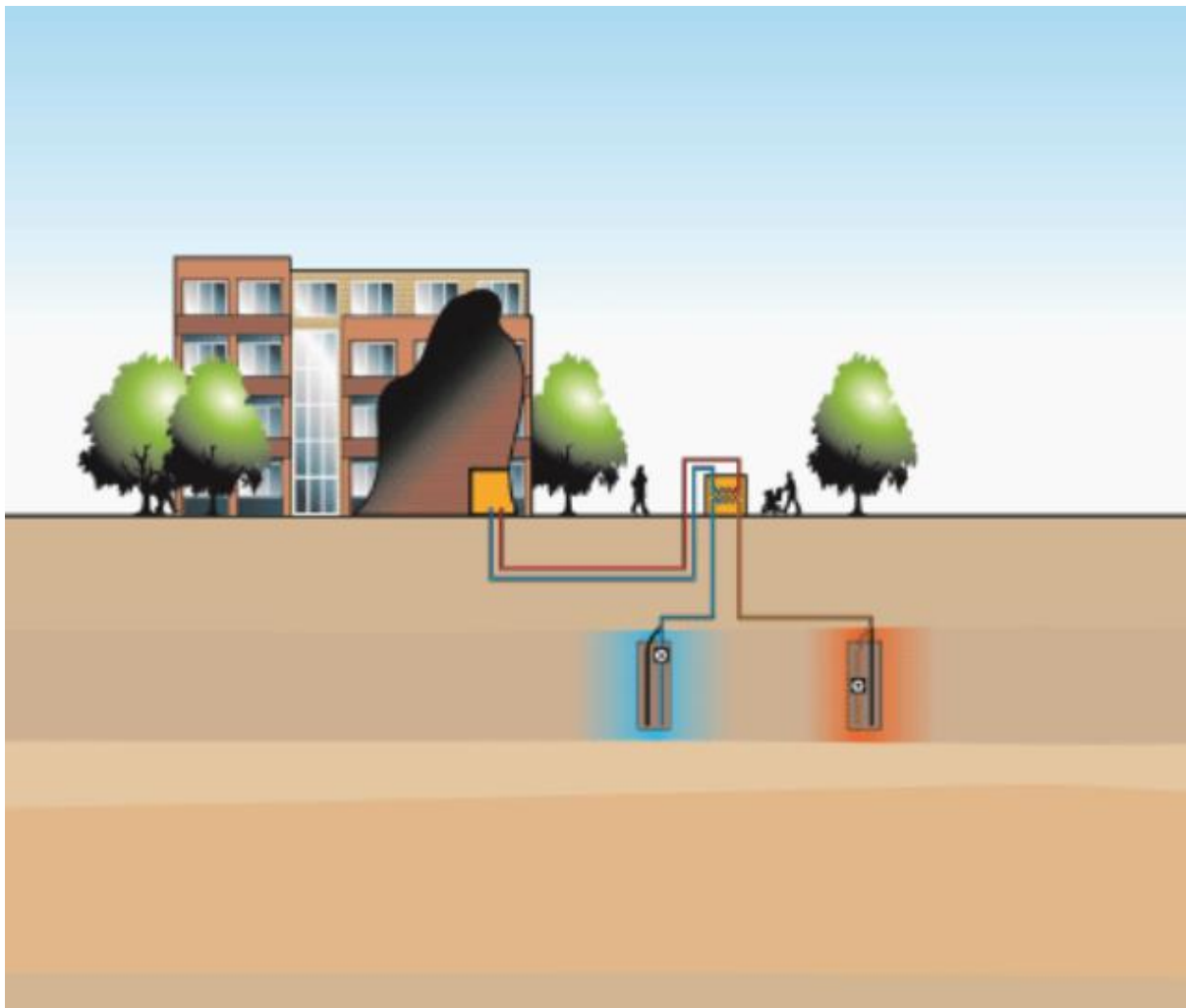


Ontwerpen van MoBaMoBES monitoringstool

Rekenen met uur-waardes, evalueren op 24 uur-basis.



Naam: Floris Hoppenbrouwer
Studentnummer: 1682912
Docentbegeleider: Wilko Planje (HU)
Bedrijfsbegeleider: Lambert den Dekker (DWA)

Datum: 14-10-2018

Versie: 1.0

"Het bestuur van de Stichting Hogeschool Utrecht te Utrecht aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor schade voortvloeiende uit het gebruik van enig gegeven, hulpmiddel, werkwijze of procedure in dit verslag beschreven. Vermenigvuldiging zonder toestemming van de auteur(s) en de school is niet toegestaan. Indien de Afstudeerhandleiding IED 2018-2019 Institute for Engineering & Design 30 van 41 afstudeerwerk in een bedrijf is verricht, is voor vermenigvuldiging of overname van tekst uit dit verslag eveneens toestemming van het bedrijf vereist."

Voorwoord

Voor u ligt mijn afstudeerrapport met als onderwerp, het ontwerpen van een Model gebaseerd Monitoringtool voor bodemenergiesystemen (MoBaMoBES).

Deze afstudeerscriptie moet aantonen dat ik aan de gestelde competentie van de titel B.ENG voldoe volgens de opleiding Werktuigbouwkunde aan de Hogeschool Utrecht.

Dit rapport is uitsluitend geschreven voor de beoordelaars en de begeleiders van het afstuderen. Echter, heb ik zo geschreven dat geïnteresseerde met minder technische kennis over WKO's dit rapport ook kan begrijpen.

Graag zou ik mijn dank willen uitspreken voor de begeleiding die ik heb mogen ontvangen van Wilko Planje, op het gebied van inhoudelijk technische ondersteuning, de data-analyse en de procesbegeleiding. Dank ook aan Lambert den Dekker voor de technische inhoudelijke kennis van de WKO systemen en de bedrijfsbegeleiding.

Bodegraven, oktober 2018

Floris Hoppenbrouwer

Samenvatting

De noodzaak voor verduurzaming is zeer actueel in Nederland. De techniek achter bodemenergiesystemen (BES) is een bewezen en veelbelovend. Echter, door slecht beheer tijdens de gebruiksfase van deze systemen is er discussie ontstaan over de toegevoegde waarde van deze systemen. Vanuit het Consortium MoBaMoBES (Model-Gebaseerd Monitoring Bodem Energie Systemen) is er een afstudeeropdracht geïnitieerd om een monitoringstool te ontwikkelen voor open bodemenergiesystemen, ook wel WKO genoemd (Warmte Koude Opslag).

In dit rapport wordt antwoord gegeven op de vraag:

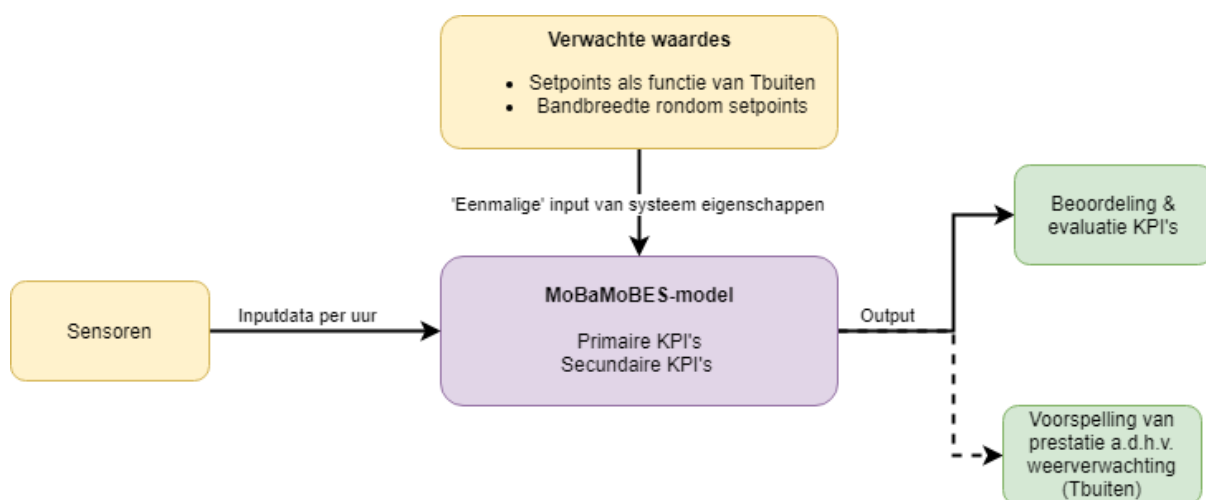
Is het mogelijk om een 'model-gebaseerde' monitoringstool voor bodemenergiesystemen te ontwikkelen, waarmee prestatie-indicatoren met bijbehorende bandbreedte, die de eindgebruiker inzicht kan geven in de prestaties van het bodemenergiesysteem?

Er is als gedaan naar de werking van een BES. Vervolgens is er bepaald welke prestatie-indicatoren, incl. rekenmethodiek, nodig zijn om het presteren van het BES inzichtelijk te maken. Hieruit is een lijst gekomen die de eindgebruiker inzicht geeft in het presteren van het BES.

Om te onderzoeken of het mogelijk is om een model te ontwikkelen voor het monitoren van BES zijn er vergelijkingen (+ beoordeling) tussen verwachte en gemeten waarden bij de KPI's opgesteld. Om het MoBaMoBES-model tot stand te laten komen en te testen is gebruik gemaakt van een casus. De casus is een operationeel BES, waarvan historische data uit 2016 is gebruikt.

Uit een Excel-simulatie van het MoBaMoBES-model is gebleken dat meetgegevens met een tijdsinterval van 1 uur te veel ruis geven om valide uitspraak te kunnen doen over het presteren van het BES. Gemiddelde meetgegevens over 24 uur geven een valide weergave van het presteren van het BES. Deze meetgegevens kunnen middels het MoBaMoBES-model worden beoordeeld, zonder de eindgebruiker (onnodig) veel foutmeldingen te geven. Dit is bepaald met een bandbreedte van een gemiddelde procentuele afwijking op basis van 0.5 sigma.

Er kan met het MoBaMoBES-model, op basis van de weersverwachting, een inschatting worden gemaakt van de prestaties van het BES, waardoor de bodembalans predicatief bepaald kan worden.



Als aanbevelingen uit dit rapport zijn de volgende punten bepaald:

- Rekenen met uurwaardes, evalueren op 24 uur-basis
- Er dient verder onderzoek gedaan te worden naar de bandbreedte van de verwachte waardes, gebaseerd op meerdere (goed presterende) BES.
- De thermische energievraag vanuit het gebouw en de levering vanuit de ondergrond apart detail te onderzoeken, om er voor te zorgen dat het monitoren van het BES nauwkeuriger uitgevoerd kan worden.
- Ontwerpwaardes (verwachte waardes) voor de set minimaal vereiste sensoren die buitentemperatuurafhankelijk zijn, dienen bij het configureren van de monitoringstool aanwezig te zijn.
- Bij toekomstige projecten moet er voldaan worden aan de set van minimale gelogde sensoren. Op deze casus is het niet mogelijk geweest om alle KPI's te monitoren door het missen van sensorgegevens.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
2	Projectdefinitie monitoringstool MoBaMoBES.....	2
2.1	Projectachtergrond MoBaMoBES	2
2.2	Belang van het MoBaMoBES project	2
2.3	Probleemstelling	2
2.4	Doelstelling	2
2.5	Hoofdvraag.....	3
2.6	Scope en afbakening	3
2.7	Werkpakketen MoBaMoBES.....	3
2.8	Stakeholder consortium MoBaMoBES.....	4
2.9	Projectorganisatie	5
2.10	Deelvragen	6
2.11	Eindproducten.....	7
2.12	Projectaanpak afstudeerscriptie MoBaMoBES.....	8
2.13	Eerste Programma van Eisen m.b.t. inzichtelijk maken van presteren BES.....	10
3	Analyse van bodemenergiesystemen	11
3.1	Werking van een bodemenergiesysteem	11
3.2	ISSO Basisconcept 3.3, maximale functionaliteit.....	13
4	De Key Succes Factor van model gebaseerde monitoring BES	19
4.1	Key Performance Indicators.....	19
4.2	Rekenmethodiek van de KPI's.....	20
4.3	Minimale set aan vereiste sensoren	25
4.4	Programma van Eisen m.b.t. het MoBaMoBES-model	26
5	Werking van model gebaseerde monitoring m.b.v. casus.....	28
5.1	MoBaMoBES-Model.....	28
5.2	Het casusobject.....	28
5.3	Historische data analyse	29
5.4	Missende data.....	30
5.5	Achterhalen van niet gelogde data punten	30
6	Monitoring op basis van het MoBaMoBES-model.....	33
6.1	Verwachte waarden op basis van gelogde data.....	34
6.2	Bepaling bandbreedte en vereenvoudigde afhankelijkheden.....	35
6.3	Evalueren over een langere periode.....	38
6.4	Simulatie van het model middels Excel.....	40
6.5	Toevoeging aan Programma van Eisen	44

6.6	Processchema van het ontwerpen van het MoBaMoBES-model	45
7	Ontwerpen van monitoring m.b.v. Delft- FEWS	46
7.1	Ontwerpkeuzes voor GUI in FEWS.....	47
7.2	Configureren van FEWS	49
8	Toetsing van MoBaMoBES-model & monitoring	50
8.1	Weergave van de FEWS monitoringstool	50
8.2	Toetsing van het PvE	51
9	Conclusie & aanbevelingen.....	54
9.1	Conclusie	54
9.2	Aanbeveling.....	55
9.3	Discussie.....	55
10	Begrippenlijst	56
11	Bibliografie	57
12	Bijlagen overzicht.....	59
Bijlage 1.	Minimaal benodigde gegevens gebouwinstallatie	
Bijlage 2.	Afstemming met ondergrondse installatie	
Bijlage 3.	Leeswijzer Functioneel Ontwerp [WP1]	
Bijlage 4.	Principeschema Casusobject: gemeentekantoor.....	
Bijlage 5.	Regeltechnische beschrijving Casusobject.....	
Bijlage 6.	Technische gegevens Carrier Aquasnap RW30 - 110.....	
Bijlage 7.	Technische gegeven Remeha Quinta Pro 115	
Bijlage 8.	Verwachte waarde + secundaire KPI simulatie.....	
Bijlage 9.	Meetnauwkeurigheid.....	

1 Inleiding

De noodzaak voor verduurzaming is zeer actueel in Nederland. De techniek achter bodemenergiesystemen (BES) is een bewezen en veelbelovend. Echter, door slecht beheer tijdens de gebruiksfase van deze systemen is er discussie ontstaan over de toegevoegde waarde van deze systemen. Vanuit het Consortium MoBaMoBES (Model-Gebaseerd Monitoring Bodem Energie Systemen) is er een afstudeeropdracht geïnitieerd om een monitoringstool te ontwikkelen voor open bodemenergiesystemen, ook wel WKO genoemd (Warmte Koude Opslag). Deze afstudeeropdracht heeft plaatsvinden bij het energieadviesbureau DWA, te Bodegraven, in het team Energie. Het project MoBaMoBES valt onder de TKI Urban Energy: Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) in de Topsector Energie.

Het afstudeerproject zal antwoord geven op de volgende vraag:

Is het mogelijk om een 'model-gebaseerde' monitoringstool voor bodemenergiesystemen te ontwikkelen, waarmee prestatie-indicatoren met bijbehorende bandbreedte, die de eindgebruiker inzicht kan geven in de prestaties van het bodemenergiesysteem?

