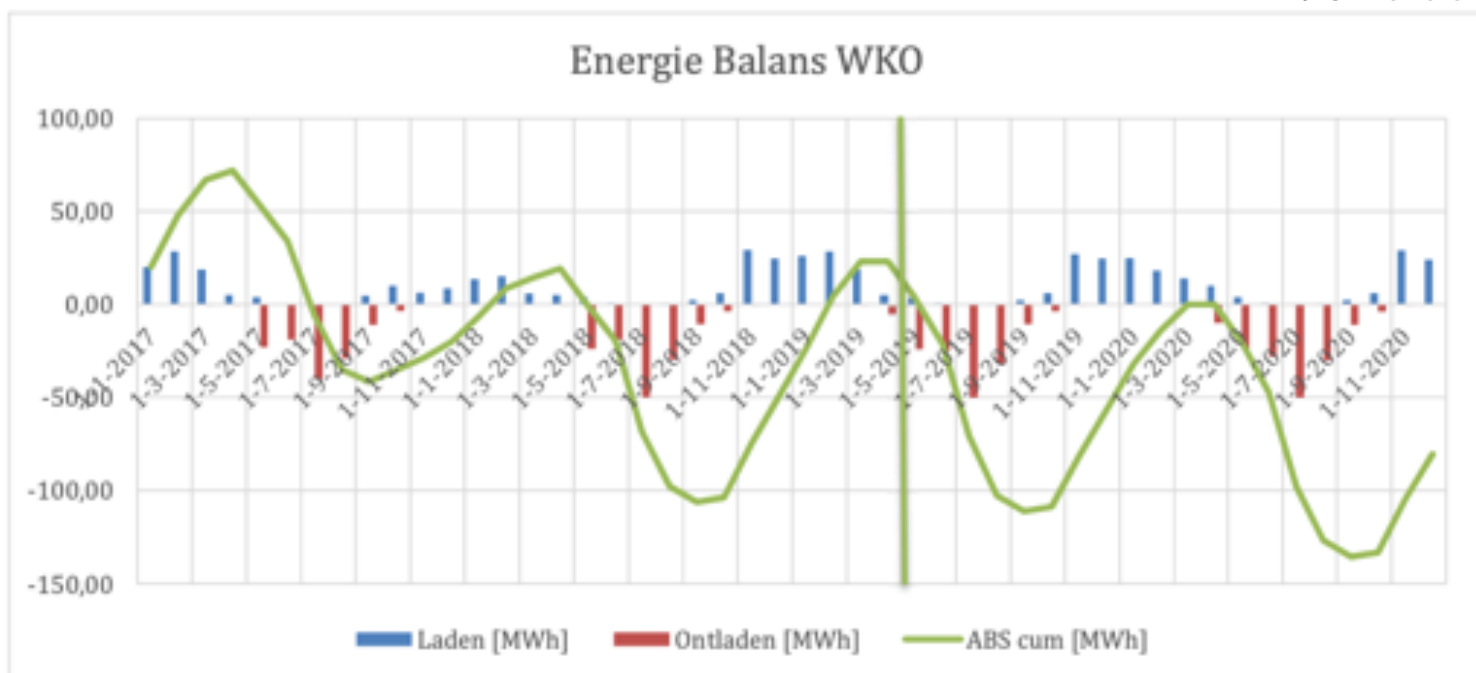
Startwaarde energie warmtelevering	MWh
Startwaarde energie koudelevering	MWh
Format aanlevering energiewaarden	Cumulatief/maandwaarden
Maximale vermogen TSA-bron	W
Maximale flow bron installatie	m ³ /h
Regeneratie warmte aanwezig	Ja/nee
Regeneratie koude aanwezig	Ja/nee
Mogelijk capaciteit warmtepomp beperken	Ja/nee

Indien er cumulatieve meetwaardes worden aangeboden zullen deze binnen Simaxx worden omgezet naar maandwaardes.

Op basis van de energiegegevens kan de actuele onbalans worden berekend en een voorspelling worden gedaan naar de toekomst toe. De actuele (on)balans in combinatie met de voorspelde (on)balans zullen de primaire indicatoren zijn om in te grijpen op de installatie.

De prognose zal worden bepaald op basis van de maandwaarde tot 3 jaar in het verleden (mits aanwezig) hiermee wordt gemiddeld waarde berekend voor de toekomstige maanden. Met de prognose zal er 5 jaar in de toekomst worden gekeken of de verwachting is dat de balans hersteld zal worden.





De waarden waarmee de onbalans en de prognose wordt berekend zullen door Simaxx worden gevalideerd worden, als data onbetrouwbaar is zal deze buiten de prognose berekening worden gehouden. De validatie zal op de volgende parameters worden gebaseerd.

- Waarde mag niet negatief zijn
- Waarde mag niet hoger zijn dan 80% theoretisch maximaal te leveren vermogen per maand
- Waarde mag niet meer 50% afwijken ten opzichte van dezelfde maanden in andere jaren.

Negatieve waarden zullen op "0" worden gezet bij de overige afwijkingen zal het systeem hier melding van maken. Het maximaal te leveren vermogen van de bron wordt berekend op basis van de onderstaande formule:

$$(PTSA.MAX * 24 * n_{\text{dagen vd maand}}) * 80\% = \textit{Theoretisch maximaal vermogen bron}$$

Als het maximaal vermogen van de TSA niet bekend is zal deze worden berekend op basis van de maximale flow met een aangenomen ΔT van 7 K met de onderstaande formule:

$$F_{\text{max}} * 4.18 * \Delta T = PTSA.MAX$$

1x per jaar zal er bepaald worden of de installatie in onbalans is op basis van de gemeten waarde. Met de historische data zal er een prognose worden gemaakt voor komende 5 jaar. Op basis van de uitkomst van de prognose zal er worden bepaald of er wordt ingegrepen of niet. Bij een geprognostiseerde onbalans kleiner dan 10% zal er niet worden ingegrepen, als de onbalans groter is zal er melding worden gegenereerd en zal er afhankelijk van de configuratie/installatie worden ingegrepen.

Indien een installatie over de mogelijkheden beschikt om de bron te kunnen regenereren zal in eerste instantie deze worden ingezet. Als de energiebalans een herstellende trend toont waarbij de verwachting is dat er in 5 jaar balans is in de installatie zal er niet verder worden ingegrepen.

Als een installatie niet over regeneratie beschikt en/of de onbalans dusdanig groot is dat met de regeneratie deze niet binnen 5 jaar gecorrigeerd kan worden zal de maximale flow van de bron worden beperkt en/of de capaciteit van de warmtepomp worden beperkt.



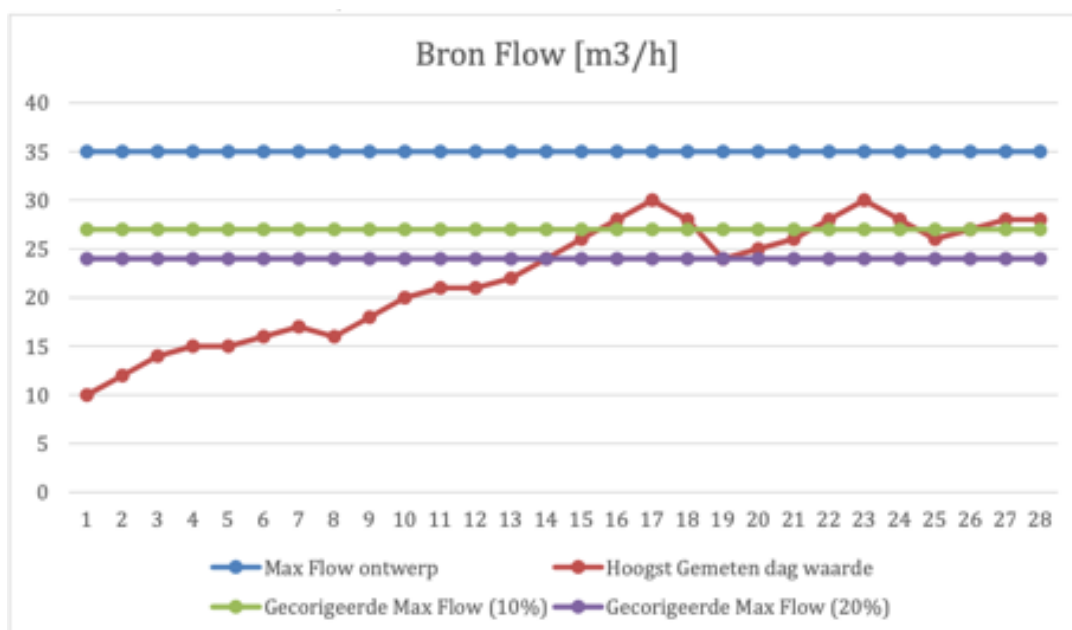
Beschikbare Componenten	Overschot			
	Koude		Warmte	
	10%	15%	10%	15%
Regeneratie Bron	1e		1e	
Flow Bron		2e		2e
Capaciteit WP		2e	n.v.t.	

Door het beperken van het maximale debiet van de bron installatie zal tot direct gevolg hebben dat de betreffende (maximale) energiestroom wordt beperkt waarmee geleidelijk de energiebalans kan worden hersteld. Door de wijze en mate van ingrijpen zal de impact op de gebouw gebonden installaties minimaal zijn.