Dit zal onderbouwd worden op basis van een analyse van gemeten data van een casusobject, een gemeentekantoor in het zuiden van Nederland. Er zal voor het monitoren een tool in Delft-FEWS worden ontwikkeld op basis van het Functionele Ontwerp uit het consortium MoBaMoBES.

De monitoringstool zal worden geconfigureerd naar het toepasbaar zijn voor het casusobject, waar een pilot op zal worden uitgevoerd om de werking van de monitoringtool aan te tonen. Doordat de gemeten data ruis heeft is het van belang om in kaart te brengen vanaf welke tijdreeks er een valide uitspraak gedaan mag worden over de prestaties van de energiecentrale.

Allereerst zal er in hoofdstuk 2 worden begonnen met het in kaart brengen van de projectachtergrond en zullen de hoofd- en deelvragen worden benoemd. Daarna worden de projectaanpak, middels het V-model, en een processchema gevisualiseerd.

Vervolgens zal in hoofdstuk 3 de werking van een bodemenergiesysteem worden toegelicht om zo de benodigde prestatie-indicatoren te kunnen achterhalen. Hieruit zal een lijst met twee gradaties KPI's komen, die in hoofdstuk 4 staan toegelicht. Om de KPI's te berekenen is een set van minimaal vereiste sensoren opgesteld. Aan de hand van de lijst met KPI's zal er in hoofdstuk 5 worden gekeken hoe het MoBaMoBES-model (vergelijking tussen verwachte en gemeten waardes van KPI's, als functie van de buitentemperatuur) vastgesteld kan worden middels een casus. Bovendien zal naar de systeemeigenschappen worden gekeken, samen met de historische data die is verkregen. Niet gelogde sensoren die wel vereist zijn, zijn geprobeerd bij benadering te achterhalen. In hoofdstuk 6 zal er een lijst met verwachte waardes worden ontworpen, samen met de bandbreedtes rondom de setpoints van de gemeten sensoren. Vervolgens is er met de verwachte waardes en bandbreedten gekeken naar de kwaliteit van de monitoring (vergelijkingsresultaten), waarna twee iteratieslagen zijn gemaakt, met betrekking tot de tijdsinterval van het evalueren en de bandbreedte rondom de verwachte waardes. Als onderdeel van het afstudeertraject, maar niet expliciet voor dit rapport, zal de implementatie naar Delft-FEWS kort worden behandeld. Wel zal hier een ontwerpkeuze worden weergegeven voor het implementeren van de weergaven van de KPI's (GUI).

In hoofdstuk 7 zal er aan het programma van eisen worden getoetst om te bepalen of er voldaan is aan de opdracht en de klantwensen.

Als laatste hoofdstuk zal een conclusie worden gepresenteerd, samen met de aanbevelingen en discussie die uit het onderzoek naar voren zijn gekomen.

2 Projectdefinitie monitoringstool MoBaMoBES

In dit hoofdstuk zal worden toegelicht hoe en waarom deze afstudeeropdracht tot stand is gekomen en waar deze zich bevindt in het consortium van MoBaMoBES.

2.1 Projectachtergrond MoBaMoBES

Vanuit het consortium MoBaMoBES (Model Bases Monitoring Bodem Energie Systemen) is er een afstudeeropdracht geïnitieerd om een monitoringstool te ontwikkelen voor Bodem Energie Systemen, ook wel WKO genoemd (Warmte Koude Opslag). De afstudeeropdracht zal plaats vinden in het energieadviesbureau DWA, te Bodegraven, binnen het team Energie.

Het project MoBaMoBES valt onder de TKI Urban Energy: Topconsortium voor Kennis en Innovatie(TKI) binnen de Topsector Energie. Dit is een stichting met een netwerk van bedrijven en kennisinstituten met een bestuur en een programmabureau.

2.2 Belang van het MoBaMoBES project

De noodzaak voor verduurzaming en het gasvrij maken van de gebouwde omgeving is zeer actueel in Nederland. De techniek achter BES is bewezen en veelbelovend. Echter, door problemen tijdens de gebruiksfase is er discussie ontstaan over het beheer van deze systemen.

2.3 Probleemstelling

Door gebouwbeheerders en eindgebruikers wordt vaak geconstateerd dat de WKO-systemen suboptimaal presteren. De omgevingsdienst Haaglanden heeft in 2016 voor de regio Zuid-Holland en de gemeente Den Haag een verkenning laten doen naar 42 systemen voor kantoren en tuinders. Daarbij bleek dat slechts een klein deel (27%) het predicaat goed kon krijgen, 46% werkte suboptimaal en 27% was te labelen als 'slecht' (Omgevingsdienst Haaglanden, 2017). Het Gebruikersplatform Bodemenergie liet in 2014 een vergelijkbare conclusie zien met een onderzoeksrapport waarin naar voren kwam dat maar 15% van de bodem-energiesystemen in de regio Amsterdam redelijk tot goed werkte.

Uit deze studies komt onder andere naar voren dat het ontbreekt aan:

- goede jaarlijkse energiebalans op de ondergrond
- ondanks voldoende frequente monitoringmogelijkheden (10x per uur) van relevante prestatieparameters, wordt er onvoldoende gemonitord
- inzicht in verwachte prestaties
- voldoende vrijheidsgraden voor optimalisatie van setpoints voor temperatuur en flows
- professioneel beheer op het Gebouw Beheer Systeem (GBS)
- mogelijkheid te moduleren naar bezettingsgraad
- onderhoud voor de doorlaatbaarheid van de filters

2.4 Doelstelling

Het doel is om een gevalideerde werkwijzer te bepalen (model), waarmee prestatie-indicatoren inzicht geven voor de eindgebruiker (niet ingenieur) in de prestaties van het BES. Daarbij moet het op termijn mogelijk zijn om, naar het monitoren van de indicatoren, ook een voorspelling te doen t.a.v. gewenste instellingen voor een optimaal BES-beheer. De prestatie-indicatoren zullen deels gebaseerd zijn op de bevindingen uit werkpakket 1 van het MoBaMoBES-consortium (pagina.3).

De bevindingen van dit rapport zullen aanbevelingen geven voor het configureren van de monitoringstool en interpretatie met meetgegevens voor in de FEWS-applicatie.

2.5 Hoofdvraag

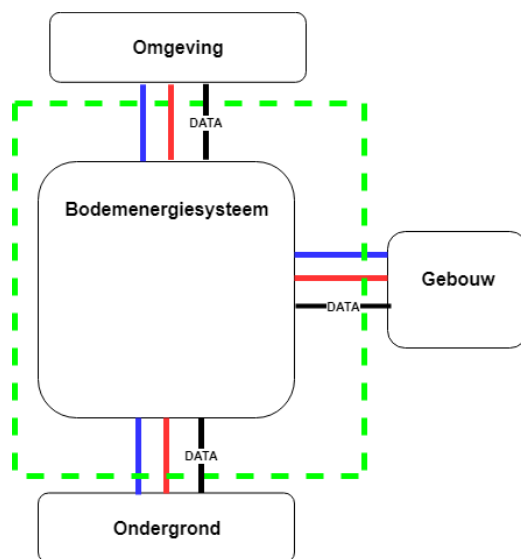
Dit rapport zal antwoord geven op de volgende vraag:

Is het mogelijk om een 'model-gebaseerde' monitoringstool voor bodemenergiesystemen te ontwikkelen, waarmee prestatie-indicatoren met bijbehorende bandbreedte, die de eindgebruiker inzicht kan geven in de prestaties van het bodemenergiesysteem?

De hoofdvraag zal ondermeer ondersteund worden door deelvragen die betrekking hebben tot het valideren, testen en vergelijken van de prestatie-indicatoren d.m.v. een ontworpen Excel-spreadsheet met de bijbehorende rekenmethodiek.

2.6 Scope en afbakening

Het onderzoek zal ingaan op de prestatie-indicatoren met betrekking tot de energiecentrale van het BES. Het in kaart brengen van thermische energievraag van het gebouw of het aanbod van de ondergrond zal niet worden behandeld in dit rapport, zie Figuur 2-1.



De businesscase van het MoBaMoBES project zal niet worden behandeld in dit rapport.

In dit project zal een monitoringstool in FEWS worden geconfigureerd. FEWS is een platform dat is ontwikkeld door een non-profit organisatie, Deltares. Dit platform heeft een minimale input aan gegevens uit sensoren nodig om deze om te zetten naar prestatie-indicatoren en deze grafisch weer te geven. Er zal op functioneel niveau gekeken worden hoe de Graphical User Interface (GUI) van FEWS ontwikkeld moet worden, zodat deze geschikt is voor de pilot die uitgevoerd al worden.

Figuur 2-1: Scope afstudeerproject MoBaMoBES

2.7 Werkpakketen MoBaMoBES

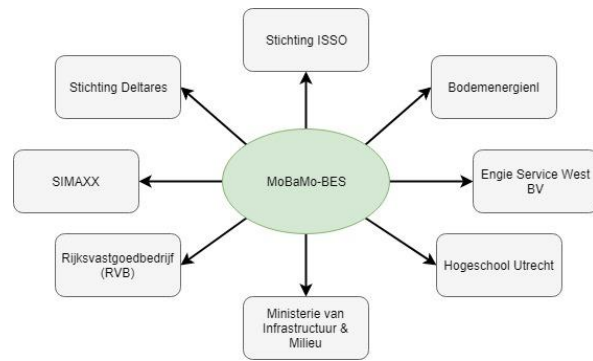
Dit afstudeertraject valt, zoals eerder benoemd, binnen het MoBaMoBES project. Het MoBaMoBES project is verdeeld in zes werkpakketten bestaande uit:

1. Bepaling functioneel ontwerp MoBaMoBES. Hierin wordt enerzijds onderzocht wat de meest efficiënte manier is om de model-integratie functionaliteit van FEWS te combineren met SIMAXX. Hiernaast worden de KPI's en de eisen aan de datastromen vastgelegd.
2. Ontwikkeling prototype
3. Pilots. Drie locaties van het Rijks Vastgoedbedrijf (RVB).
4. Kennisoverdracht
5. Verkenning landelijke database
6. Projectmanagement

2.8 Stakeholder consortium MoBaMoBES

In Tabel 1 & Figuur 2-2 zijn de primaire stakeholders van het consortium weergegeven.

Dit zijn de stakeholders in het project die de fysieke en financiële middelen hebben binnen dit project. De onderaannemers (Tabel 2) zijn adviesbureaus met veel praktijkkennis en ervaring. Deze adviesbureaus werken als onderaannemer van de primaire stakeholders binnen hun eigen expertise.



Tabel 1

Primaire consortium partners MoBaMoBES (Consortium MoBaMoBES, 2017 (20-04))

Figuur 2-2: Grafische weergave van consortium partners

Naam	Soort bedrijf	Betrokkenheid in dit project
<i>Bodemenergienl</i>	Vereniging voor organisaties die zich bezig houdt met BES in gebouwde omgeving	Deelname als vereniging aan het onderzoek
<i>Engie Services West BV</i>	Groot installatiebedrijf	Is een van de grootste gebouw beheerders met WKO-installaties
<i>Hogeschool Utrecht</i>	Kennisinstituut voor Hoger Beroeps Onderwijs	Studenten die d.m.v. stages/afstuderen ondersteunen bij onderzoek
<i>Ministerie van Infrastructuur & Milieu</i>	Overheidsinstantie	Bevoegd gezag voor vergunningen en beoordeling van BES
<i>Rijksvastgoedbedrijf</i>	Vastgoedbeheerder van Rijksgebouwen	Is gebouwbeheerder van veel BES in het portfolio
<i>SIMAXX</i>	Ontwikkelaar van monitoringsplatform	Aanleveren van real-time data van de gebouwde omgeving
<i>Stichting Deltares</i>	Advies- en kennis instituut voor water en ondergrond	Heeft veel ervaring met onderzoekstrajecten gerelateerd aan BES
<i>Stichting ISSO</i>	Kennisinstituut (voor installatietechniek)	Heeft een groot aantal richtlijnen voor o.a. BES (ontwikkeling)

Tabel 2

Onderaannemers van het consortium MoBaMoBES (Consortium MoBaMoBES, 2017 (20-04))

Naam	Onderaannemer van	Soort bedrijf	Betrokkenheid in dit project	Expertise
<i>DWA</i>	SIMAXX	Adviesbureau Conform BLR 6000-21	Adviseur en gebruiker van prototype	Monitoring van gebouwen
<i>KWA</i>	Deltares	Adviesbureau Conform BLR 11000	Adviseur en gebruiker van prototype	Advies m.b.t. BES en klimaatinstallaties
<i>Techniplan</i>	Deltares	Adviesbureau Conform BLR 6000-21	Adviseur en gebruiker van prototype	Advies m.b.t. BES en klimaatinstallaties

2.9 Projectorganisatie

Binnen het afstudeerproject zijn er verschillende personen die belangrijk zijn voor de informatiestroom en een progressieve voortang. Tabel 3 is een overzicht van de belangrijkste contactpersonen voor het afstudeerproject. Hierin is opgenomen vanuit welke organisatie men handelt en wat zijn expertise is.

Tabel 3
Overzicht van personen in de projectorganisatie

Naam	Organisatie	Taken/bevoegdheden
<i>Lambert den Dekker</i>	DWA	<ul style="list-style-type: none"> • Bedrijfsbegeleider • Senior adviseur BES Praktijk begeleiden van afstudeerder en ondersteunen in onderzoek en ontwerp van monitoringstool
<i>Erik van Mourik</i>	DWA	<ul style="list-style-type: none"> • Junior Energie Consultant • Ontwerper van het functionele ontwerp • Ondersteunt bij het analyseren en ontwerpen van de monitoringstool in FEWS
<i>Kees Wisse</i>	DWA	<ul style="list-style-type: none"> • Kennis deskundige en adviseur bij DWA • Beschikt over data en algoritmes om data te analyseren binnen DWA
<i>Matthijs Lemans</i>	Deltares	<ul style="list-style-type: none"> • Civiel technicus • ICT specialist op gebied van FEWS

2.10 Deelvragen

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de deelvragen opgesteld en weergegeven in Tabel 4. Deze vragen zullen onder andere antwoord geven van welk soort BES gebruik wordt gemaakt en hoe deze werken. Daarnaast worden de prestatie-indicatoren inzichtelijk gemaakt. Hierin zal een onderscheid worden gemaakt tussen primaire KPI's (bijv. COP) en secundaire KPI's (bijv. aanvoertemperatuur). Bovendien worden de KPI rekenmethoden getest op toepasbaarheid voor een werkelijke dataset van een BES. Tevens zal de toepasbaarheid van het gewenste software-platform van Delft-FEWS, aangedragen van uit Deltares, worden gecontroleerd op rekenkundige mogelijkheden. Voor Delft-FEWS zullen verschillende vormen van Graphical User Interfaces (GUIs) worden verkend.