Als de flow wordt beperkt tijdens koude levering wordt uitgevoerd zal de consequentie zijn dat de koelinstallatie zich gaat gedragen als een top koeling of mits aanwezig er actief gekoeld gaat worden. Het extra actief koelen zal leiden tot extra elektriciteit verbruik hierbij kan dan ook worden overwogen dit te blokkeren. Het gedag van een top koeling kan mogelijk leiden tot comfort klachten, zolang het aantal klachten niet buitensporig groot wordt is dit acceptabel.

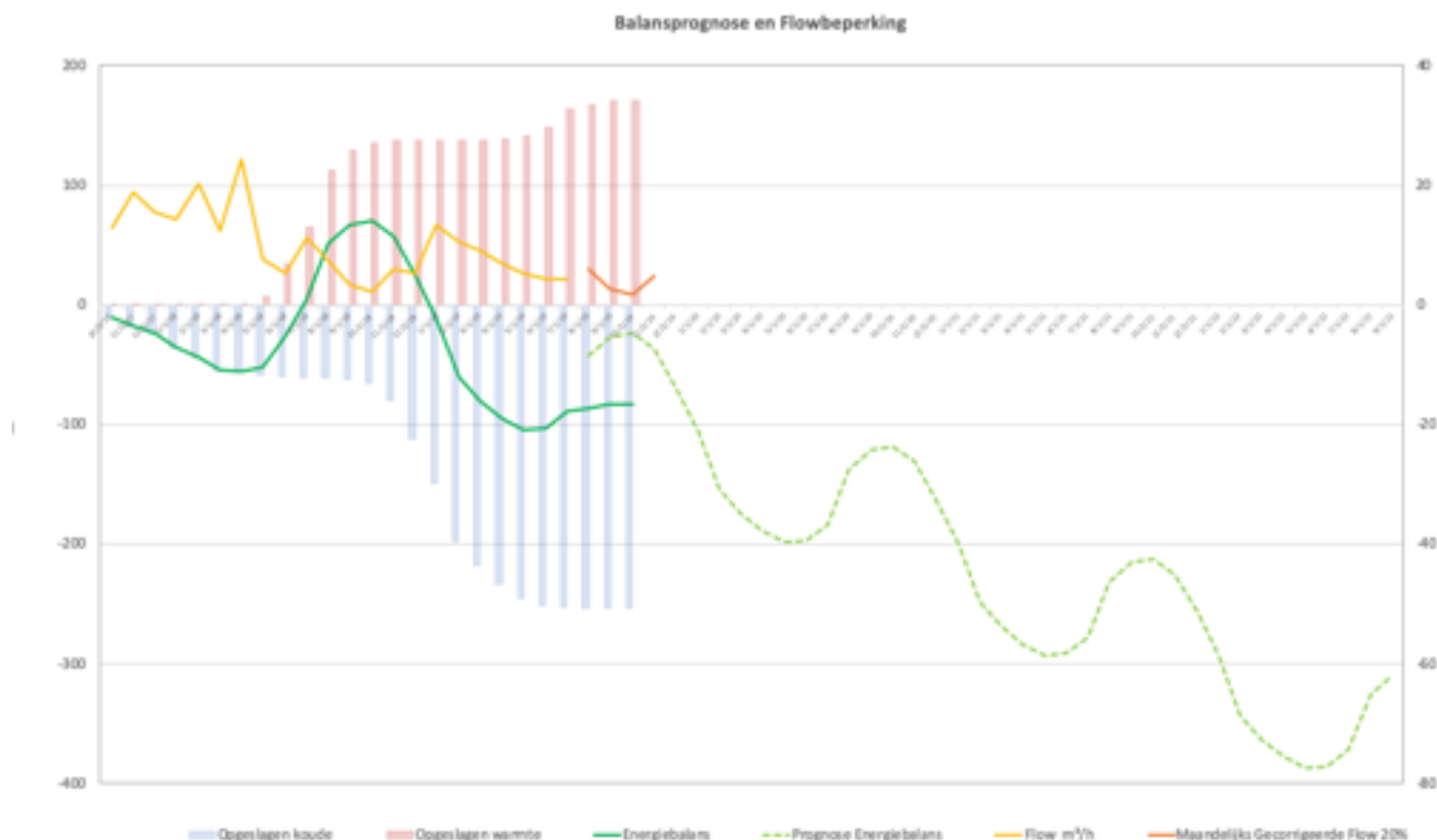
Het beperken van de flow tijdens warmtelevering zal tot gevolg kunnen hebben dat de warmtepomp niet op vol vermogen kan draaien, dit kan weer tot gevolg hebben dat de pieklast ketel eerder inbedrijf komt met extra gas verbruik als consequentie

Het ingrijpen op de maximale flow van de installatie zal worden uitgevoerd op de historisch hoogst gemeten waarde van de betreffende maand (tot max 3 jaar in het verleden). De maximale flow zal met xx% worden verlaagd, iedere maand zal er een nieuwe maximale flow worden bepaald.



4.2.2 Ontwikkeling gebruikersinterface

Als gebruikersinterface binnen Simaxx kan een grafiek worden opgevraagd van de historische en geprognoseerde balans incl. de door Simaxx berekende nieuwe flow. In de onderstaande grafiek is als eerste de energiebalans weergegeven van project Heliomare met de donkergroene lijn. Deze lijn is bepaald door sommatie van de in de bodem opgeslagen koude (negatieve waarde) en opgeslagen warmte.



Door middel van extrapolatie van de werkelijke energiebalans is een prognose gemaakt voor de komende 3 jaren. (lichtgroene stippellijn). Uit de prognose blijkt dat na 5 jaar in bedrijf zijn van de bron (3 jaar na nu) een koude-overschot te verwachten is.

Dit houdt in dat de koudelevering aan de bron beperkt moet worden. Dit wordt gedaan door de flow in de winterperiode te beperken en bepaald door de maximale flow van dezelfde maand in de vorige periode met 20% te beperken. Bij een periode van 1 jaar is dat dus de flow van dezelfde maand een jaar eerder. Bij meerdere jaren wordt het maximum van alle dezelfde maanden genomen.

De geregistreerde flow is in bovenstaande grafiek in geen weergegeven, de berekende (beperkte flow) is in oranje weergegeven.



4.2.3 Aanpassing dataverwerking

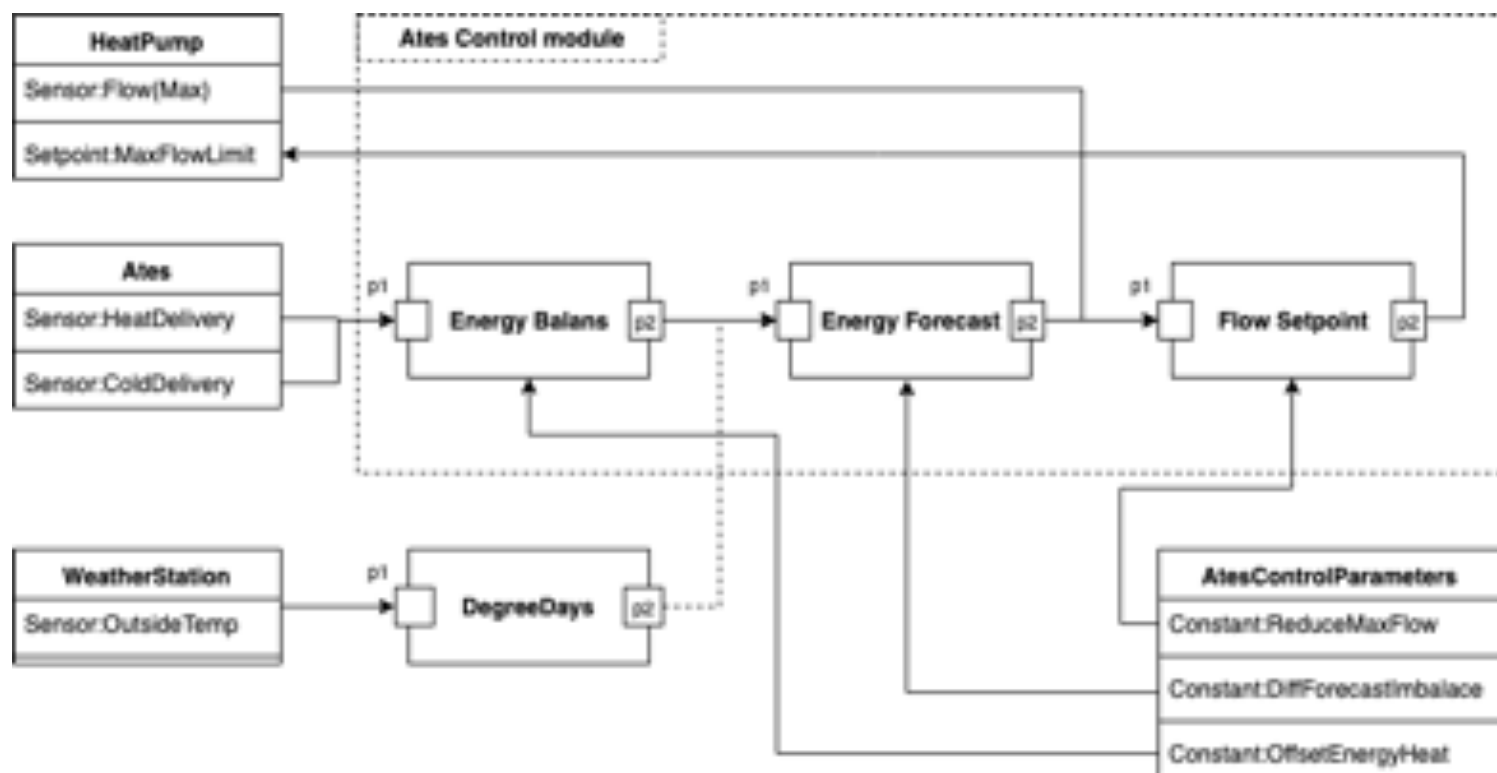
Voor het prognosticeren van de toekomstige energiebalans en het berekenen van nieuwe setpoints voor de bronflow is een nieuwe software module ontwikkeld door Simaxx, te weten: WKO-module.

Om de WKO-module in te passen in de huidige architectuur van het platform zijn aanpassingen noodzakelijk geweest. De huidige analyse-module van Simaxx rekent alleen nl. met historische data en berekeningen resulteren altijd met max. één resultaat. Resultaten worden nu nl. alleen geregistreerd en weggeschreven naar de database o.b.v. datum-tijd stempel behorend bij de doorgerekende parameter. Bij het berekenen van prognoses wordt data uit het verleden doorgerekend die resultaatwaarden moeten opleveren die in de toekomst liggen. De berekende prognose wordt maandelijks opnieuw doorgerekend over de resterende vergunde periode van de WKO-installatie. Normaliter wordt voor elke WKO-installatie een vergunning afgegeven voor de duur van max. 5 jaar. Als de WKO-installatie dus al 3 jaar in de vergunde periode zit én we voor deze installatie min. één jaar aan data beschikbaar hebben dan zal de WKO-module dus een prognose afgeven voor de resterende 2 jaar.

Een andere noodzakelijke aanpassing betreft dat er meerdere uitkomsten berekend moeten worden door dezelfde expressie, nl. flow voor koude-levering en een flow voor warmtelevering. Ook hier bood het platform nog geen ondersteuning voor.

Tevens was het noodzakelijk om berekeningen te kunnen agenderen. Bij de WKO-module wordt er eenmalig aan het einde van de maand een nieuw setpoint berekend te worden die moet gaan gelden voor de maand die komen gaat. Binnen Simaxx worden, normaliter, berekeningen doorgerekend bij het ontvangen van nieuwe data-samples. Dit is prima voor monitoring maar niet voor de casus die slechts één keer per maand doorgerekend moet worden.

Een laatste aanpassing aan de huidige dataverwerking binnen het platform betreft de mogelijkheid om datapunten in het platform te kunnen configureren die een schrijfactie initiëren terug naar het corresponderende datapunt in het GBS. Dit i.s.m. de nieuw ontworpen IoT-gateway.



Hierboven een schematisch overzicht van de dataflow met de WKO-module.

De WKO-module is opgedeeld in 3, in serie geschakelde, modellen, te weten:

- Model voor het bepalen van de historische en actuele energiebalans van de WKO-installatie
- Model voor het bepalen van de geprognosticeerde energiebalans voor de resterende vergunde periode
- Model voor het bepalen van de nieuwe flow-setpoints voor de komende maand

Het resultaat van de historische en actuele energiebalans voedt het model voor het prognosticeren van de verwachte toekomstige energiebalans welke uitkomsten dan weer verwerkt worden in het model die verantwoordelijk is voor het bepalen van de bronflow.

Elk model levert weer data op die inzichtelijk kan worden gemaakt voor de gebruiker.

4.2.4 Implementatietest

Voor het testen van de WKO-module heeft Webeasy een dataset geleverd van historische data over een periode van ca. 3 jaar van een bestaand project met een WKO-installatie aangevuld met data uit het simulatiemodel van de Webeasy-GBS demo-omgeving.

De tests die uiteindelijk succesvol zijn uitgevoerd zijn tussen de Simaxx IoT-gateway en het Webeasy demo-GBS:

- Projectconfiguratie gekoppeld in Simaxx
- Inlezen van historische data o.b.v. CSV
- Doorrekenen van prognose-resultaten en uitvoer naar Excel
- Validatie van uitkomsten prognose-resultaten
- Verdere verfijning van het prognose-model
- Opnieuw testen incl. validatie
- Prognosewaarden wegschrijven in DB
- Setpoints opsturen naar GBS



4.3 WP 3 : GBS-KPI's module

Regelingen worden nu voornamelijk in de realisatiefase van een gebouw getuned. In de exploitatiefase verandert vaak het gebruik van een gebouw en degraderen bijvoorbeeld systeemcomponenten. Regelingen worden daar doorgaans niet op aangepast. Ten eerste omdat suboptimaal regelgedrag niet wordt opgemerkt en ten tweede omdat aanpassen tijdrovend is en een zeker kennisniveau vereisen. Door regelgedrag te vatten in regelindicatoren worden in Blueberry® afwijkingen snel zichtbaar. Aan de hand van deze regelindicatoren kan vervolgens het effect van een aanpassing eenvoudig worden getoetst zonder dat daarvoor veel kennis en ervaring nodig is.

4.3.1 Ontwerpen en implementeren van KPI's

Ten behoeve van het monitoren van de prestaties van een WKO-installatie voert het Simaxx platform analyses uit op de aangeboden data en geeft meldingen als de installatie niet efficiënt functioneert of als voorwaarden die bij de vergunningverlening zijn opgenomen, overschreden worden. Zo worden bijvoorbeeld de injectietemperaturen van de warmte en koude bron gecontroleerd, omdat dit parameters zijn die het rendement van het systeem mede bepalen. De module beoogt het optimaal functioneren en daardoor een optimale technische levensduur van de WKO-componenten. Zodoende wordt bijv. het frequent aan- en uitschakelen en pendelend gedrag van componenten inzichtelijk gemaakt. Dankzij de constante bewaking zal de installatie efficiënt functioneren en langer meegaan. Ook zullen de onderhoudskosten van de installatie afnemen.

Voor vergunningverlenende instanties is het name van belang dat de volgende KPI's van een WKO-installatie in kaart worden gebracht:

- Energielevering (MWh/maand)
 - Warmte- en koudelevering
- Hoeveel waterverplaatsing (m³/maand)
 - Warmte- en koudelevering
- Gemiddelde onttrekkings- en infiltratietemperaturen
 - Warmte- en koudelevering
- Min. en maximale piektemperaturen per maandag
 - Warmte- en koudelevering
- Spuiwater-hoeveelheid (m³/maand)
- Berekende productiviteit van de WKO-installatie (kWh/m³ per maand)

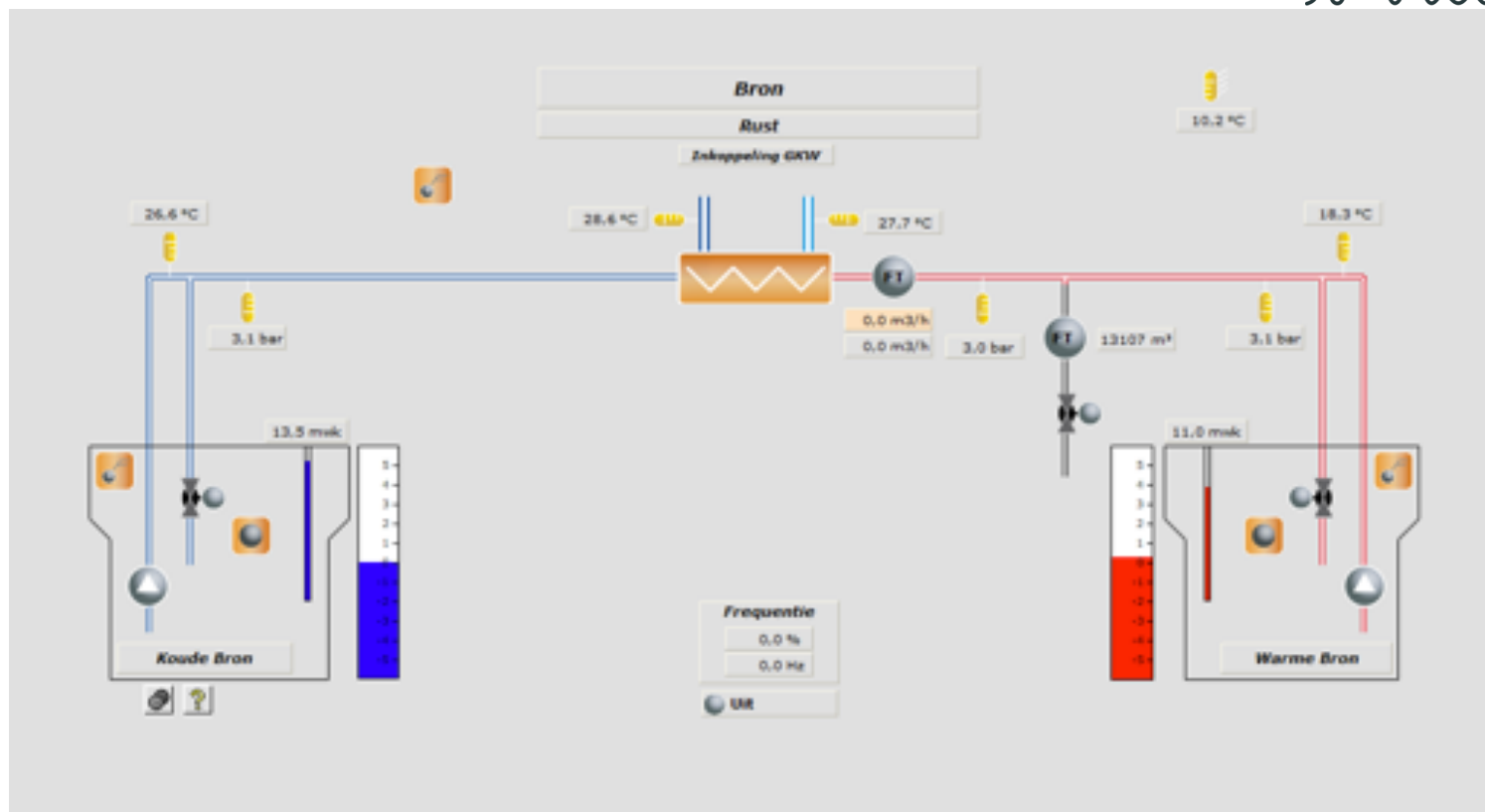
Deze KPI's worden uit de onderliggende GBS-data worden berekend.