Tabel 4

Overzicht met deelvragen afstudeerscriptie MoBaMoBES

Fase	Nummer	Deelvraag	Argumentatie	Aanpak
Oriëntatie	1.	Welk bodemenergiesystemen zijn toepasbaar en hoe werken deze?	Om de functionaliteit van een BES te kunnen beoordelen moet de werking volledig bekend zijn.	Kwalitatief Oriënterend Deskresearch ISSO 39 & expertmeetings
	2.	Welke prestatie-indicatoren zijn nodig om het primair presteren van een BES in kaart te brengen voor de eindgebruiker?	Inzichtelijk maken welke KPI's leidend zijn in het monitoren van het BES voor de eindgebruiker.	Kwalitatief Oriënterend Deskresearch ISSO 39 & expertmeetings
Analyse [WP1]	3.	Welke prestatie-indicatoren nodig om het presteren van een BES in detail te kunnen monitoren d.m.v. (K)PI's	Inzichtelijk maken welke extra KPI's leidend zijn voor experts/eindgebruikers+ voor het monitoren van het BES	Kwalitatief Oriënterend Deskresearch ISSO 39 & expertmeetings
	4.	Hoe worden de primaire KPI's bepaald/berekend en welke prestatieparameters zijn hiervoor nodig?	Om de KPI's als functie van de buitentemperatuur te bepalen zijn specifieke gegevens en bepalingen nodig.	Fysische modellen
	5.	Hoe worden de secundaire KPI's bepaald/berekend en welke prestatieparameters zijn hiervoor nodig?	Om de KPI's als functie van de buitentemperatuur te bepalen zijn specifieke gegevens en bepalingen nodig.	Fysische modellen
Ontwerpen [WP 2]	6.	Hoe kunnen de KPI rekenmethodes getest worden op een werkend BES?	Om uitspraak te kunnen doen of de prestatie-indicatoren binnen de toegestane marge vallen, dient er eerst een uitgangspunt te worden bepaald.	Simulatie; software + data
	7.	Wat zijn de indicaties voor setpoints en bandbreedtes van de KPI's?	In welke bandbreedte mag er afgeweken worden van de verwachte waarde?	Simulatie + interpretatie
	8.	Welke tijdsduur/periode van de metingen is geschikt voor een valide KPI bepaling?	De theorie met de praktijk verbinden	Simulatie + interpretatie

Implementeren [WP3]	9.	Hoe dient de monitoringstool geconfigureerd te worden, zodat deze in FEWS geprogrammeerd kan worden	Look & feel geven aan een functionerende monitoringstool	FEWS Basic Course + Testen van het casusobject
	10.	Hoe dient de GUI weergegeven te worden dat de monitoring geschikt is voor de eindgebruiker?	Keuzes maken zodat eindgebruiker het 0 presteren van het BES kunnen monitoren en kunnen sturen op getoonde gegevens.	FEWS Basic Course + expertmeetings

2.11 Eindproducten

Het eindproduct dat dit afstudeerproject zal opleveren is een model voor de berekeningen en de vergelijking van de KPI's, gevalideerd op basis van een werkende casus met 'real-time' data. Het model is opgesteld in Excel en zal geïmplementeerd worden in FEWS. Het model geeft inzicht in het verschil tussen de gemeten waarde en de verwachte waarde, als functie van de buitentemperatuur. De primaire KPI's dienen begrepen te worden door de eindgebruikers zonder specifieke kennis over BES.

Om tot de MoBaMoBES-monitoringstool te komen zijn er onder andere diverse rekenmethodieken nodig die leiden tot een uiteindelijk ontwerp . De deelproducten zijn:

- De bepaling en categorisering van de prestatie-indicatoren van het BES
- De rekenmethodiek voor de KPI's
- De verwachte waarden waarmee gemeten KPI's vergeleken kunnen worden middels het MoBaMoBES-model
- De bandbreedtes en integratietijd van de KPI's rondom hun setpoint op basis van casuïstiek
- Eerste impressie van mogelijke GUIs

Extra producten voor real-time monitoring:

- Naar het casusobject geconfigureerd FEWS-applicatie

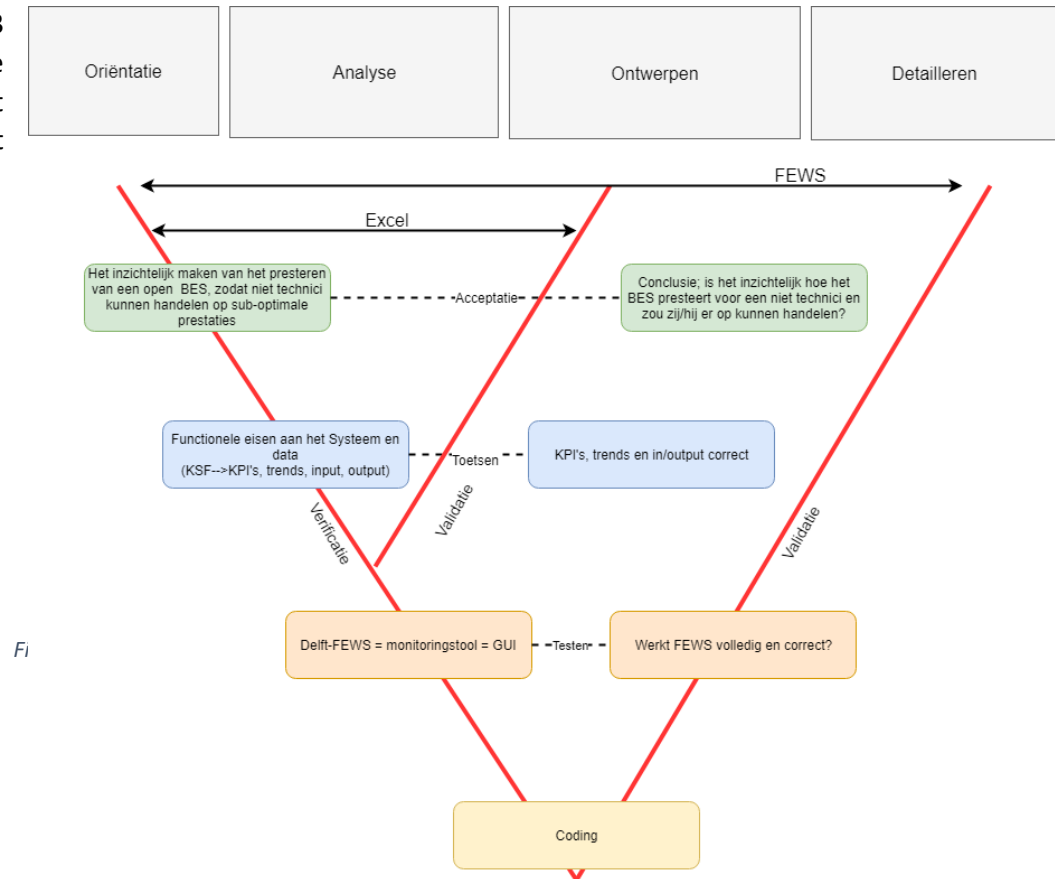
Als randvoorwaarden voor deze eindproducten geldt dat de werking van BES en de regeling van het casusobject doorgrond dienen te worden. Bij dit afstudeertraject is veel onderzoek gedaan en zijn er meerdere analyses uitgevoerd om inzicht te krijgen in dit complexe systeem. Enkel de uitkomsten/inzichten van deze analyses zullen gepresenteerd worden om de complexiteit niet groter te maken dan strikt noodzakelijk. Hierdoor is het mogelijk dat onderwerpen die wel zijn onderzocht, niet in dit project worden benoemd, maar wel als aanbeveling gelden om verder te onderzoeken.

2.12 Projectaanpak afstudeerscriptie MoBaMoBES

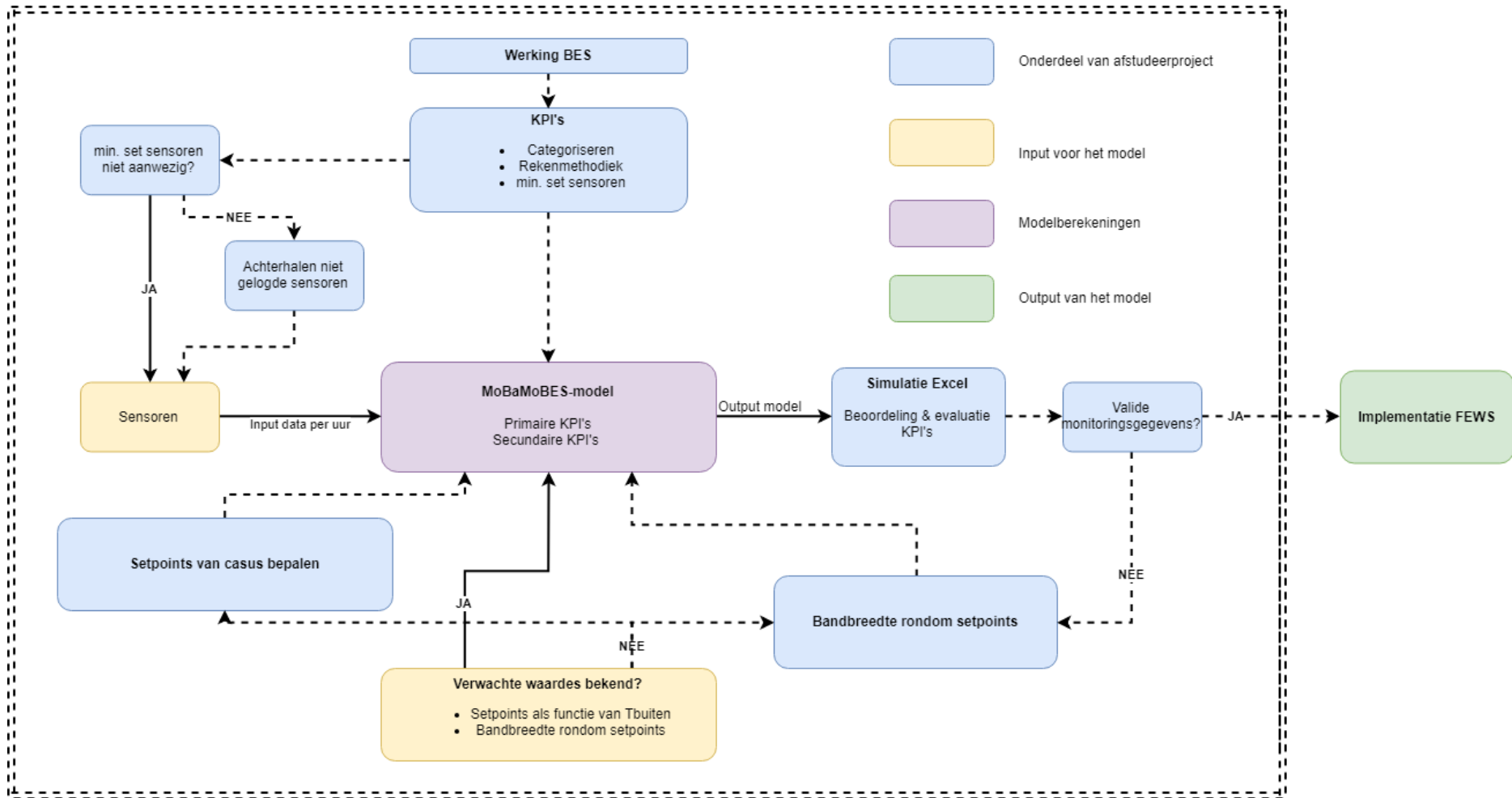
De fasering van het ontwikkelen van de monitoringstool zal gebeuren op basis van “Ontwerpen van technische Innovaties” (Oskam, Cowan, Hoiting, & Souren, 2012). Hiervoor is gekozen omdat dit grotendeels overeenkomt met de competenties van de B.Eng (Domein HBO Engineering, 2016). Belangrijk is dat een aantal fases worden doorlopen die een methodische aanpak verzekeren: oriënteren (van het project), analyseren (van het casusobject +data), ontwerpen van de monitoringstool en de analysesheet middels Excel. Voor het verifiëren van de juiste ontwikkeling van de doelstelling is er gekozen om het V-model aan te houden.

Figuur 2-3: V-model voor afstudeerscriptie MoBaMoBES
 Figuur 2-3 geeft het model weer dat doorlopen gaat worden inclusief de fase waarin het proces plaatst vindt. Bij de verschillende blokken in het V-model zullen separaten hoofdstukken geschreven worden, zodat de rode lijn (V) aangehouden zal worden.

De focus voor het afstuderen ligt op de kleinste V. De activiteiten die in deze fase horen behoren tot competenties die een B.Eng dient aan te tonen. Dat de uitvoering in FEWS meer ICT gericht is, moet gezien worden als een extra verrijking van de kennis en ervaring van de afstudeerder. De aanpak van het V model is gevisualiseerd in Figuur 2-4 middels een processchema. Het processchema zal aan het einde van dit rapport (hoofdstuk 0) ter conclusie nogmaals behandeld worden, om weer te geven in welk hoofdstuk wel onderwerp is behandeld.



Fi



Figuur 2-4: Projectaanpak ontwerpen van MoBaMoBES-monitoringstool gevisualiseerd

2.13 Eerste Programma van Eisen m.b.t. inzichtelijk maken van presteren BES

Tabel 5 is een eerste opsomming van eisen m.b.t. de functionaliteit van Delft-FEWS. De eisen in Tabel 5 zullen als validatie van de bovenste laag in het V-model dienen.

Tabel 5
Programma van Eisen met betrekking tot inzichtelijk maken van het presteren van BES

Categorie:	Nummer	Ontwerpcriteria	Argumentatie	Toetsing	Bron
Algemeen	1.	Vormgeven aan de hand van ISSO 102 en 103, Technische KSF → KPI's	Heldere en gestructureerde monitoring	-	(ISSO publicatie 103, Monitoring van Duurzaam Beheer en Onderhoud, 2013)
Algemeen	2.	De visualisatie en aanwijzingen van de monitoringstool dient door eindgebruiker (denk aan gebouwbeheerders) begrepen te worden	Juist kunnen handelen op aanduidingen van de monitoringstool voorkomt onnodig foutmeldingen	Interview met niet technici	Klantwens (Scholten, 2018)
Algemeen	3.	De primaire KPI's dienen te worden weergegeven in het grafische dashboard.	Ondersteunen in het beoordelen van functioneren van BES	Opstarten van FEWS applicatie met juiste weergave	Ontwerpen van FEWS model
Algemeen	4.	FEWS in combinatie met het MoBaMoBES-model dient een overzicht te geven van het presteren van het BES	Ondersteunen in het beoordelen van functioneren van BES	Foutieve waardes dienen tijdig een aanduiding te geven.	Ontwerpen van FEWS model
Algemeen	5.	Secundaire KPI's dienen na 1 klik vanaf het primaire startscherm of de primaire KPI's inzichtelijk te zijn.	Eenvoudig gebruik van de monitoringstool en inzichtelijk maken van de details over het presteren van het BES	Secundaire KPI's zichtbaar na 1 klik op het juiste component	Ontwerpen van FEWS model

3 Analyse van bodemenergiesystemen

3.1 Werking van een bodemenergiesysteem

Er dient afstemming te zijn tussen zowel het bovengrondse als het ondergrondse deel van het BES. Er dient rekening gehouden te worden met de wensen en eisen van de klant qua energetische en economische prestatie, robuustheid en eisen vanuit service en onderhoud (ISSO publicatie 39, energiecentrale met warmte en koudeopslag (WKO), 2017, p. 30).

Voor zowel het ondergrondse als het bovengrondse gedeelte zijn verschillende richtlijnen van toepassing. Deze richtlijnen zijn voor het analyseren van de werking van een BES onderzocht. De belangrijkste zijn in Tabel 6 benoemd.