4.3.2 Integratie userinterfaces en gebouwbeheersysteem

Ten behoeve van de presentatie en bediening aan de gebruikers van het Webeasy gebouwbeheersysteem is een zgn. WKO-besturingsmodule met bijbehorende user-interface ontworpen die inzage geeft in de actuele werking van de broninstallatie op lokaal (GBS) niveau. Met deze module, die toegevoegd kan worden aan bestaande Webeasy GBS-softwareinstallaties, kan de WKO GBS software zo geconfigureerd worden dat deze commando's (zoals setpoint verstelling) kan accepteren en verwerken afkomstig van het Simaxx-platform.

Hieronder een voorbeeld van de gebruikersinterface die bedoeld is voor (service-) technici. Het visualiseert op een abstracte manier de broninstallatie met daarin de meest belangrijke meetgegevens en KPI's. Zodoende kan de gebruiker in één oogopslag zien hoe de installatie er op elk moment voorstaat. Tevens kan er, handmatig, worden ingegrepen in de installatie mocht dit nodig zijn.





De keuze om sturingen toe te staan vanaf het Simaxx-platform dient expliciet te worden toegestaan door de beheerder van de WKO-installatie. Deze toestemming om de sturing 'remote' (via Simaxx) of 'lokaal' (Via GBS-software) te laten verlopen wordt geregistreerd door deze module (zie onderstaande afbeelding). Ten alle tijden kan de beheerder de toestemming voor sturing, voor onbepaalde tijd, intrekken.

In bovenstaand scherm zijn belangrijke indicatoren voor de actuele werking van de broninstallatie weergegeven. Voor de brondebietbesturing zijn de door Simaxx berekende setpoints weergegeven als 'Max. bronflow koudelevering/warmtelevering' weergegeven. Deze setpoints worden, indien geaccepteerd door WKO-besturingsmodule, omgezet naar effectieve setpoints die dan ook daadwerkelijk ingrijpen op de flow van de bron. Als een nieuwe setpoint-waarde van Simaxx wordt ontvangen door de module dan wordt deze waarde achtereenvolgens geregistreerd (Wat is de nieuwe waarde en wanneer heeft de verandering plaatsgevonden) en gecontroleerd op geldigheid. De waarde van het nieuwe setpoint dient zich nl. binnen een bepaalde minimale ondergrens en een maximale bovengrens te begeven. Bij onder- of overstijgen van deze waarden, die voor elke installatie weer anders kan zijn, wordt de waarde verworpen en zal de WKO-installatie op basis van het laatst geldige setpoint handhaven. Indien de waarde wel geldig is bevonden én de module is geactiveerd voor 'remote' sturing dan zal het nieuwe setpoint ook daadwerkelijk effectief worden.

Het effect van deze setpointveranderingen op de energielevering van de WKO-installatie worden geregistreerd door het GBS en door Simaxx, periodiek, opgevraagd. Hiermee sluiten we de regel-lus van het GBS naar Simaxx. Simaxx kan op deze manier dus het effect monitoren en aan de hand hiervan zijn nieuwe prognose hierop aanpassen.

4.3.3 Implementatietest

Voor het testen van de module is dezelfde demo-GBS-omgeving gebruikt als bij de communicatie-module. Deze GBS-software bevatte een implementatie van het Haystack-datamodel inclusief API volgens het Haystack-protocol alsmede een simulatiemodel van een gebouw met een fictieve WKO-installatie.

Ondanks dat de demo-omgeving geen echte WKO-installatie aanstuurde, was de verbinding en interactie tussen het Simaxx platform en Webeasy wél conform zoals we deze in een real-life omgeving zouden kunnen tegenkomen.

De tests die uiteindelijk succesvol zijn uitgevoerd zijn tussen de Simaxx en het Webeasy demo-GBS:

- Sturen van een waarde door Simaxx naar alle van belang zijnde WKO-module setpoints van Webeasy.
- Registeren van een setpoint-verandering
- Verwerken van de opgestuurde setpoints door controle op geldigheid van de waarden behorend bij de door de WKO-installatie geldende criteria
- Terugsturen en registeren van effectieve-setpoints t.b.v. WKO-module naar Simaxx
- Testen van WKO-besturingsmodule bij (onverwachte) communicatie uitval



4.4 WP 4 : Veldtest

Hieronder een uiteenzetting van de geselecteerde projecten en de daarbij uitgevoerde veldtesten.

4.4.1 Selecteren en inrichten infrastructuur testlocaties

Om het concept voor het (bij-)sturen van een WKO-installatie uit te werken hebben we de volgende criteria opgesteld:

- Minimaal 2 afzonderlijke reeds bestaande projecten
- Projecten moeten beschikken over een zgn. 'open'-bron installatie
 - Geen gesloten circuit maar bronwaterscheiding vindt plaats via aardlagen.
- De WKO-installaties moeten in onbalans zijn
 - Dit om het effect van bijsturen goed te kunnen waarnemen.
- Projecten zijn voorzien van een Webeasy-GBS die de procesmatige sturing van de WKO-installatie uitvoert.
- Voor minimaal één van de onbalans use-cases moeten er voldoende datapunten beschikbaar zijn voor de monitoring en sturing.

De consortium-partners kwamen elk met één project die voldoen aan de hierboven gestelde criteria.

4.4.1.1 KJC Heliomare te Heemskerk

Consortium partner Technisch Beheer Nederland BV (nader genoemd als TBN) droeg het project 'KJC Heliomare' te Heemskerk aan. TBN heeft dit pand nl. in onderhoud en is verantwoordelijk voor het operationele staat van de technische installatie van het gebouw.

Heliomare is een organisatie die voornamelijk in Noord-Holland actief is op het gebied van arbeidsintegratie, onderwijs, revalidatie, bewegen en sport.

Heliomare biedt op deze locatie onderwijs, sport- en revalidatiemogelijkheden voor kinderen en jongeren tot 20 jaar.

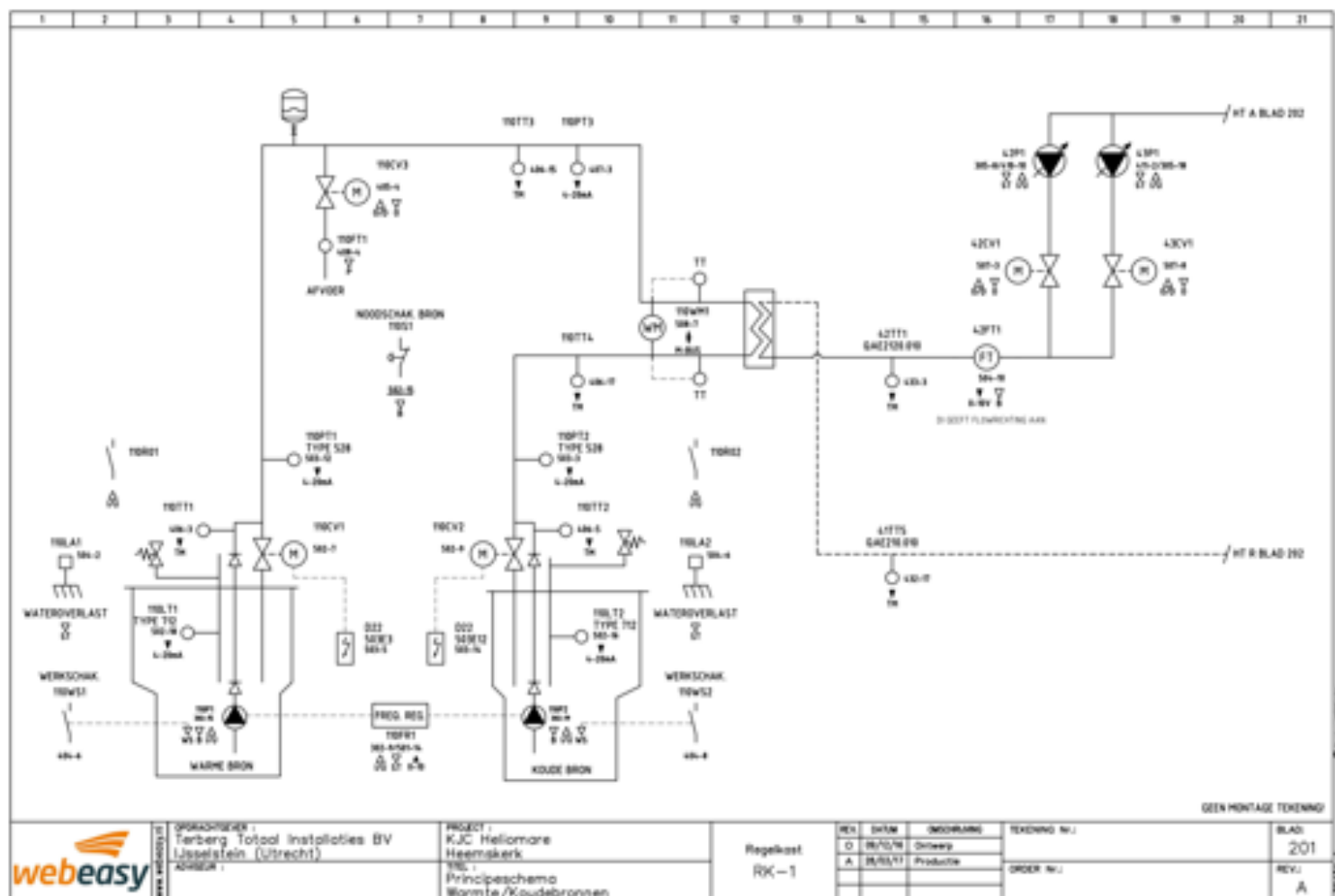


De WKO-installatie op deze locatie verkeert in onbalans en het Webeasy GBS biedt voor meer dan 3 jaar aan historische verzamelde data aan. Deze hoeveelheid is ruim voldoende om voorspellingen voor de energiebalans te kunnen afgeven.