Tabel 6
Overzicht van richtlijnen die van toepassing zijn op de BES

Titel	Argumentatie	Bron
ISSO 39 Energiecentrale met warmte en koudeopslag (WKO)	Belangrijkste ISSO-publicatie met betrekking tot de BES. Hieruit komt veel kennis en bepalingen van de prestatie-indicatoren	(ISSO publicatie 39, energiecentrale met warmte en koudeopslag (WKO), 2017)
ISSO 44 Het ontwerp van hydraulische schakelingen voor verwarmen	ISSO publicatie over de locatie en bepalingen van de sensoren en hydraulische schakelingen voor verwarmen	(ISSO, Kennisinstituut Bouw- en installatietechniek, 1998)
ISSO 47 Ontwerpen van hydraulische schakelingen voor koelen	ISSO publicatie over de locatie en bepalingen van de sensoren en hydraulische schakelingen voor koelen	(ISSO, Kennisbank Bouw- en installatietechniek, 2005)
ISSO 80 Handboek integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de woningbouw	ISSO publicatie over het ontwerpen van collectieve installaties in de woningbouw, heeft betrekking op de werking van het BES	(ISSO-publicatie 80 Handboek integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de woningbouw, 2017)
ISSO 81 Handboek integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de utiliteitsbouw	ISSO publicatie over het ontwerpen van collectieve installaties in de utiliteitsbouw, heeft betrekking op de werking van het BES	(Handboek integraal ontwerpen van warmtepompinstallaties voor utiliteitsgebouwen, 2017)
BRL 6000-21	Gaat over het ontwerpen, installeren en het beheren van BES. Ter ondersteuning van ISSO 39.	(Ontwerpen en installeren van energiecentrales van bodemenergiesystemen en het beheren van bodemenergiesystemen, 2017)
ISSO 73 Ontwerpen en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars	ISSO publicatie die betrekking hebben tot TSA's in het systeem. Ter ondersteuning van ISSO 39	(ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017)
SIKB 11001 Protocol voor Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen	Protocol voor het ontwerpen realiseren en beheren van het ondergrondse gedeelte.	(Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, 2017)
SIKKB-BRL 11000 beoordelingsrichtlijnen voor Ontwerp, Realisatie, Beheer en onderhoud ondergrondse deel bodemenergiesystemen	Richtlijnen voor het ontwerpen realiseren en beheren van het ondergrondse gedeelte.	(BRL SIKB 11000: Ontwerp, Realisatie, Beheer en onderhoud ondergrondse deel bodemenergiesystemen, 2017)

3.1.1 Bodem configuraties

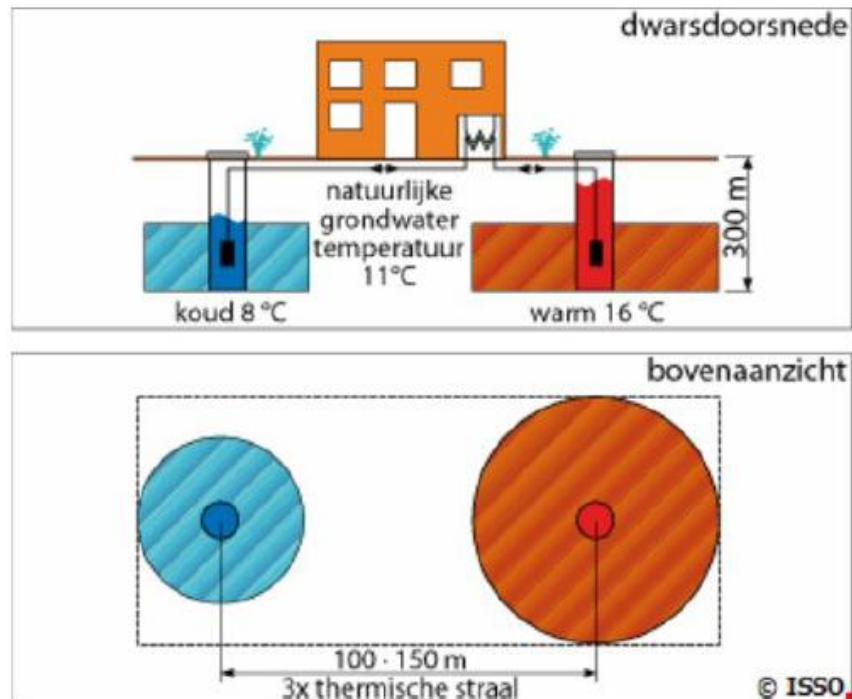
Voor de BES in het consortium worden open systemen met doublet onderzocht. Er zijn echter meerdere type bronconfiguraties: doubletten, mono bronnen en recirculatiesysteembronnen. De keuze van een soort bron wordt bepaald door de volgende aspecten: temperatuurniveaus, ondergronds-ruimtebeslag en thermische verliezen, kosten en mogelijke schaalgrootte. Deze bronnen hebben hun eigen voor- en nadelen welke uitgebreid staan toegelicht in ISSO publicatie 39 (ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017, p. 56).

In dit onderzoek zal worden gefocust op open doublet BES, zie Figuur 3-1. Dit houdt in dat separaat er een koude en een warme bron zijn om de energie uit te (ont)laden.

Er is voor deze afbakening gekozen, omdat de meeste BES in het consortium deze configuratie hebben. Tevens hebben de pilots in werkpakket 3 (hoofdstuk 2.7) deze bronconfiguraties.

In Figuur 3-1 is te zien dat de warme bron groter is dan de koude bron. Dit hoeft in werkelijkheid niet

zo te zijn. De grote van de bron (en hiermee de capaciteit) is afhankelijk van de warmte/koudevraag vanuit het gebouw. Zo is in moderne utiliteitsgebouwen de koude vraag groter dan de warmte vraag. Bij woningbouw zal de warmte vraag groter zijn dan de koude vraag. (DWA & IF Technology, 2012, pp. 67,68)



Figuur 3-1: Schematische weergave van een Doublet bron (ISSO, kennisinstituut voor installatietechniek, 2017)

3.1.2 Basisconcepten BES

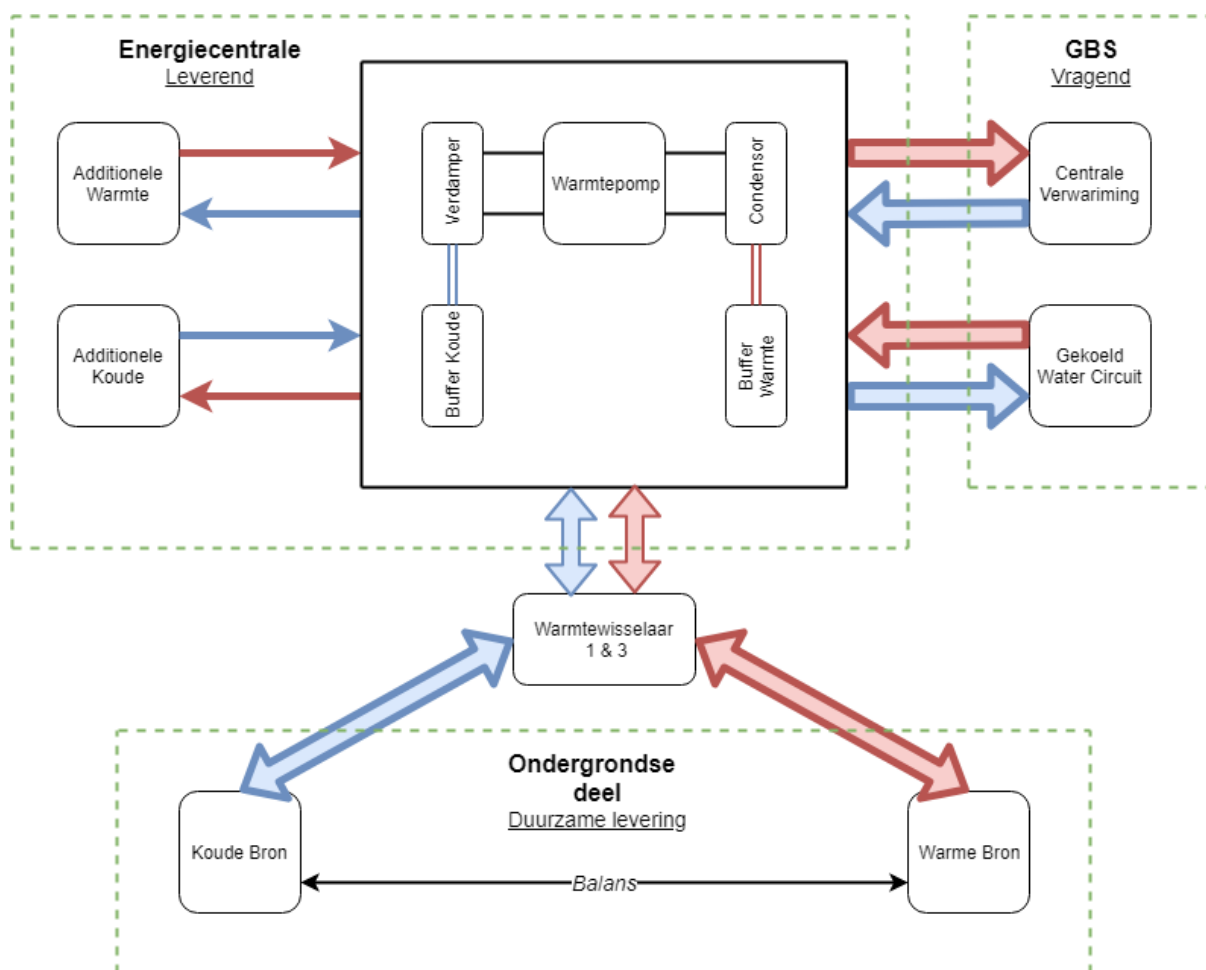
In de ISSO 39 (ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017, p. 59 t/m 72) zijn 3 basisconcepten gedefinieerd:

1. Koudeopslag met koude laden
2. Beperkte warmtelevering en balans met LBK
3. Energiecentrale met warmtepomp
 - 3.1. Minimale functionaliteit (<math><10\text{m}^3/\text{h}</math> + recirculatiesysteem)
 - 3.2. Gemiddelde functionaliteit
 - 3.3. Maximale functionaliteit

Binnen het basisconcept 3 zijn meerdere functionaliteitsniveau's opgenomen. Voor het opzetten van de monitoringstool zal de maximale functionaliteit worden behandeld. Hierdoor kan gestuurd worden op het balanceren (laden) van zowel de koude als warme bron, mits er te veel is ontladen.

3.2 ISSO Basisconcept 3.3, maximale functionaliteit

Om de werking van het basisconcept toe te lichten is er gekozen om de interne componenten schematisch weer te geven, zie Figuur 3-2. De functie van elke box zal worden toegelicht, met de daarbij behorende parameters. Voor de afstemming van de installaties geven Bijlage 1 en Bijlage 2 een lijst van minimaal vereiste waarden.



Figuur 3-2: Basisconcept 3.3 verdeelt in black boxes

3.2.1 Vragend gedeelte; De gebouwinstallatie

Het gebouw is afgebeeld als twee verschillende componenten, de Centrale Verwarming (CV) en het Gekoeld Water circuit (GKW). Dit is het gedeelte dat om de thermische-energie vraagt. Deze componenten zijn twee verschillende circulatiecircuits waar thermische energie wordt uitgewisseld met het gebouw (evt. via een LuchtBehandelingsKast (LBK)).

3.2.2 Duurzame levering gedeelte; Het ondergrondse deel

Het ondergrondse gedeelte bestaat uit twee verschillende bronnen (Doublet). De koude en warme bron zal respectievelijk een gemiddelde temperatuur van bijvoorbeeld 8°C en 16°C hebben. Er dient rekening gehouden te worden met de maximale temperatuur van het teruggekeerde water in de warme bron en de minimale temperatuur in de koude bron. Het onttrekken van en injecteren van deze energie wordt ook wel 'ontladen' en 'laden' genoemd.

De werking van het ondergrondse deel is zo bepaald, dat als er warmte wordt ontladen, dat er koude wordt geladen en visa versa. De warmtevraag kan op seizoensbasis hoger of lager zijn dande koudevraag in de daarop volgende periode. Hierdoor kunnen er verschillende vermogens worden geïnjecteerd in de bodem. Dit zal de bronnen in onbalans brengen.

3.2.3 Levering gedeelte

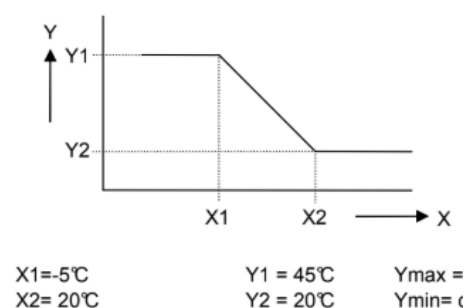
In voorgaande hoofdstukken zijn de vraag en het aanbod van thermische energie toegelicht. De vermogens van het gebouw en het ondergrondse deel dienen zoveel mogelijk op elkaar afgestemd te worden. Echter, vanwege de lagere bodemtemperatuur dan het setpoint is voor de grondgebondenverwarmingssystemen een elektrische compressorwarmtepomp nodig. Deze elektrische compressorwarmtepomp zal de temperatuur vanuit de bodem verhogen boven die van de afgiftesystemen. Warmtepompen met de bodem als bron hebben daarbij een COP die in de regel varieert tussen de 3,4 tot 6 (ir. Geelen & ir. Braber, 2013). Dat betekent dat er naast de bodemenergie een belangrijk deel (1/COP) wordt geleverd door aangevoerde elektriciteit.

Koudevraag is d.m.v. vrije koeling (met een COP van 10-20 door alleen het elektraverbruik van de vloeistofpompen (Afman, Grinsven, & Buck, 2014)) vaak volledig te dekken vanuit de bodemenergie.

De warmtepomp dient de opgenomen energie elders te compenseren (bijv. met behulp van afblazen via een drycooler). Door middel van additionele thermische energie kan de energie uit de warmtepomp of de onbalans in de bodem worden gecompenseerd.

De koude- en warmtevraag vanuit het gebouw beïnvloeden hoe intensief de thermische energieopwekkers moeten werken. Dit gebeurt middels een stooklijn die in het GBS is geladen. Een stooklijn is het setpoint van de aanvoertemperatuur als functie van de buitentemperatuur. Er kan ook een dergelijke lijn van het vermogen worden gegenereerd. Dit wordt dan de vermogenslijn genoemd. Een voorbeeld van een theoretische stooklijn is weergegeven in Figuur 3-3.

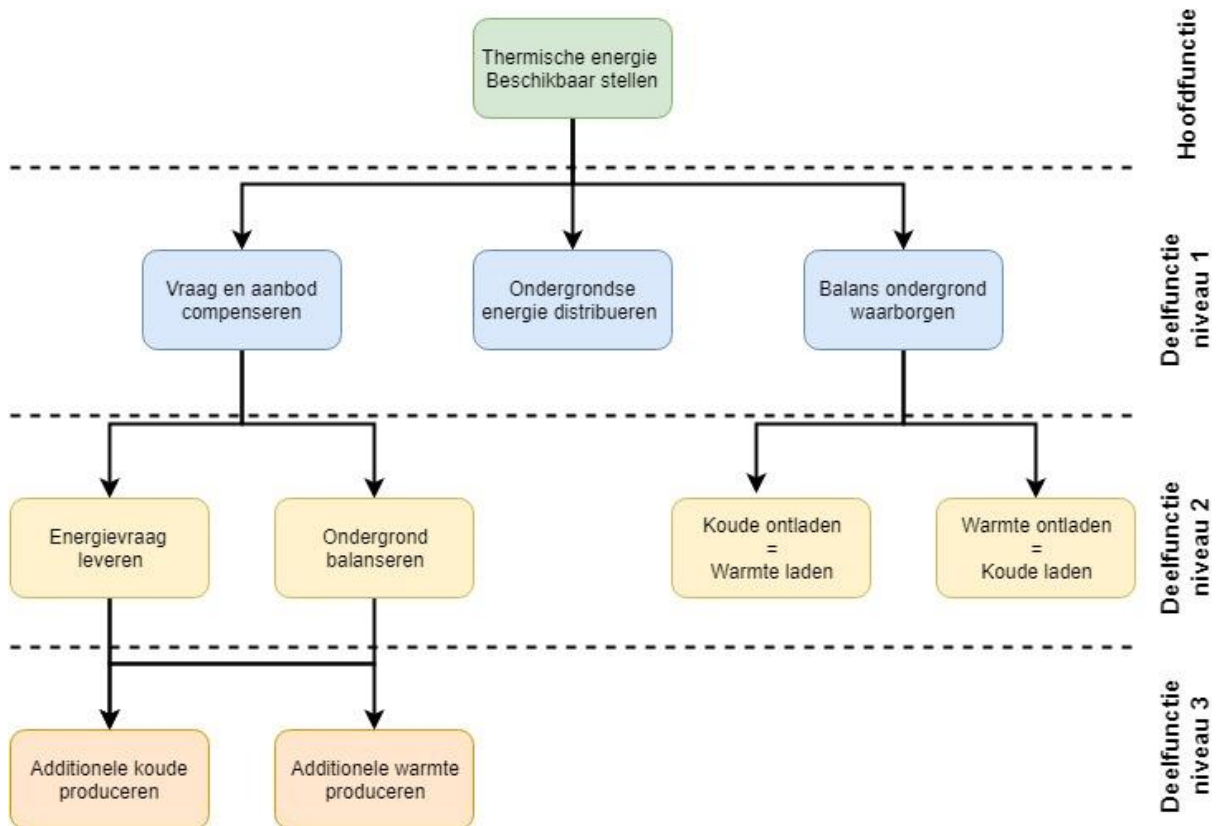
Stooklijn verwarmen



Figuur 3-3 voorbeeld van een theoretische stooklijn (Bijlage 5)

Huidige BES worden volgens een expert alleen op uiterste waarden berekend. De deellastprestaties zijn voor de installateur niet 'echt' interessant, zolang de maximale prestaties geleverd kunnen worden. (Wisse, 2018)

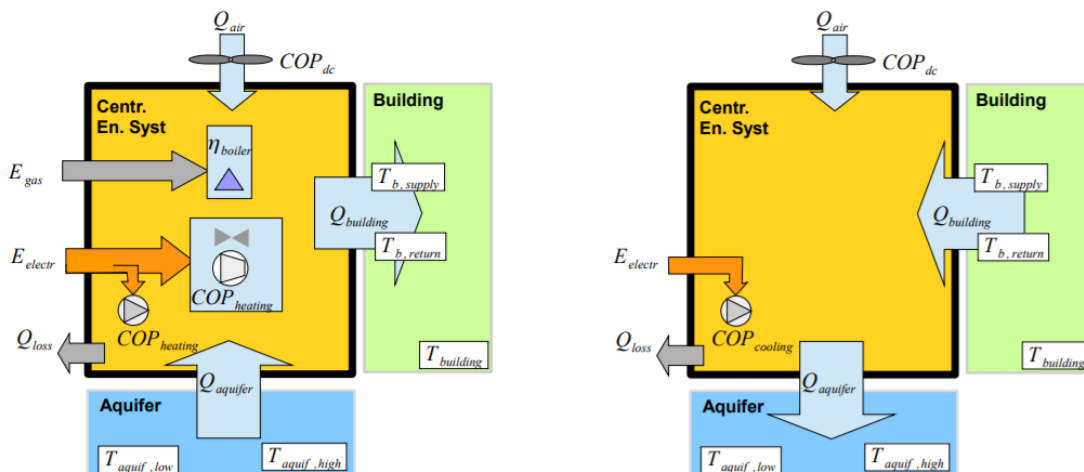
Om een overzicht te geven van de functies binnen de energiecentrale is in Figuur 3-4 een functieboom weergegeven. Deze functieboom is voor het functioneren van de energiecentrale, en niet voor de monitoringstool. Desalniettemin is de werking van het BES (combinatie tussen alle verschillende onderdelen) het fundament waarop de monitoringstool gebouwd zal worden.



Figuur 3-4: Functieboom Energiecentrale Basisconcept 3.3

De combinatie tussen de (vele) variabelen in het BES maakt het regeltechnisch lastig om goed te monitoren. Zo dient er bijvoorbeeld rekening gehouden te worden met beperkingen aan de maximale en minimale vermogenscapaciteit van de verschillende energieopwekkers in het systeem.

Ter illustratie van de werking van het systeem zijn de verschillende energiestromen voor het verwarmen (links) en het koelen (rechts) in Figuur 3-5 afgebeeld. Hierin is warmte of toegevoegde energie getekend in de richting van de pijl.

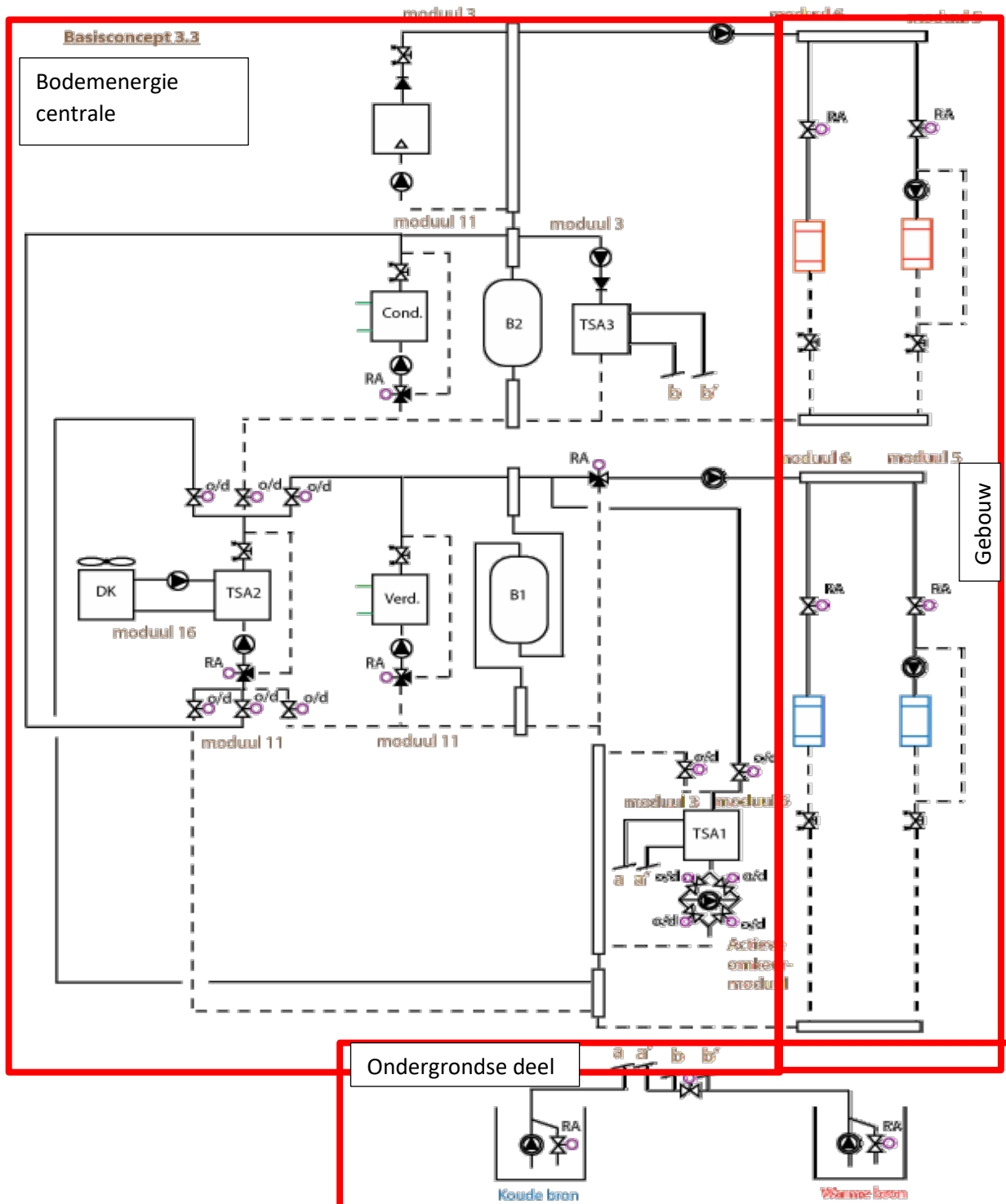


Figuur 3-5: grafische weergaven van de energiestromen binnen het BES

Er zitten buffervaten in het BES geplaatst om traagheid in het systeem te creëren. Dit zorgt ervoor dat de warmtepomp minder frequent in- en uitschakelt, wat bevorderlijk is voor het rendement. Doordat de buffervaten in de regel 'maar' 1-2m³ zijn, wat in verhouding qua opgeslagen energie vergeleken met het vermogen van de warmtepomp klein is, zullen de buffervaten meerdere keren per uur kunnen worden (ont)laden. De monitoring van de buffers zal in dit afstudeerproject niet worden meegenomen.

3.2.4 Principeschema Basisconcept 3.3 volgens de ISSO 39

Het voorbeeld dat de ISSO geeft voor het basisconcept 3.3 is weergegeven in Figuur 3-6. Dit concept is de basis waar veel BES met regeneratie op gebaseerd zijn. De modules die worden weergegeven zijn toegelicht in ISSO 44 & 47 (ISSO, Kennisbank Bouw- en installatietechniek, 2005) & (ISSO, Kennisinstituut Bouw- en installatietechniek, 1998). Deze modules zijn detailbeschrijvingen van de meet- en regeltechniek in het ontwerp. Hieruit kan afgeleid worden welke componenten actieve of passieve onderdelen zijn. De modules zullen verder niet in dit project worden toegelicht.



Figuur 3-6: Basisconcept 3.3 (ISSO publicatie 39, energiecentrale met warmte en koudeopslag (WKO), 2017, p. 90)

In de weergave van het basisconcept 3.3 is te zien dat de aan CV- en GKW-zijde beide een TSA hebben voor het (ont)laden van thermische energie van en naar de bodem. TSA 1 en 3 zijn aan elkaar verbonden en kunnen van stroomrichting veranderen door de actieve omkeer-module (Figuur 3-6).

De verdamperzijde (GKW) zal warmte opnemen van de bodem (koude laden = warmte ontladen) als de warmtepomp energie aan het CV-circuit aan het leveren is (verwarmen). Als de warmtepomp niet voldoende vermogen en/of temperatuur kan leveren om de vraag vanuit het gebouw te dekken zal er additionele bijstook moeten plaatsvinden door bijvoorbeeld een ketel (linksboven in Figuur 3-6). De afstemming hoe vaak en hoe hard de additionele bijstook nodig is, is afhankelijk van de regeltechnische instellingen van zowel het gebouw als de energiecentrale. Bijstook heeft grote invloed op het energie verbruik en β -factor (ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017) van het systeem.

In het basisconcept 3.3 is tevens een drycooler opgenomen. Dit apparaat kan zowel warmte afgeven in de winter (en op koudere dagen in het tussenseizoen), of warmte opnemen op warmere dagen. Het schakelschema tussen de draaikoeler (en TSA2) stelt dit component instaat zowel in het GKW- en het CV-circuit te functioneren. De schakeling van de draaikoeler is zo vormgegeven dat deze in serie of in parallel kan functioneren voor de additionele thermische energie.

4 De Key Succes Factor van model gebaseerde monitoring BES

De Key Succes factor (KSF) die voor het model gebaseerde monitoringsmodel dit project is opgesteld luidt: Duurzaam & Inzichtig. Om deze KSF te behalen zullen er verschillende Key Performance Indicators(KPI's) worden opgesteld (ISSO, kennisinstituut van Bouw en installatietechniek, 2013). Deze KPI's zullen aan de volgende eisen voldoen:

- Aansluiten bij doelstelling
- Simpel, realistisch en betrouwbaar
- Inzichtig en een zichtbare trend moeten kunnen weergeven (tijdig)
- Beïnvloedbaar
- Motiverend, eerlijk en gecombineerd met streefwaardes en/of harde doelstellingen

4.1 Key Performance Indicators

De belangen van de eindgebruikers komen naar voren bij het weergeven van de monitoring door middel van prestatie-indicatoren. Doordat de dagelijkse monitoring van BES over het algemeen door niet technici gebeurt (Scholten, 2018) is het van belang dat de monitoringstool zo wordt ontworpen dat zij deze begrijpen.

Voor het model-gebaseerd monitoren zijn twee categorieën KPI's opgesteld. De primaire KPI's zijn voor de eindgebruikers, voor de dagelijkse monitoring. De secundaire KPI's zijn voor de adviseurs of 'eindgebruikers+' tijdens het beheer. Doordat adviseurs meer informatie willen inzien voor het beheer zijn hiervoor meer KPI's gewenst. Hoe de betreffende KPI's zijn ingedeeld is weergegeven in Tabel 7. Elk van de KPI's zal een eigen uitgebreide toelichting krijgen. De KPI's zijn voor een deel door de consortiumpartners tijdens het ontwikkelen van werkpakket 1 bepaald.

Tabel 7:
Overzicht met KPI's voor de BES

Primaire KPI's			
Nummer	Naam	Afkorting	Toelichting
1.	Weergave warmte- & koudevraag (thermische energie)	-	Het producerende deel moet de vraag kunnen leveren. Per uur weergegeven. <i>(warmte- & koudevraag geleverd door BES)</i>
2.	Coefficient of Performance	COP	Verhouding tussen geleverde energie en arbeid <i>(enkel van de warmtepomp)</i> per uur weergegeven.
3.	Seasonal Performance Factor	SPF	Verhouding tussen geleverde energie en arbeid over een seizoen per seizoen (stook of koelseizoen)
4.	CO ₂ -besparing t.o.v referentie	-	CO ₂ -besparing ten opzichte van conventionele energie opwekkers (gas gestookt & airco) Per jaar weergegeven
5.	Bodem balans	-	Vermogens balans koude/warmte dat in de grond is geladen of ontladen (vergunning). Weergegeven per uur, seizoen of jaar.
Secundaire KPI's			
6.	Aanvoertemperaturen	-	Temperaturen van de opwekkers die aan het gebouwzijdig gedeelte wordt geleverd
7.	Retourtemperaturen	-	Temperaturen die terug komen uit het gebouwzijdig gedeelte

8.	Injectie-temperaturen	-	Temperaturen die in de grond worden geïnjecteerd voor het (on)balanceren van de bodem
9.	Onttrekking-temperaturen	-	Temperaturen die uit de bodem worden onttrokken
10.	β -factor	-	Verhouding tussen geleverde energie door de warmtepomp en het totaal gevraagde vermogen
11.	Debiet CV-circuit	-	Foutherkenning als er bijvoorbeeld een lek is of een pomp defect is
12.	Debiet GKW-circuit	-	Foutherkenning als er bijvoorbeeld een lek is of een pomp defect is
13.	Debiet warmtebron	-	Foutherkenning als er bijvoorbeeld een lek is of een pomp defect is
14.	Debiet koude bron	-	Foutherkenning als er bijvoorbeeld een lek is of een pomp defect is
15.	Additionele thermische energie	-	Monitoring van additionele energiebron voor het balanceren van de bodem of overtollige (thermische) energie afblazen.
16.	(Cumulatief) Elektriciteitsverbruik van het BES	-	Monitoring van elektriciteitsverbruik (over een instelbare periode)
17.	(Cumulatief) Gasverbruik van het BES	-	Monitoring van elektriciteitsverbruik (over een instelbare periode)

4.2 Rekenmethodiek van de KPI's

Voor het monitoren van deze KPI's zijn berekeningen nodig. In dit hoofdstuk zal toelichting worden gegeven in het hoe en waarom de KPI's zijn bepaald. In hoofdstuk 4.3 zal een overzicht worden gegeven welke sensoren minimaal gelogd moeten worden om de KPI's te kennen bepalen. In Tabel 8 en Tabel 9 zijn overzichten van de KPI-categorieën. Onder elke tabel zullen de betreffende KPI's in detail worden behandeld.