Deze WKO-installatie biedt alleen ondersteuning voor het corrigeren van een energieonbalans volgens use-case 1B. (D.w.z. het beperken van de bronflow).

Hieronder een schematisch overzicht van de WKO-installatie met bijbehorende opnemers, kleppen, pompen ed.



Webeasy heeft voor aanvang van de veldtesten de GBS-software geüpgraded naar de laatste versie en geconfigureerd zodat het GBS ondersteuning biedt voor het accepteren van externe stuurcommando's van Simaxx.

4.4.1.2 Q-Port te Amsterdam

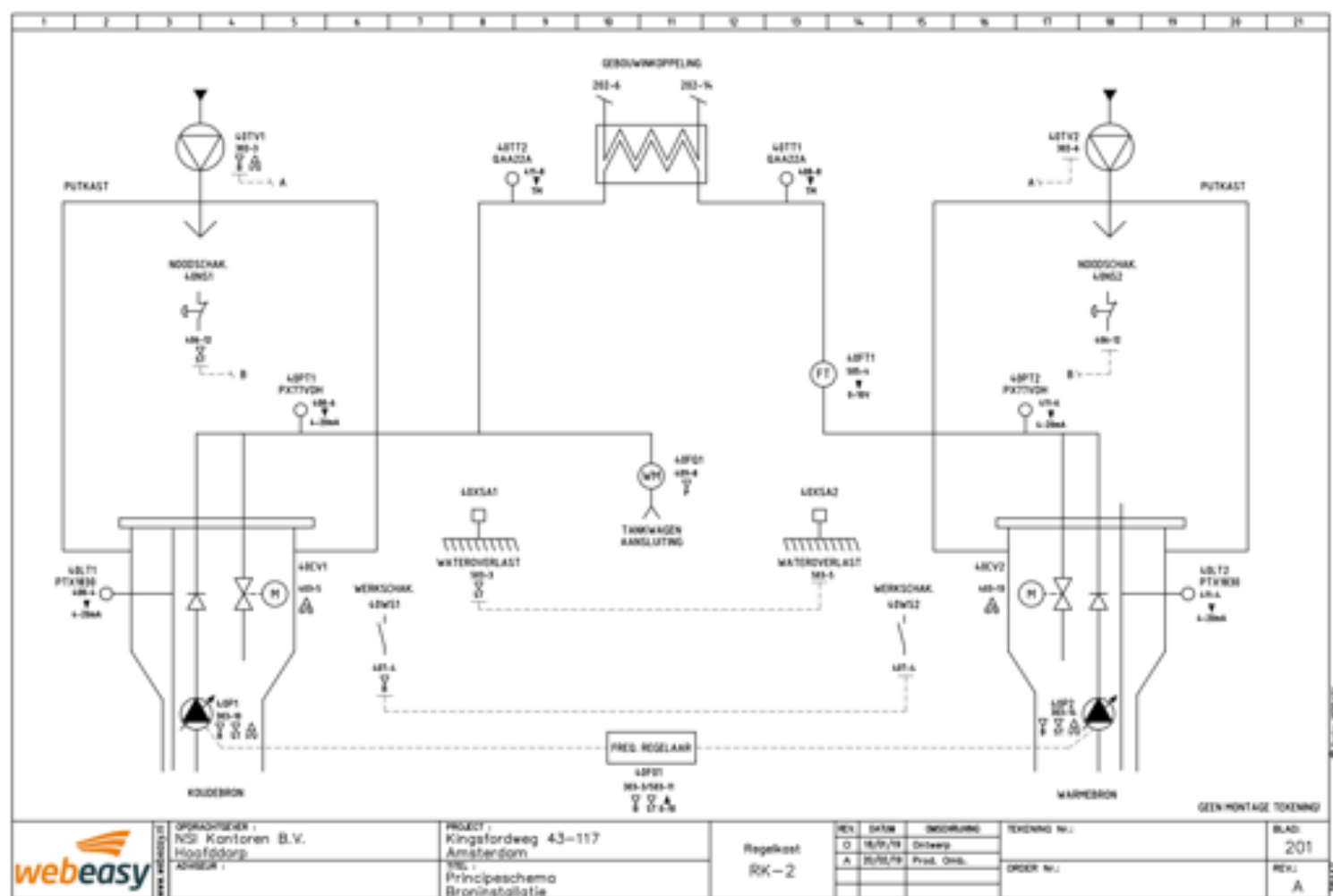
Consortium partner NSI Kantoren BV (nader genoemd als NSI) droeg het project 'Q-port' te Amsterdam aan. NSI heeft dit pand nl. in onderhoud en is verantwoordelijk voor het operationele staat van de technische installatie van het gebouw.

De bestemming van de locatie betreft een kantoorgebouw en kent meerdere huurders in het pand.



De WKO-installatie op deze locatie verkeert in onbalans en het Webeasy GBS biedt voor slechts een halfjaar aan historische verzamelde data aan. Deze hoeveelheid is helaas onvoldoende om, op dit moment, voorspellingen voor de energiebalans te kunnen afgeven. Hiervoor is minimaal 12 maanden aan data nodig. Wat wel kan is gedurende de aankomende periode deze installatie met de WKO-module verder te trainen en te testen op een goede werking. Verwacht wordt dat prognoses vanaf mei 2020 voor dit project afgegeven kunnen gaan worden. Deze WKO-installatie biedt alleen ondersteuning voor het corrigeren van een energieonbalans volgens use-case 1B. (D.w.z. het beperken van de bronflow).

Hieronder een schematisch overzicht van de WKO-installatie met bijbehorende opnemers, kleppen, pompen ed.



Webeasy heeft voor aanvang van de veldtesten de GBS-software geüpgraded naar de laatste versie en geconfigureerd zodat het GBS ondersteuning biedt voor het accepteren van externe stuurcommando's van Simaxx.



4.4.2 Referentietesten

De werkzaamheden zijn afgerond en de referentietests lopen sinds augustus 2019. Deze periode is helaas nog te kort om hieraan conclusies te kunnen verbinden.

In Q1/2020 verwachten we deze tests afgerond te hebben.

4.4.3 Validatietesten WKO-module

Validatietests met de WKO-module zijn nog lopende. We verwachten deze tests in Q2 van 2020 afgerond te hebben.

4.4.4 Validatietesten GBS-KPI's module

Sinds augustus 2019 is de datacommunicatie tussen het Webeasy GBS-systeem en het platform, voor beide projecten, in bedrijf. Tot op heden verloopt de data-flow vlekkeloos en zijn er op dit vlak geen problemen naar voren gekomen.

Hieronder een overzicht van de KPI's die nu al voor Project Heliomare zijn verwerkt door het Simaxx platform:

Heliomare

Heliomare WKO



	Waternverplaatsing		Energiehoeveelheden		Gemiddelde temperaturen				Piektemperaturen		Spulen	SPF	Productiviteit
Situatie:	W-Levering	K-Levering	W-Levering	K-Levering	W-Levering		K-Levering		W-Levering	K-Levering		Totaal	Totaal
Eenheid:	m³	m³	MWh	MWh	°C ont.	°C inf.	°C ont.	°C inf.	°C min.	°C max.	m³		kWh/m³
Ontwerp:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vergund:	-	-	-	-					-	-	-	-	
jan-18	11.414	0	14	0	12,3	13,2	-	-	10,6	-	-	-	1,21
feb-18	10.773	0	14	0	12,2	12,3	-	-	11	-	-	-	1,26
maa-18	14.778	0	18	0	12,4	18,5	-	-	10,8	-	-	-	1,21
apr-18	18.061	5	4	0	21	20,3	-	-	12,3	-	-	-	0,25
mei-18	17.460	3.821	4	22	22,9	20,4	18,8	21,5	12,5	21,5	-	-	1,22
jun-18	1.563	5.869	4	32	21,5	16,4	16,4	21,5	13,8	21,5	-	-	4,85
jul-18	133	8.052	1	48	21,5	15,6	15,6	21,5	13,7	21,5	-	-	6
aug-18	101	8.957	1	54	18,4	15,4	17,4	19,6	12,8	19,6	-	-	6,03
sep-18	452	5.419	2	30	19,4	16,6	16,6	19,4	11,3	19,4	-	-	5,42
okt-18	762	1.939	5	11	19	16,8	16,8	19	11,5	19	-	-	5,77
nov-18	4.593	640	31	4	17,8	12,4	12,4	17,8	10,4	17,8	-	-	6,66
dec-18	6.257	12	42	0	16,2	15,1	-	-	10,1	-	-	-	6,74
Totaal 2018	86.347	34.713	139	201	17,1	17,1	16,7	20,4	10,1	21,5	-		2,81
	121.060		340		T = 0		T = 3,8						



4.5 WP 5 : Uitwerking business-case en kennisdisseminatie

In dit hoofdstuk wordt de business case gepresenteerd als ook verslag van de kennis disseminatie.