4.2.1 Primaire KPI's

Tabel 8:

Overzicht van primaire KPI's

Primaire KPI's		
Nummer	Naam	Afkorting
1.	Weergave warmte- & koudevraag (thermische energie)	-
2.	Coefficient of Performance	COP
3.	Seasonal Performance Factor	SPF
4.	CO ₂ -besparing t.o.v referentie	-
5.	Bodem balans	-

KPI 1: Weergave warmte- & koudevraag (thermische energie)

Deze KPI is gewenst door zowel de eindgebruiker, als de technisch adviseurs. Deze KPI geeft de hoeveelheid warmte of koude die op het moment wordt gevraagd. Deze waardes zullen per uur worden weergegeven en zullen in kWh worden weergegeven i.p.v. S.I. eenheden, zie vergelijking (1).

$$Q_{vraag,i,1h} = \dot{m}_i * c * (T_{r,i} - T_{a,i}) * 1h = \dot{m}_i * c * (T_{r,i} - T_{a,i})$$

$$Q_{vraag,i} = \sum_{\Delta t_{periode}} \dot{m}_i * c * (T_{r,i} - T_{a,i}) \quad (1)$$

- | | | |
|-----------------|---|-------------------------|
| • $Q_{vraag,i}$ | Gevraagde energie vanuit gebouw (verwarmen of koelen) | [kWh] |
| • \dot{m}_i | Gemeten volumedebiet | [m ³] |
| • c | Soortelijke energie van water 4.18 | [kJ/m ³ *°C] |
| • $T_{a,i}$ | aanvoertemperatuur (Taanvoer) | [°C] |
| • $T_{r,i}$ | retourtemperatuur (Tretour) | [°C] |

KPI 2: Coefficient Of Performance (COP)

De COP is een belangrijke indicator, omdat deze de verhouding weergeeft tussen de geleverde arbeid en de ingekochte energie. Vergelijking (2) is gebruikt om de COP van de warmtepomp op dit moment, of over een gegeven tijdsperiode te berekenen. In de regel hebben BES gekoppelde warmtepompen een COP tussen de 3,4 en 6 (ir. Geelen & ir. Braber, 2013).

Voor de COP van de warmtepomp geldt dat deze vanaf 2,5 duurzaam is. Dit komt door het rendement van de productie en het vervoer van de elektriciteit ($\eta_{net} = 0.39$) (Croezen, Vroonhof, & Rooijers, 2006, p. 13).

$$COP_{wp,i} = \frac{Q_{condensor,i}}{E_{wp,i}}$$

$$\langle COP_{wp,i} \rangle_{\Delta t_{periode}} = \frac{\sum_{\Delta t_{periode}} Q_{condensor,i}}{\sum_{\Delta t_{periode}} E_{wp,i}} \quad (2)$$

- | | | |
|---------------------|--|-------|
| • $COP_{wp,i}$ | = COP van warmtepomp op tijdstip i | [-] |
| • $Q_{condensor,i}$ | = Gemeten condensor energie op tijdstip i | [kWh] |
| • $E_{wp,i}$ | = Gemeten elektriciteitsverbruik door warmtepomp | [kWh] |

Doordat voor de koeling van het gebouw middels BES wordt verzorgd door vrije koeling (koude uit de bodem inzetten), zullen hiervoor andere gegevens worden gebruikt, zie vergelijking (3). Voor de COP van vrije koeling geldt in de regel een COP tussen de 10-20 (Afman, Grinsven, & Buck, 2014).

$$COP_{vk,i} = \frac{|Q_{vraag,i}|}{E_{BP,i}}$$

$$\langle COP_{vk,i} \rangle_{\Delta t_{periode}} = \frac{\sum \Delta t_{periode} |Q_{vraag,i}|}{\sum \Delta t_{periode} E_{BP,i}} \quad (3)$$

- $COP_{vk,i}$ = COP van vrije koeling op tijdstip i [-]
- $|Q_{vraag,i}|$ = Gemeten (koude)vraag uit het gebouw (1) [kWh]
- $E_{BP,i}$ = Gemeten elektriciteitsverbruik door bronpomp [kWh]

KPI 3: Seasonal Performance Factor (SPF)

De SPF is naast de COP een belangrijke indicator voor het bepalen van de energieprestaties. De SPF geeft inzicht over het functioneren van de warmtepomp voor zowel de koude of warmte, over een bepaald seizoen. Dit kan zijn voor een dag, een gegeven seizoen of een heel jaar.

Voor de SPF_w of SPF_k bepaling wordt de specifieke energie gedeeld door de verbruikte energie die hiervoor is gebruikt. Deze bepaling wordt in de regel gebruikt voor het in kaart brengen van de prestatie tijdens de (stook of koel) seizoenen. Zie formule (4) & (5)

$$SPF_w = \langle COP_{wp,i} \rangle_{\Delta t_{periode}} \quad [-] \quad (4)$$

$$SPF_k = \langle COP_{vk,i} \rangle_{\Delta t_{periode}} \quad [-] \quad (5)$$

KPI 4: CO₂-besparing t.o.v. referentie

Om inzicht te geven hoe duurzaam het BES is zal de CO₂-uitstoot worden vergeleken met conventionele thermische energieopwekking. De referentie die is gekozen zijn cv-ketels met een rendement van 85%. Voor het koelen is gerekend met een airco met een SEER 3,2. Voor het bepalen van de CO₂ productie is er met de volgende formule (6):

$$CO_2 \text{ besparing} = \sum_{\Delta t_{periode}=1yr} ((E_{BES} * \epsilon_{kwh} + G_{BES} * \epsilon_{m3gas}) - ((G_{BES} + \frac{Q_{condensator}}{\eta_{ketel} * H_B}) * \epsilon_{m3gas} + \frac{Q_{koelen}}{SEER} * \epsilon_{kwh})) \quad (6)$$

- $CO_2 \text{ besparing}$ CO₂besparing per jaar [kgCO₂]
- E_{BES} Elektriciteitsverbruik [kWh]
- G_{BES} Gasverbruik [m³]
- $Q_{condensator}$ Gemeten condensator vermogen [kWh]
- η_{ketel} rendement bijstook 0.87 (zie 0) [-]
- H_B verbrandingswarmte gas, 9.76 [kWh/m³]
- Q_{koelen} Gemeten koelvermogen [kWh]
- ϵ_{kwh} 0.649 ^{*1} [kgCO₂/kWh]
- ϵ_{m3gas} 1.78 ^{*1} [kgCO₂/m³ gas]

- SEER Energy Efficiency Ratio: 3.6-8.5^{*2} [-]

^{*1}(Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Milieu straat, 2018) , ^{*2}(Rijksdienst van Ondernemend Nederland, 2013)

KPI 5: Bodem balans

Doordat gebouwen verschillende gebruiksprofielen hebben dient er bepaald te worden wat de ontwerpwaardes zijn. De ontwerpwaardes dienen overeen te komen met de grote van de koude- en de warmtebron. Tevens dient er, vanuit de milieuvergunning eens per tijdseenheid (bijvoorbeeld 5 jaar) een balans te zijn bereikt. Dit houdt in dat er even veel koude als warmte is geladen. De bodembalans kan worden berekend middels vergelijking (7).

$$Bodem\ balans = \sum_{\Delta t_{periode}=1yr} (Q_i\text{laden bron} - Q_i\text{ontladen bron}) \quad (7)$$

4.2.2 Secundaire KPI's

Tabel 9

Overzicht van secundaire KPI's

Secundaire KPI's		
Nummer	Naam	Afkorting
6.	Aanvoer temperaturen	-
7.	Retour temperaturen	-
8.	Injectie temperaturen	-
9.	Onttrekking temperaturen	-
10.	β-factor	-
11.	Debiet CV-circuit	-
12.	Debiet GKW-circuit	-
13.	Debiet warmtebron	-
14.	Debiet koude bron	-
15.	Additionele thermische energie	-
16.	(Cumulatief) Elektriciteitsverbruik	-
17.	(Cumulatief) Gasverbruik	-

KPI 6: Aanvoertemperaturen

De temperaturen die naar het gebouw gevoerd worden dienen gemonitord te zijn, omdat deze ver vraag van uit het gebouw weergeeft en een indicatie kan geven hoe de energie opwekker(s) presteren. Mits er een te hoge of te lage waarde wordt uitgelezen, kan een fout of een defect hier de oorzaak van zijn. Over de meetnauwkeurigheid en de spreiding op de meetgegevens zal in hoofdstuk 5 meer toelichting worden gegeven.

KPI 7: Retourtemperaturen

Net als de aanvoertemperatuur is de retourtemperatuur belangrijk om te monitoren. Mede door de retourtemperatuur wordt het vermogen bepaald dat het gebouw afneemt. Indien de retourtemperatuur te hoog is kan dit duiden op een fout of defect. Over de meetnauwkeurigheid en de spreiding op de meetgegevens zal in hoofdstuk 5 meer toelichting worden gegeven.

KPI 8: Injectietemperaturen

Voor de bodem is het van belang dat er niet te warme of te koude temperaturen worden geïnjecteerd. Deze temperaturen zullen op vergunde waardes worden ingeregeld.

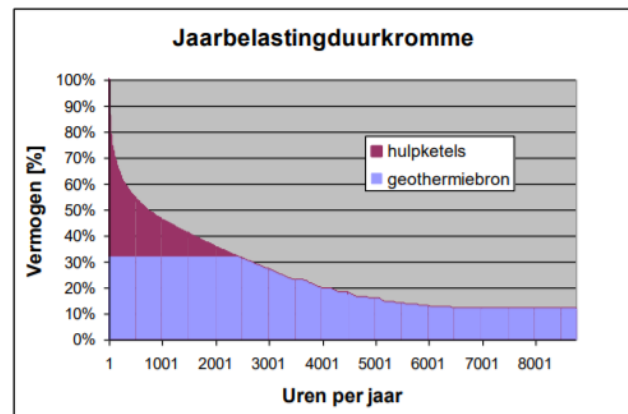
Voor de koude bron geldt een minimale temperatuur van 8°C, omdat de bron anders te koud wordt en dit milieutechnische invloeden zou kunnen hebben. Voor de warme bron geldt een temperatuur van 25°C (Bijlage 5, blz 22). De effecten van te koude en/of te warme temperaturen zullen in dit rapport niet verder worden behandeld.

KPI 9: Onttrekkingstemperaturen

KWA heeft voor de ondergrond een spreadsheet ontworpen die helpt bij het bepalen van de status van de ondergrond. Naarmate er meer water is verplaatst (laden en ontladen) kan het zijn dat de bron 'vervuild' raakt en niet meer de gewenste (en ontworpen) temperaturen geeft voor het onttrekken. Dit kan inhouden dat er minder vermogen kan worden afgegeven of worden opgenomen. Dit heeft invloed op de rest van de energiecentrale en dient goed gemonitord te worden.

KPI 10: β -factor

De β -factor (beta-factor) is de verhouding tussen het maximale netto verwarmingsvermogen en het condensorvermogen van de warmtepomp. Deze verhouding geeft aan hoeveel procent er door de thermische energie wordt geleverd door de warmtepomp. De β -factor komt tot stand door de integraal van de waarden van de jaarbelastingduurkromme (JBDK) te gebruiken. Een voorbeeld van een JBDK is weergegeven in Figuur 4-1. Op de y-as is te zien wat de percentuele bijdrage is van de bijstook. Bij een condensorvermogen van ca. 50% van het maximale vermogen zal 90-95% van de jaarlijkse behoefte van de warmtevraag worden gedekt door de warmtepomp. (ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017).



Figuur 4-1: Voorbeeld van een JBDK (https://geothermie.nl/images/Handboeken/Geothermie_in_de_Gebouwde_Omgeving.pdf)

KPI 11 t/m 14: Debieten

Het is mogelijk dat er een lek ontstaat of dat pompen niet goed functioneren. Op zo'n moment die de gebruiker geïnformeerd te worden dat er iets mis is. Dit dient aangeduid te worden, maar de daadwerkelijke waarden/trends hoeven niet primair uitgelezen te kunnen worden (initiële weergave). Deze waarden worden tevens gebruikt in het berekenen van de geleverde thermische energie

KPI 15: Additionele thermische energie

Het additionele vermogen dat de Drycooler kan/heeft geladen is voor het balanceren van de bodem van belang. Ook kan er gekozen worden om overtollige energie van de warmtepomp af te voeren. Deze prestatie kan ook van belang zijn, omdat onbepaald afvoeren van energie ('energie vernietigen') niet is toegestaan (Reeder, 2018).

KPI 16: (Cumulatief) Elektriciteitsverbruik

Dit getal wordt onder andere gebruikt voor het bepalen van de COP en SPF. Separate weergave van het gebruik geeft inzicht hoeveel er is gebruikt en hoe hoog de elektriciteitsrekening kan worden. Zowel het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp, als die van de bronpompen dienen gemonitord te worden.

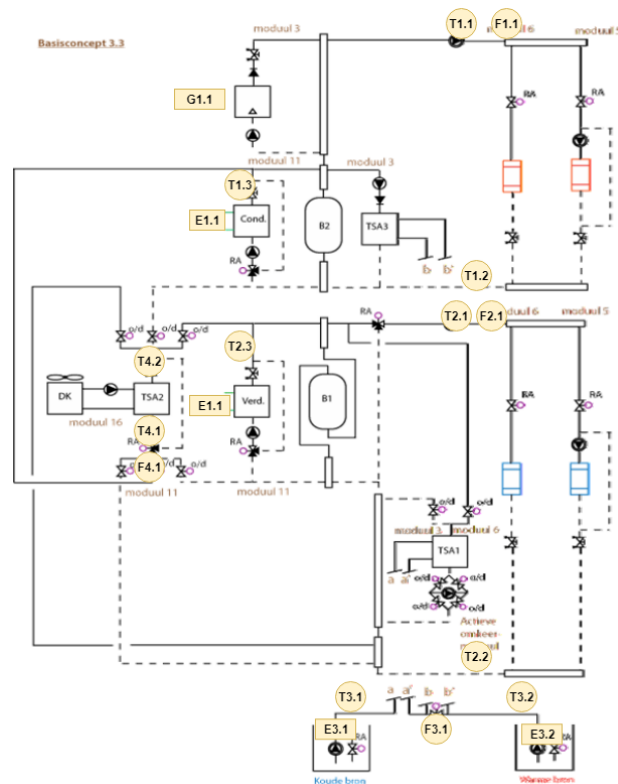
KPI 17: (Cumulatief) Gasverbruik

Dit getal wordt gebruikt voor het bepalen van de CO₂-besparing en de β-factor. Separate weergave geeft inzicht van het verbruik.

4.3 Minimale set aan vereiste sensoren

De benodigde sensoren om de KPI's te bepalen zijn hieronder weergegeven. De locatie van de sensoren zijn in Figuur 4-2 weergegeven. Bij de bron is te zien dat de sensoren voor het (ont)laden gelijk zijn. Door de werking van het systeem kunnen de sensorwaarden voor beide doeleinden gebruikt worden. Deze sensor waarden zullen echter als aparte gegevens worden gelogd.

- T aanvoer CV-circuit (T1.1)
- T retour CV-circuit (T1.2)
- Debiet CV-circuit (T1.1)
- T aanvoer GKW-circuit (T2.1)
- T retour GKW-circuit (T2.2)
- Debiet GKW-circuit (F2.1)
- T injectie koude bron (T3.1)
- T onttrekking koude bron (T3.1)
- Debiet koude bron (F3.1)
- T injectie warmte bron (T3.2)
- T onttrekking warmte bron (T3.2)
- Debiet warmte bron (F3.1)
- T uit condensor (T1.3)
- T uit verdamper (T1.3)
- Additionele thermische energie (T4.1, T4.2 & F4.1)
- Elektraverbruik van warmtepomp (E1.1)
- Elektraverbruik van bronpomp(en) (E3.1)
- Gasverbruik bijstook (G1.1)



Figuur 4-2: locaties van de minimaal vereiste sensoren

4.4 Programma van Eisen m.b.t. het MoBaMoBES-model

In het PvE zullen de ontwerpcriteria gecategoriseerd en genummerd worden voor structuur en verwijzingen. Tevens zullen de argumentaties, manier van toetsing en de bron van de criteria worden benoemd.

4.4.1 Randvoorwaarden

Voordat er een monitoringstool ontworpen kan worden moet er aan de onderstaande randvoorwaarden minimaal voldaan worden (*Tabel 10* Randvoorwaarden voor het BESTabel 10). Zonder te voldoen aan deze randvoorwaarde is monitoring van het systeem zinloos.

Tabel 10
Randvoorwaarden voor het BES

Categorie:	Nummer	Ontwerpcriteria	Argumentatie	Bron
Algemeen	1.	De energiecentrale dient afgestemd te zijn op de vraag van het gebouw	Leveringsgarantie	(ISSO, Kennisinstituut voor bouwen installatietechniek, 2017)
Algemeen	2.	Het BES dient te functioneren binnen de functionele eisen, zonder (veel) foutmeldingen tijdens normaalbedrijf.	Als er al bekend is dat het BES niet goed werkt dient er fundamenteleler naar het systeem gekeken te worden, in plaats van 'finetunen' op basis van gemeten data	(ISSO, Kennisinstituut voor bouwen installatietechniek, 2017)
Prestatie BES	3.	Taanvoer, GKW >10°C	<10°C vereist een (te) lage bron temperatuur	(ISSO, kennisinstituut voor bouwen installatietechniek, 2017, p. 47)
Prestaties BES	4.	De injectietemperaturen moeten binnen de vergunde waardes blijven	Voldoen aan vergunning	
Prestaties BES	5.	Minimale terug-regelbaarheid van het GKW-circuit ≤ terug-regelbaarheid bronsystemen	Koelvermogen is maatgevend, wordt bepaald door temperaturen en debiet	(ISSO, kennisinstituut voor bouwen installatietechniek, 2017, p. 48)

4.4.2 Programma van Eisen m.b.t. het MoBaMoBES-model

In onderstaande tabel zijn de ontwerpcriteria die gelden voor de monitoringstool weergegeven. Dit zijn de ontwerpcriteria die van toepassing zijn voor het Excel-rekenmodel.

De categorie ‘Verwachte waarde’ gaat over ontwerpcriteria die van toepassing zijn voor de benodigde parameters om de verwachte waarden van de KPI’s te kunnen bepalen. De casus dient gekoppeld te worden aan de rekenmethodiek van de KPI’s en deze stemmen op de interne componenten van het BES. De categorie ‘KPI rekenmethodiek’ zal eisen stellen aan de rekenmethodiek van de KPI’s.

Tabel 11

Ontwerpcriteria van de monitoringstool MoBaMoBES

Categorie:	Nummer	Ontwerpcriteria	Argumentatie	Toetsing	Bron
Verwachte waarden	1.	De verwachte waarden dienen gebaseerd te zijn op de gegevens van het casusobject	Als de casus bijv. een 600 kW vermogensvraag heeft, moeten de verwachte waarden geen rekening houden met een 250 kW verwacht maximaal vermogen.	Trends van gemiddelde metingen dienen enigszins overeen te komen met de verwachte waarden	Hoofdstuk 3: Werking BES + hoofdstuk 5: Casus (ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017)
Verwachte waarden	2.	De verwachte waarden zijn implementeerbaar in de KPI rekenmethodiek	Het presteren van het BES dient gemonitord te worden a.d.h.v. verwachte waarden. Meting en verwachting moeten vergeleken kunnen worden	Beoordeling en weergave van KPI’s tijdens het gebruik van de monitoring.	(ISSO-publicatie 102: Prestatie-indicatoren voor Duurzaam Beheer en Onderhoud, 2013)
Verwachte waarden	3.	De bandbreedtes rondom de verwachte waarden dienen de eindgebruiker inzicht te geven of gemeten waarden wel of niet foutief zijn, rekeninghoudend met de ruis van gemeten data	Waarden rondom het verwachte setpoint dienen niet direct foutief te zijn, als deze binnen de gestelde parameters vallen.	Simulatie in Excel	Zie hoofdstuk 4.1 (KPI’s)
KPI rekenmethodiek	1.	Er moet voldaan worden aan de minimale set van sensoren, zie Hoofdstuk 4.3: Minimale set aan sensoren	Inzicht geven in het gevraagde vermogen om een vergelijking te kunnen doen tussen gemeten en verwacht	Beoordeling KPI’s, Simulatie run	Zie hoofdstuk 4.1 + 4.3

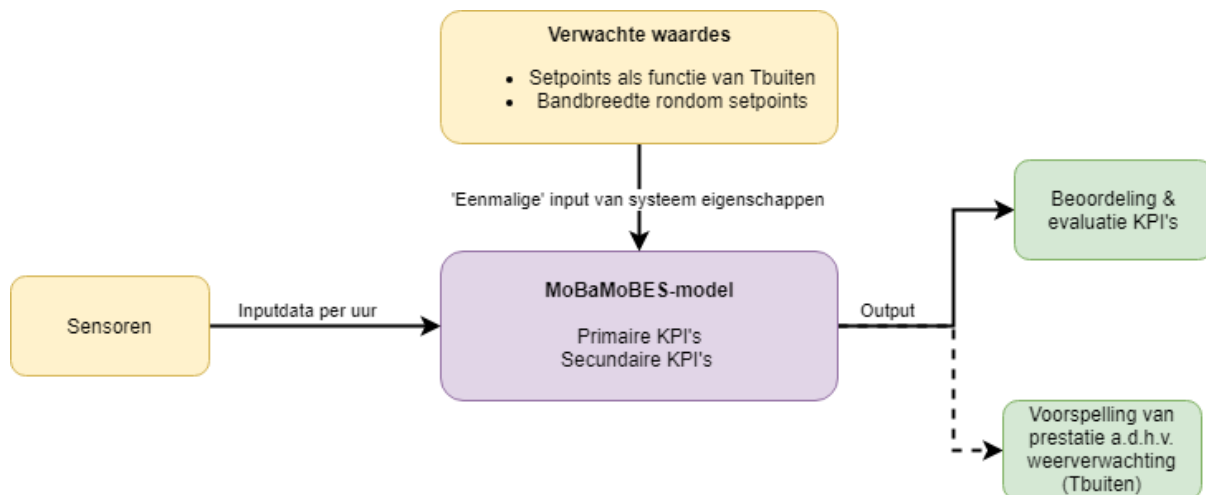
5 Werking van model gebaseerde monitoring m.b.v. casus

5.1 MoBaMoBES-Model

Het model dat voor de monitoring van het BES zorgt is een set van berekeningen die de werking van het BES beoordelen. De set bestaat uit de primaire en secundaire KPI's die in hoofdstuk 4.1 staan beschreven. De beoordeling zal plaatsvinden door de vergelijking tussen gemeten waarden in het BES en de verwachte waarden als functie van de buitentemperatuur. In Figuur 5-1 is een visuele weergave van het model gemaakt.

In de beoordeling zal er worden gekeken naar hoeveel de gemeten data, per KPI, afwijkt van de verwachte waarde. Als deze binnen de gestelde grenswaarden valt (bandbreedte) zal deze als 'goed' worden beoordeeld. Als deze vergelijking buiten de gestelde bandbreedte valt dient de eindgebruiker hiervan op de hoogte gesteld te worden door middel van een foutmelding.

Doordat de uitkomst van de berekeningen van het monitoren op basis van de buitentemperatuur wordt bepaald is het mogelijk om aan de hand van de weersvoorspelling een schatting te doen in het presteren van het BES. Dit zal pas naar voren komen als er is bewezen dat het MoBaMoBES-model werkt en geïmplementeerd wordt voor dagelijkse monitoring.



Figuur 5-1: Grafische weergave van MoBaMoBES-model

Om het model te testen zijn verwachte waarden en metingen van een BES nodig. Hiervoor zal een casus worden gebruikt.

Allereerst zal er een toelichting worden gegeven over het casusobject. Vervolgens zal er worden ingegaan op het aantal gelogde sensoren overeenkomen met de eisen van het model. De niet gelogde data en niet gelogde sensoren zullen geprobeerd achterhaald te worden.

5.2 Het casusobject

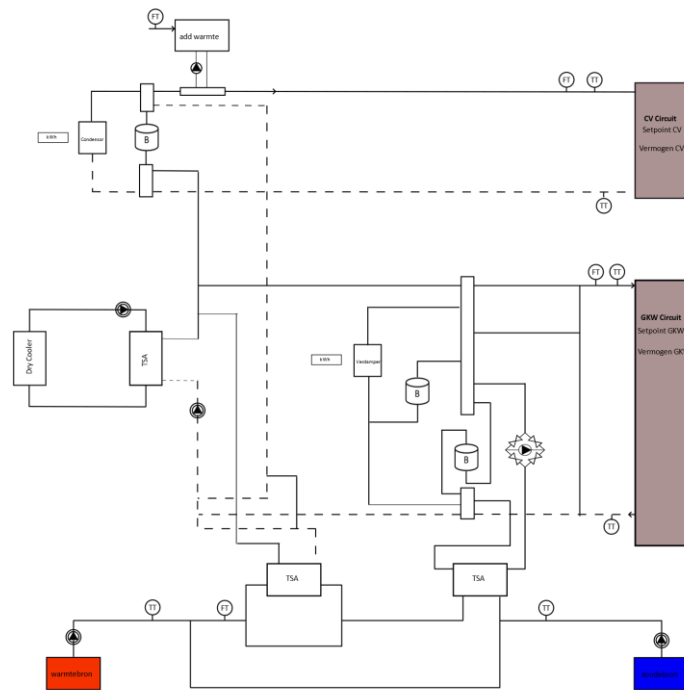
In deze alinea zal worden ingegaan op het principeschema en de regeltechniek van het casusobject. Het warmtedistributiesysteem in het gebouw bestaat uit twee LBK en twee zones vloerverwarming/koeling. Door de vier afgiftekanalen is het simuleren van het gebouw erg complex en zal niet in dit rapport worden behandeld.

Er is data verkregen is afkomstig uit Monavisa, een voorganger van SIMAXX. Monavisa is gekoppeld aan het PRIVA-systeem dat de meet- en regeltechniek regelt in het gemeentekantoorpand.

Het principeschema van het casusobject is getekend door het bedrijf Wolter & Dros en is weergegeven in Bijlage 4. In het principeschema is alle meet- en regeltechniek genummerd, waar aan gerefereerd wordt in het regeltechnische document, Bijlage 5. De energiecentrale bestaat uit de volgende opwekkers:

- 1x Doublet bron
- 1x warmtepomp:
Carrier Aquasnap RW30 - 110
- 1x Drycooler
- 2x Hr-ketels:
Remeha Quinta Pro 115

In een aantal opzichten is het casusobject gelijk aan het basisconcept 3.3. De verschillen zijn een extra buffervat in het koude circuit en een extra cv-ketel als additionele bijstook. Het extra buffervat wordt enkel ingezet bij de bedrijfstand “Hoog Zomer”, dit heeft op de andere bedrijfsstanden niet of nauwelijks invloed. De extra cv-ketel wordt qua vermogen en verbruik bij de eerste ketel gerekend. Dit heeft geen invloed op het apart berekenen van de prestaties.



Figuur 5-2: Schematische weergave van principeschema

5.3 Historische data analyse

Voor het in kaart brengen van de prestatie van het BES is er een dataset uit 2016 beschikbaar gesteld. De dataset uit Monavisa is een .csv bestand. Deze dataset bevat een heel jaar met gelogde data, 8670 uur met waarden. De punten die gelogd zijn en waarmee gerekend kan worden zijn weergegeven in Tabel 12:

Tabel 12:
Gelogde punten in dataset

Object	Eenheid
Datum/tijd	Tijd
Buitemtemperatuur volgens KNMI	°C
Buitemtemperatuur volgens gebouwbeheersysteem	°C
Gasverbruik van Hr-ketels	m ³ /h
Elektriciteitsverbruik warmtepomp	kWh
Volumedebiet van CV	m ³ /h
Aanvoertemperatuur van CV	°C
Retourtemperatuur van CV (gefilterd en ongefilterd)	°C
Setpoint van CV	°C

Vermogen van CV (Berekend)	kW
Volumedebiet van GKW	m ³ /h
Aanvoertemperatuur van GKW	°C
Retourtemperatuur van GKW (gefilterd en ongefilterd)	°C
Setpoint van GKW	°C
Vermogen van GKW (Berekend)	kWh
Temperatuur koude bron injectie	°C
Temperatuur koude bron onttrekking	°C
Temperatuur warme bron injectie	°C
Temperatuur warme bron onttrekking	°C
Volumedebiet bron	m ³ /h
Balans bodem	kWh

5.4 Missende data

In de dataset zijn de maanden april en mei niet bruikbaar om de energieprestaties te bepalen. De prestaties zijn in die periode niet of met flarden gelogd. De reden waardoor dit komt is niet bekend bij de beheerder (binnen DWA). De rest van de dataset is compleet en zal worden gebruikt voor het analyseren van de prestaties.

Het percentage missende data is 24% (2117 niet gelogde uren). Dit zijn niet alleen de maanden april en mei, maar ook met storingen tijdens normaal bedrijf.

5.5 Achterhalen van niet gelogde data punten

De gelogde punten in Tabel 12 komen niet overeen met de minimaal vereiste sensoren om de KPI's te bepalen (bijv. COP_{vk} en SPF_k). Om deze punten te achterhalen is een extra rekenslag gemaakt om een benadering te doen naar deze gegevens. Dit betekent dat de casus in dit project niet het meest geschikt is, maar wel werkbaar gemaakt kan worden voor de eerste ontwikkeling van de monitoringstool.