4.5.1 Business-case

De business case wordt uitgewerkt conform de aanvraag in twee onderdelen, namelijk in de business canvas model en de business case, welke zijn beschreven in de navolgende paragrafen.

4.5.1.1 Business canvas model

In onderstaand figuur is de ingevulde business canvas model opgenomen.

Business Model Canvas for Blueberry



4.5.1.2 De business case

De business case is uitgewerkt aan de hand van de volgende opzet in de navolgende alinea's:

- Redenen
- Opties
- Voordelen
- Kosten
- Risico

Redenen

De toepassing van Blueberry is gelegen in het voorkomen van additionele kosten in de exploitatie van WKO. De essentie van de technologie is dat direct kan worden geanticipeerd op afwijkingen in de WKO-installaties in plaats van een constatering van onbalans rond de rapportage periode van 5 jaar waarbij de bron minimaal eenmaal in balans moet zijn geweest over die periode van 5 jaar. De consequenties (de daarmee gemoeide kosten zijn beschreven onder het kopje 'voordelen') die gemoeid gaan met het oplossen van de onbalans in dat geval zijn:

- boetes;
- advieskosten;
- energielasten voor in balans.

Opties

Blueberry is een op zichzelf staande softwareoplossing voor het optimaliseren van WKO-installaties. Deze uitvoeringsvariant van de technologie kent geen opties, wel is er sprake van voorwaarden waaraan moeten voldaan.

Voordelen

Het voordeel van de inzet van Blueberry is het voorkomen van het uiteindelijk uitschakelen van de WKO of substantiële kosten voor het in balans brengen van de installatie. In onderstaande calculatie is hiervan een inschatting gemaakt voor de pilotprojecten die onderdeel zijn van Blueberry.



Project	BlueBerry						
Onderwerp	Te maken kosten indien onbalans en verplichting in balans te komen.						
Datum	12 november2019						
Kostenstruutuur:							
1) Boete of aanschrijving balanceren:	Niet bekend en daarom buiten beschouwing gelaten						
2) Advieskosten:	Kosten WKO adviseur voor het maken van een plan van aanpak						
3) Gaskosten ten behoeve van in balans krijgen	Extra kosten aan gas omdat WKO installatie in winter niet ten volle kan worden benut.						
ad 1) Hoogte van een eventuele boete niet bekend. Bevoegd gezag heeft keuze boete of aanschrijving dat PvA geleverd moet worden							
ad 2) Inschatting kosten rapport: € 5.000,--. Dit is een inschatting op basis van ervaring							
ad 3) Deze kosten worden onderstaand berekend:							
Gebouwooppervlak				(BAG Viewer)			
Heliomare		32000	m2				
Kingsfordweg		39500	m2				
Gemiddeld		35750	m2				
Energieverbruik gebouw				(Rapport ECN)			
gasverbruik		8	m3/m2 gas/j				
Aandeel gasverbruik bij WKO				(rapport DWA)			
Normaal		85%	door WKO				
		15%	Gas				
Tijdens Correctie		30%	door WKO				
		70%	Gas				
Kosten gas	€	0,65	/m3				
Gaskosten normaal situatie	€	27.885,00					
Gaskosten tijdens correctie	€	130.130,00					
Extra kosten gas	€	102.245,00					
TOTALE KOSTEN							
1)	€	-					
2)	€	5.000					
3)	€	100.000					
	€	105.000					

Hier de link naar het ECN Rapport : [\[https://www.energievastgoed.nl/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nieuwe_benchmark_energieverbruik_utiliteit_simaxx.pdf\]](https://www.energievastgoed.nl/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nieuwe_benchmark_energieverbruik_utiliteit_simaxx.pdf)

Hier de link naar het DWA-IF Rapport : [\[https://www.bodemplus.nl/publish/pages/90235/onderzoek_criteria_energiebalans.pdf\]](https://www.bodemplus.nl/publish/pages/90235/onderzoek_criteria_energiebalans.pdf)

Kosten

De kosten van de inzet van blueberry op projectbasis excl. benodigdheden voor aanpassingen aan het GBS zijn voor een implementatie en abonnement:

- implementatie: € 3.500,-
- abonnement: € 3.500,-

Gaan we uit van de regelgeving betekent dit dat Blueberry een kosten a 50.000 euro per project bespaart voor een periode van 5 jaar. De investering voor Blueberry is per project voor een periode van 5 jaar 21.000 euro. Dit exclusief de basislicentie (20.500 euro voor een periode van 5 jaar) voor Simaxx waarmee de projectkoppeling wordt gerealiseerd en de jaarlijkse WKO rapportage wordt ingevuld; hierbij wordt dus niet actief gestuurd op aanpassing van het installatie functioneren.

Risico

Het risico van de inzet van de Blueberry is een tijdelijk verhoogd energiegebruik t.b.v. correctie als ook een mogelijk discomfort.



4.5.2 Kennisdisseminatie

Met het oog op kennisdeling in de markt zijn een heel aantal activiteiten ondernomen waarvan in dit hoofdstuk verslag wordt gedaan. Hoewel het project de werknaam Blueberry heeft is in de kennisdeling het opgehangen aan het 'empathisch' gebouwen. Een empathisch gebouw is de digitale service waarin de mensen centraal staat en geeft invulling aan het toenemend welbevinden van gebruikers en een verhoogde individuele performance mede door het automatiseren van tijdrovende en productieve taken als ook het automatisch aanpassen aan de behoefte van de gebruiker. Automatisch in deze betekent letterlijk zonder tussenkomst van de gebruiker. Dit dekt de lading van Blueberry en vinden we daarom terug als leidend thema in de beschrijving van de sessies en publicaties. In het navolgende zetten wij uiteen welke sessies hebben plaatsgevonden en welke publicaties zijn gemaakt. In totaal zijn zo'n 4.000 mensen direct bereikt over Blueberry en zo'n 30.000 mensen indirect.

BuildingG100 event 2019

De buildingG100 is het platform van de 100 grootste eindgebruikers van vastgoed in Nederland. Op hun 2-jaarlijks event hebben wij in de jaargang van 2019 op 3 oktober in totaal 3 sessies voor in totaal 60 toehoorders een presentatie gegeven over het empathisch gebouw waarin we het thema uit de doeken hebben de gedaan, use cases hebben gedeeld als ook nader toegelicht, de technologie hebben uitgewerkt en de resultaten plus hun randvoorwaarden hebben gedeeld. Op gelijktijdige informatiemarkt kon de toehoorder meer gedetailleerde informatie krijgen over het onderwerpen. Eindgebruiker als Canon Europe, ECT, Nouryon en DNB maakten hiervan gebruik door verder op het onderwerp in te gaan in de individuele gesprekken op diezelfde dag. In de presentatie is benoemd dat de ontwikkeling mede mogelijk gemaakt is door het RVO. Rondom deze sessie is ook op de sociale media, LinkedIn en Twitter aandacht aan dit onderwerp besteedt.



Eigen foto; Simaxx geeft aan een toehoorder nadere toelichting over het empathisch gebouw van de presentatie.



RVO benoemd in de aftiteling

Bits, bricks & behaviour 2019

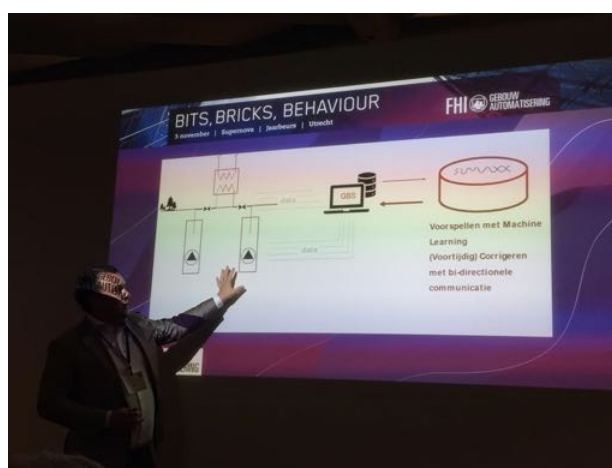
Bits, bricks & behaviour of het nationaal congres gebouwwautomatisering vind jaarlijks plaats en wordt georganiseerd van de federatie van technologiebranches. In de jaarbeurs in Utrecht vond in 2019 tezamen met het event Smart homes & intelligent building in het middagprogramma voor meer dan 70 toehoorders een presentatie over het empathisch gebouw gegeven. Ook hier is benoemd dat RVO deze ontwikkeling mede mogelijk gemaakt heeft en is rond het event gebruik gemaakt van de sociale media.



15.00 – 15.25	Danny de Laater, Belimo <i>Energy Valves: Connected Together</i>	Piet-Hein Speel, Aesthenergy <i>Stapsgewijs aardgasvrij met slimme gebouwautomatisering</i>	Wilfred van der Plas, Simaxx <i>GUIDING ENVIRONMENT: elk gebouw in de toekomst een empathisch gebouw</i>
--------------------------	--	---	--



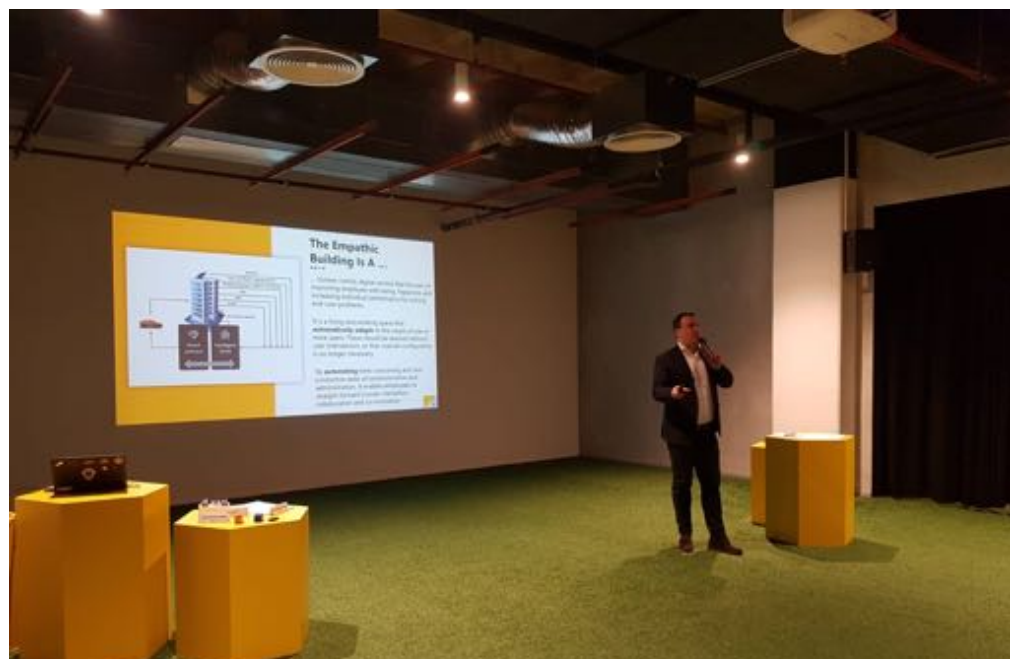
Uitleg van wat een foto empathisch gebouw is



Toelichting op de werking van Blueberry

2bsmart

Op 11 november is het initiatief 2bsmart gelanceerd bij het Lysk business center in Utrecht. Dit initiatief vanuit private personen opgestart streeft na om veel slimme wijze met contractvormen om te gaan, het zogenaamde smart contract. Contracten in software code opgeschreven waarvan elk event wordt weggeschreven op de blockchain. Tijdens de launch van dit initiatief is het empathisch gebouw presenteert.



Het empathisch gebouw nader toegelicht en Blueberry als technologie uitgelegd



Green retail academy

Het jaarlijkse green retail congres georganiseerd door het NRW, Nederlandse Raad Winkelcentra, stond op 26 november 2019 in het teken van kennis. Op het hoofdprogramma van die dag is als onderdeel van de innovatietrein het empathisch gebouw gepresenteerd aan vooraanstaanden in retail. Een mooie cross over aangelegenheid om het empathisch gebouw ook aan een aanpalende doelgroep te presenteren.

Programma

- > **14.30 uur** – Ontvangst
- > **15.00 – 16.00 uur** – Plenair gedeelte:
 - > Presentatie WUR als meest duurzame universiteit van de wereld
 - > Presentatie Albron over het The Green House initiatief in winkelgebieden
 - > Innovatietrein met 5 korte pitches van zeer inspirerende en praktische innovatieve oplossingen
 - > Presentatie Innovation Lighthouse; een initiatief van Redevco en The Student Hotel
- > **16.00 – 17.15 uur** – Keuze uit 6 verdiepingssessies met onderwerpen variërend van "how to – change management" tot green leases, casus Middelburg en Nijmegen en de visie van de bankensector.
- > **17.15 uur** – Afsluitende borrel



Het empathisch gebouw nader toegelicht en Blueberry als technologie uitgelegd

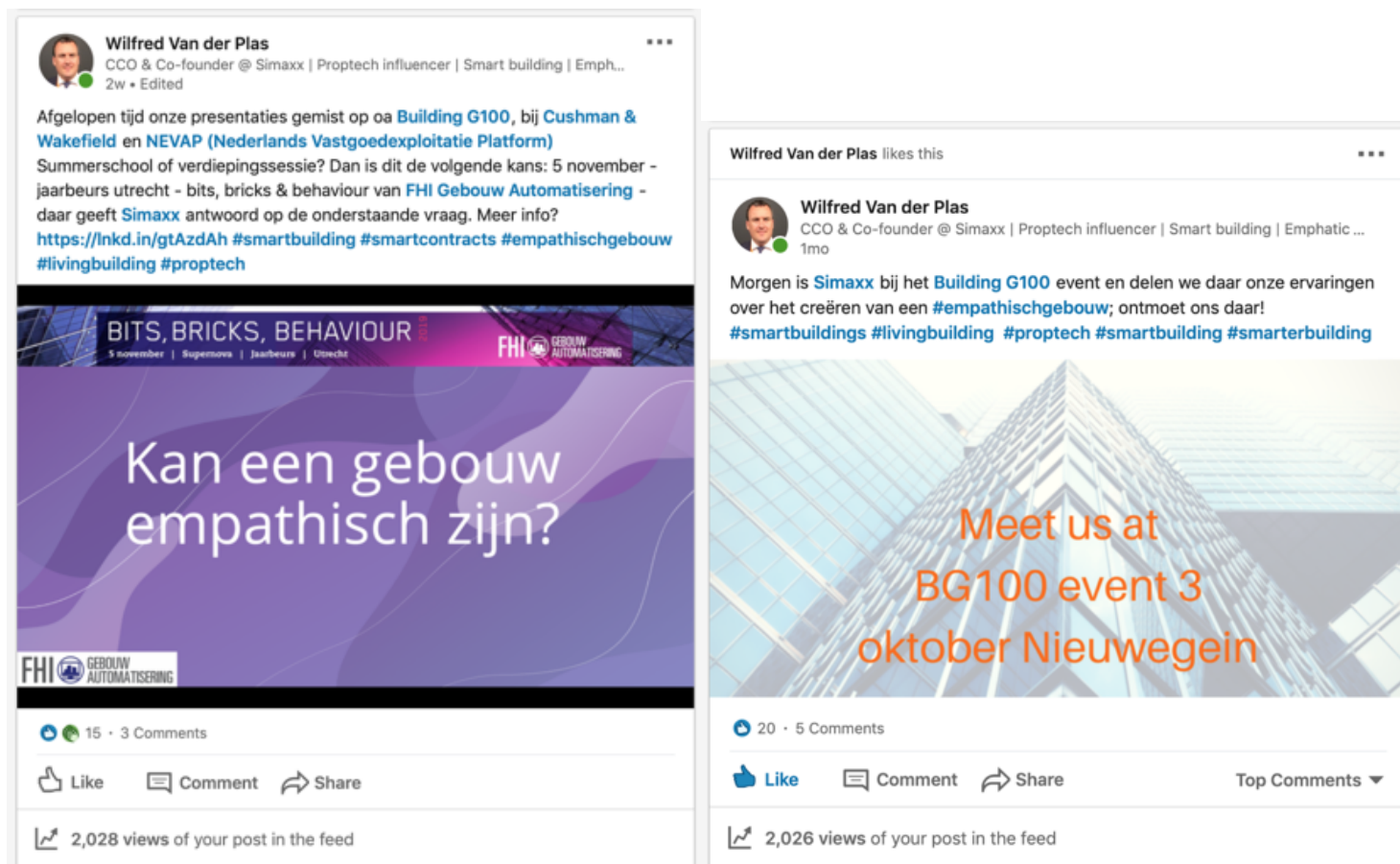
Bereik van de sessies

Met voorgaande sessies zijn 260 toehoorders direct bereikt. Indirect zijn dat er 15.250; hieronder verstaan we het totaal bereik op de sociale media en die het programma van de diverse sessies hebben gezien. In onderstaande tabel is hiervan een uitsplitsing gegeven.

Sessie	Direct bereik	Indirect bereik	Presentatie
BuildingG100 event 2019	60 van de in totaal 350 bezoekers	6.350	[https://www.slideshare.net/wfvanderplas/building-g100-empathische-gebouwen-3-oktober-2019]
Bits, bricks & behaviour	70 van de in totaal 1500 bezoekers	5.550	[https://fhi.nl/bitsbricksbehaviour/3674-2/]
Presentatie 2bsmart	30 bezoekers	1.450	[https://www.dropbox.com/s/room7zfrkri8vim/SMARTYS customer launch 11 nov 2019.pdf?dl=0]
Green retail academy	100 bezoekers	1.900	[https://www.slideshare.net/wfvanderplas/green-retail-academy-empathische-gebouwen-26-november-2019]
Totaal	260	15.250	



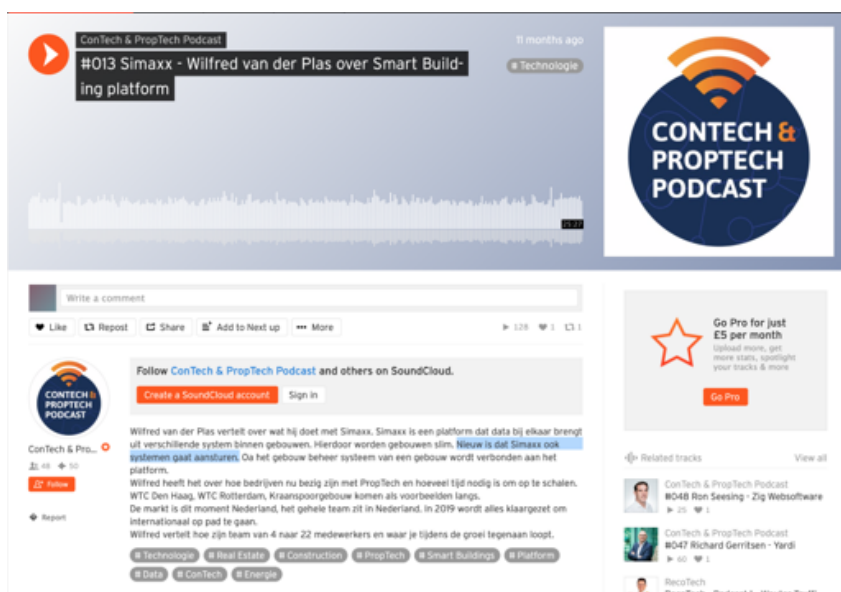
Van de grootste bereiken op sociale media zijn hieronder de weergaves opgenomen.



4.5.2.1 Publicaties

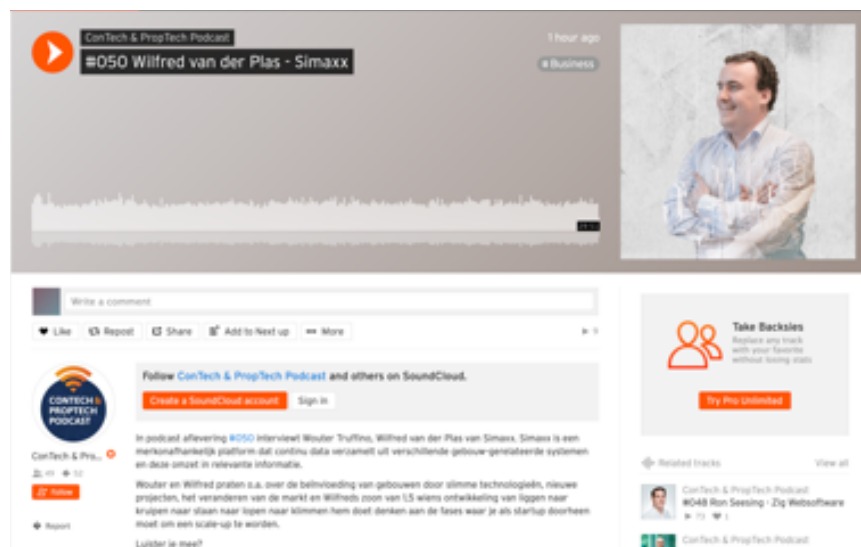
Holland ConTech en PropTech Podcast 2018

In een podcast opgenomen door Holland ConTech en PropTech is gesproken over Blueberry. Een ontwikkeling die in de podcast van 2018 nog in ontwikkeling was.



Holland ConTech en PropTech Podcast 2019

In een podcast opgenomen door Holland ConTech en PropTech is gesproken over Blueberry. Een ontwikkeling die in de podcast van 2019 toegepast is in 2 projecten.



Artikel TWVL

Naar aanleiding van de presentatie op Bits, bricks & behaviour 2019 heeft de hoofdredacteur van TWVL Magazine (Harmen Weijer) gevraagd een artikel over het onderwerp te schrijven. Dit is in de maak en gaat daarna naar de redactieraad ter voorbereiding op publicatie. Wij zullen u t.z.t. een kopie van het artikel toezenden.

Bereik van de publicaties

Met voorgaande publicaties zijn 3.429 lezers direct bereikt. Indirect zijn dat er 20.900; hieronder verstaan we het totaal bereik op de sociale media en die het programma van de diverse sessies hebben gezien. In onderstaande tabel is hiervan een uitsplitsing gegeven.

Sessie	Direct bereik	Indirect bereik	Publicatie
Holland ConTech & PropTech podcast 2018	128	2.850	[https://soundcloud.com/contechprotechpodcast/013-simaxx-wilfred-van-der-plas]
Holland ConTech & PropTech podcast 2019	101	2050	[https://soundcloud.com/contechprotechpodcast/simaxx-podcast-50]
Artikel TWVL magazine januari 2020	3.200	16.000	Kopij datum 16 december; uitgave no. 1 2020
Totaal	3.429	20.900	



5 Resultaten

Veldtests zijn aangevangen in augustus 2019. Hierdoor is het helaas te vroeg om, op dit moment, conclusies te kunnen trekken of voor beide projecten het beoogde resultaat, nl. het herstellen van de energiebalans, effect heeft gesorteerd.

Alhoewel voor project Heliomare al wel, door het platform, prognoses over de energiebalans zijn berekend met bijbehorende nieuwe setpoints voor de bronflow zijn vastgesteld, zijn laatstgenoemde setpoints nog niet verwerkt in de daadwerkelijke installatie. De bedoeling is dat als we over meer maanden het prognosemodel nog steeds dezelfde goede resultaten geeft volgens ons simulatiemodel wij en beheerder van de WKO-installatie voornemens zijn om de remote-besturing in Q1 van 2020 willen activeren.

Project Q-port heeft op dit moment nog te weinig data waarmee we nog geen prognoses over de energiebalans kunnen afgeven. Verwachting is dat we dit wel vanaf medio mei 2020 kunnen gaan doen. We beschikken dan over minimaal een jaar aan data voor dit project waardoor we een goed beeld hebben van de installatie over 4 afzonderlijke seizoenen.

5.1 Spin-off

Binnen het Simaxx-platform worden, op dit moment, al vele 10-tallen WKO-installaties gemonitord. Daarvan is het overgrote deel, op dit moment, nog niet geschikt voor 2-weg communicatie met het GBS. Hierdoor kunnen wij daarom vooralsnog niet automatisch ingrijpen in deze installaties. Het is de intentie van Simaxx om voor dit soort installaties een dienst aan te bieden waarbij de geprognostiseerde resultaten van de bronbalans periodiek gerapporteerd zal worden, eventueel aangevuld met een advies om de setpoints voor de bronflow van de warmte- en koudelevering, handmatig in het GBS, aan te passen aan de waarden die Simaxx hiervoor afgeeft. Zodoende kunnen we toch WKO-beheerders helpen bij het geoptimaliseerd houden van hun broninstallatie.

Simaxx is ook voornemens om de bovenstaande use-case verder te verfijnen, door het uitbreiden van de parameters, zodat meer typen WKO-installaties ondersteunt kunnen worden en er meer mogelijkheden ontstaan om de energiebalans, evt. versneld, te kunnen herstellen. Te denken valt bijv. aan het kunnen inschakelen van koeling- en bronregeneratieprocessen.

Daarnaast zien wij verschillende andere casussen die wij met de in dit project ontwikkelde software kunnen aanpakken. Hieronder een kleine greep:

- Laden en ontladen van buffers op basis van weersvoorspelling
- Vervroegd starten van [betonkernactiveringsprocessen](http://www.joostdevree.nl/shtmls/betonkernactivering.shtml) [http://www.joostdevree.nl/shtmls/betonkernactivering.shtml] o.b.v. weersvoorspelling
- Vrijgave/Blokkering van warmtepompen o.b.v. voorspelde buitentemperatuur.



6 Conclusies en aanbevelingen

Hieronder een uiteenzetting van de getrokken conclusies en aanbevelingen.

6.1 Conclusies

We kunnen het volgende concluderen:

- Door het mogelijk te maken om vanuit het Simaxx platform ook verstellingen te kunnen plegen in de GBS-software kan er volautomatisch worden ingegrepen.
- De technologie kan ook, met terugwerkende kracht, op reeds bestaande projecten binnen het Simaxx platform worden toegepast
- De technologie is GBS productonafhankelijk toepasbaar echter volautomatisch sturen vanuit het platform vereist wel een GBS met een open-communicatiestandaard geschikt voor het uitlezen van historische gegevens en het versturen van verstellingen.
- Een platform zoals dat van Simaxx vervangt het GBS niet maar vult deze juist aan
 - GBS, 1^e lijns toepassen bij kortlopende processen.
 - Simaxx, 2^e lijns toepassen voor langdurige processen.
- Inzet van een platform zoals Simaxx kan, naast het detecteren van een probleem, ook actief bijdragen om problemen automatisch te verhelpen of zelfs voorkomen dat deze problemen gaat vertonen.

6.2 Aanbevelingen

De casus die wij in dit project behandeld hebben is bedacht door mensen. Het lijkt ons het onderzoeken waard om te zien of en hoe Machine-Learning technologie succesvol kan worden ingezet om volautomatisch op GBS-installaties in te grijpen. Met name voor casussen waarvan wij als mens nog niet eerder aan hadden gedacht.



7 Vermeldingen

Digitale kopieën van dit document kunnen gratis worden verstrekt indien u een mail stuurt naar: info@simaxx.com

Indien u aanvullende informatie wenst kunt u contact opnemen met:

- Technisch
 - Ronald Breijer
 - Product manager bij Simaxx BV
 - Email : r.breijer@simaxx.com
- Sales
 - Wilfred van der Plas
 - Sales manager bij Simaxx BV
 - Email : w.vander.plas@simaxx.com

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.