De punten die niet worden gelogd en wel in het PvE zijn opgenomen zijn:

- Uittredende temperaturen van de condensor en de verdamper
- Additionele thermische energie (temperaturen & debiet)
- Elektriciteitsverbruik van bronpompen

5.5.1 Uittredende temperaturen van condensor en verdamper

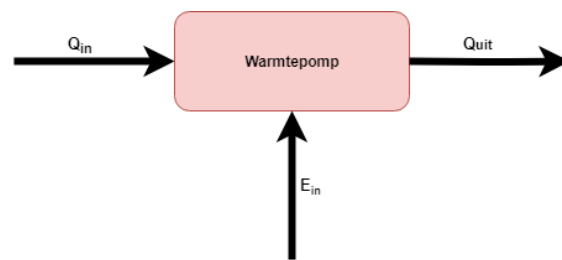
Bij een complete dataset zou de uittredende temperaturen van zowel de condensor als de verdamper worden gebruikt om de geleverde energie van de warmtepomp te berekenen. Door gebruik te maken van de 1^e wet van de thermodynamica is er een benadering gedaan naar de geleverde energie door de warmtepomp.

Vergelijking (8) geeft de formule weer die hiervoor is gebruikt. Er is geen rekening gehouden met de verliezen die binnen het systeem kunnen optreden (2^e wet van de thermodynamica).

$$Q_{condensor,i} = \sum_{\Delta t_i=periode} \dot{m}_i * c * \Delta T_{CV,i} - \eta_{ketel} * G_{BES,i} * H_b \quad (8)$$

- $Q_{condensor,i}$ = vermogen opgewekt door condensor [kWh]
- \dot{m}_i = Volumedebiet van het CV circuit [m³/h]
- c = soortelijke energie water = 1.167 [kWh/°C]
- $\Delta T_{CV,i}$ = verschil in aanvoer & retourtemperatuur CV-circuit [°C]
- η_{ketel} = rendement ketel = 0.87 (0) [-]
- $G_{BES,i}$ = gasverbruik van BES [m³/h]
- H_b = Verbrandingswarmte aardgas = 9.76 [kW/m³]

Door het bepalen van het condensorvermogen van de warmtepomp kan ook het verdampervermogen worden berekend, zie Figuur 5-3 en vergelijking (9).



Figuur 5-3: visualisatie van werking warmtepomp te ondersteuning van vergelijking (9)

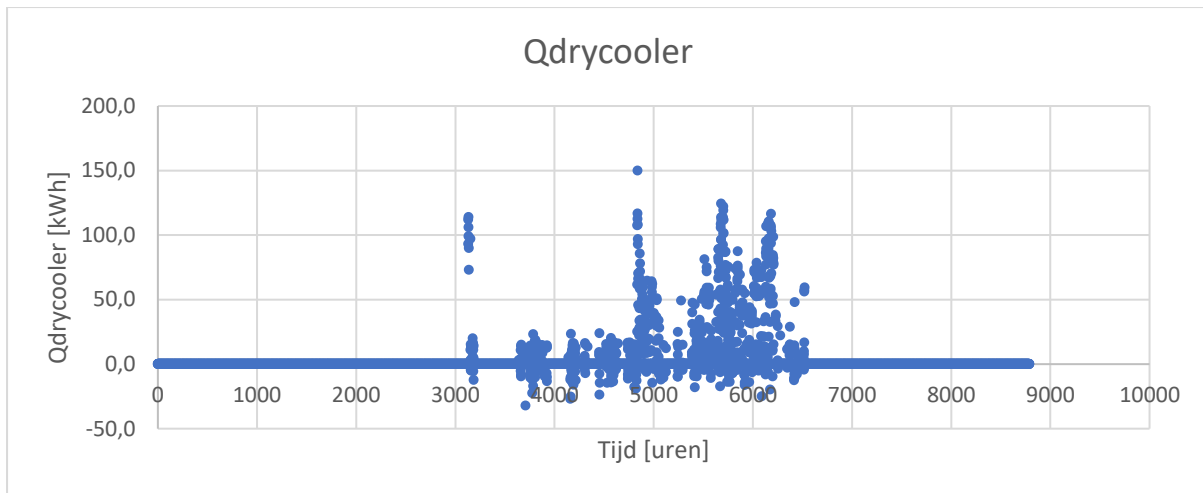
$$Q_{condensor,i} = Q_{verdamp,i} + E_{BES} \quad (9)$$

5.5.2 Additionele thermische energie

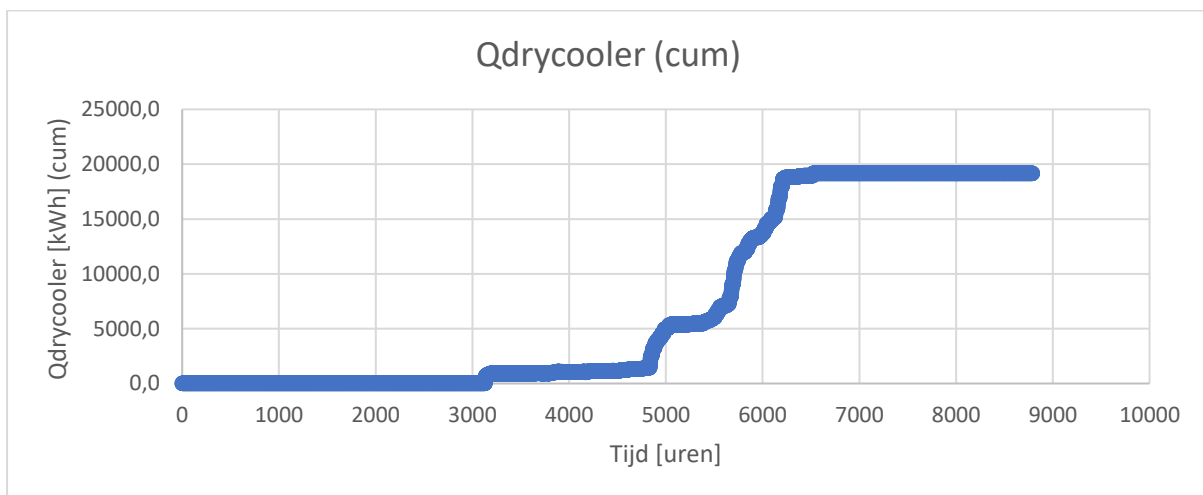
Om te achterhalen wat de Drycooler als additionele thermische energie heeft bijgevoegd is er een benadering gedaan aan de hand van de beschikbare data en de regeltechniek van het BES. Vergelijking (10) is gebruikt, als T buiten >20°C (Bijlage 5), om de opgewekte energie van de drycooler te bepalen. Figuur 5-4 is een weergave van de prestatie van de drycooler in de tijd. Figuur 5-5 is de weergave van de gecumuleerde prestaties van de Drycooler.

Uit deze grafieken is een eindbalans op te maken, maar doordat deze gegevens niet gelogd zijn is dit een gok naar de daadwerkelijke prestaties. Er wordt aanbevolen om de drycooler wel tussen de gelogde data set te krijgen voor het monitoren van BES.

$$Q_{drycooler} = Q_{vraag,koelen} - Q_{koude ontladen} \quad (10)$$



Figuur 5-4: Benadering Qdrycooler in de tijd als T_{buiten} >20°C



Figuur 5-5: Benadering Qdrycooler in de tijd als T_{buiten} >°C (cumulatief)

5.5.3 Elektriciteitsverbruik van de bronpompen

Met de verkregen data en met de aannames die gemaakt moesten worden is het niet gelukt om een redelijk inschatting te kunnen doen naar het elektriciteitsverbruik van de bronpompen. Aannames die gemaakt moesten worden waren bijvoorbeeld η_{bronpomp} , en ΔP van de bronpomp. Door het niet kunnen bepalen van het elektriciteitsverbruik van de bronpompen kunnen de COP_{vk} en SPF_k niet worden bepaald, waardoor een deel van de monitoring niet kan worden uitgevoerd. Dit benadrukt de noodzaak van het loggen van de minimale set van gelogde sensoren.

6 Monitoring op basis van het MoBaMoBES-model

Om te kunnen monitoren zijn naast het cumuleren van waarden (bijv. CO₂-besparing) ook verwachte waarden van temperatuurafhankelijke KPI's nodig (bijv. T_{aanvoer} of Q_{vraag}). De engineer van het BES zal bij het ontwerpen een berekening doen naar het gevraagde vermogen uit het gebouw met behulp van een simulatieprogramma (bijv. Vabi Elements). Deze waarden zullen leiden tot de theoretische stooklijn van het systeem. De verwachte waarden zijn op basis van een lineair verband tussen de maximale en minimale ontwerpwaarden. De stooklijn van de casus is weergegeven in Figuur 6-1.

In werkpakket 1 (WP1) zijn naast de verwachte waarden van de stooklijn ook andere waarden van het systeem gedefinieerd, zoals bijvoorbeeld de vermogenslijn en de T_{retour}.

Het aantal sensoren dat in WP1 is gedefinieerd voor de monitoring van het BES is meer dan er in de regel (en op het casusobject) wordt gelogd. Dit is waarom deze lijst met verwachte waarden afwijkt vergeleken met de lijst uit dit rapport.

De verwachte waarden voor de casus zijn, op de stooklijn voor het verwarmen en koelen, niet bekend.

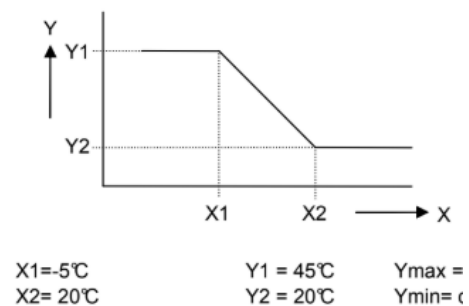
Alle KPI's dienen een verwachte waarde te hebben, behalve de KPI 3,4,5 en 10 (zie Tabel 13).

Tabel 13

Lijst met KPI's waar geen verwachte waarden voor worden bepaald als functie van T_{buiten}.

KPI's, niet als functie van T _{buiten}		
Nummer	Naam	% grenswaarde per gemeten gegeven
3.	SPF's	Cumulatief, tijdsafhankelijk
4.	CO ₂ -besparing t.o.v. referentie	Cumulatief, tijdsafhankelijk
5.	Bodembalans	Cumulatief, tijdsafhankelijk
10	β-factor	Cumulatief, tijdsafhankelijk

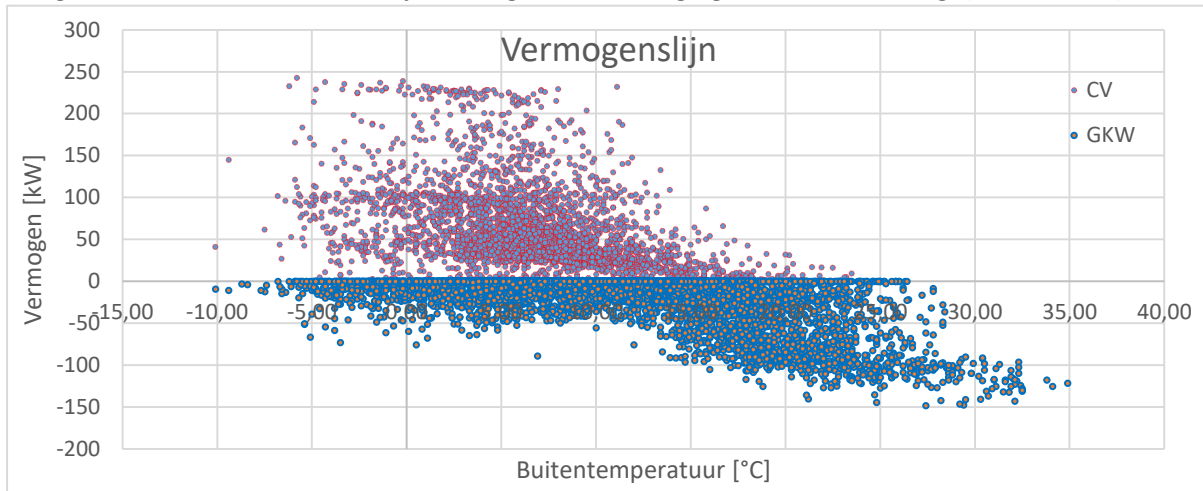
Stooklijn verwarmen



Figuur 6-1: Theoretische stooklijn van casus BES (Bijlage 5)

6.1 Verwachte waarden op basis van gelogde data

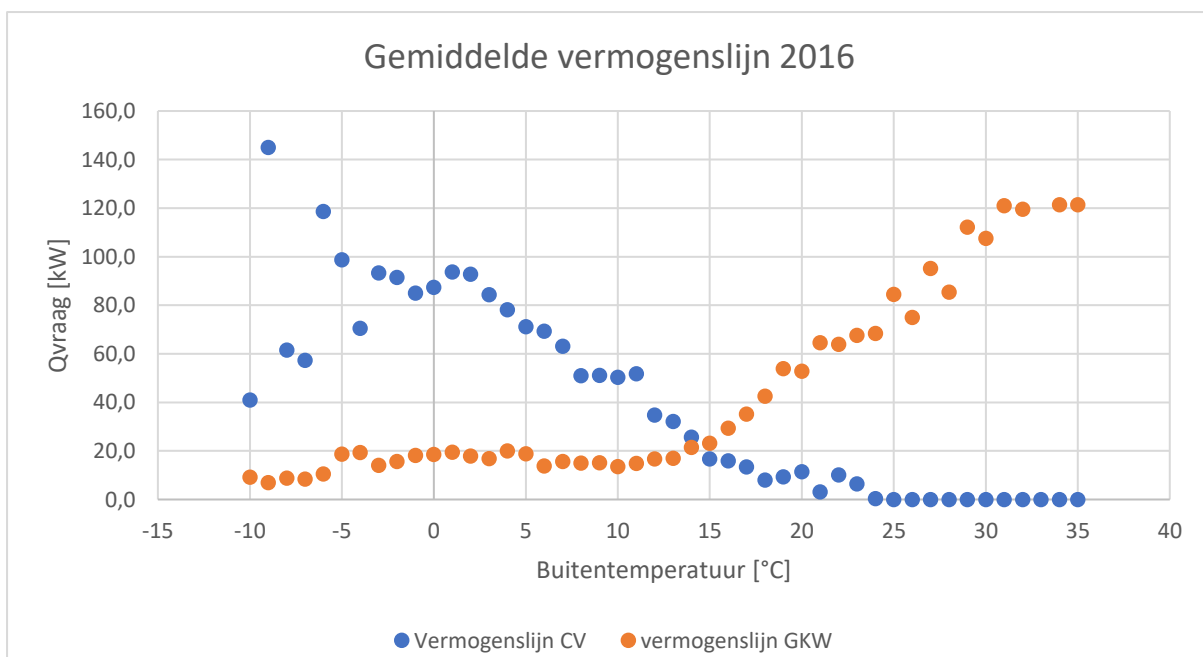
Om te achterhalen wat de verwachte waarden zijn is er gekeken naar de prestaties van het gebouw tijdens de gebruiksfase. Voor deze bepaling is gebruik gemaakt van de historische data uit 2016. In Figuur 6-2 is de ongefilterde gelogde vermogenslijn van het systeem in 2016 weergegeven. De spreiding op de gemeten data geven een duidelijk beeld aan dat deze data erg ruist ten opzichte van het van te voren bedachte patroon. Dergelijke ruis op de meetwaarden zijn volgens deskundigen op het gebied van BES onoverkomelijk en de grootste uitdaging van de monitoring (Wisse, 2018).



Figuur 6-2: ongefilterde vermogenslijn als functie van de buitentemperatuur

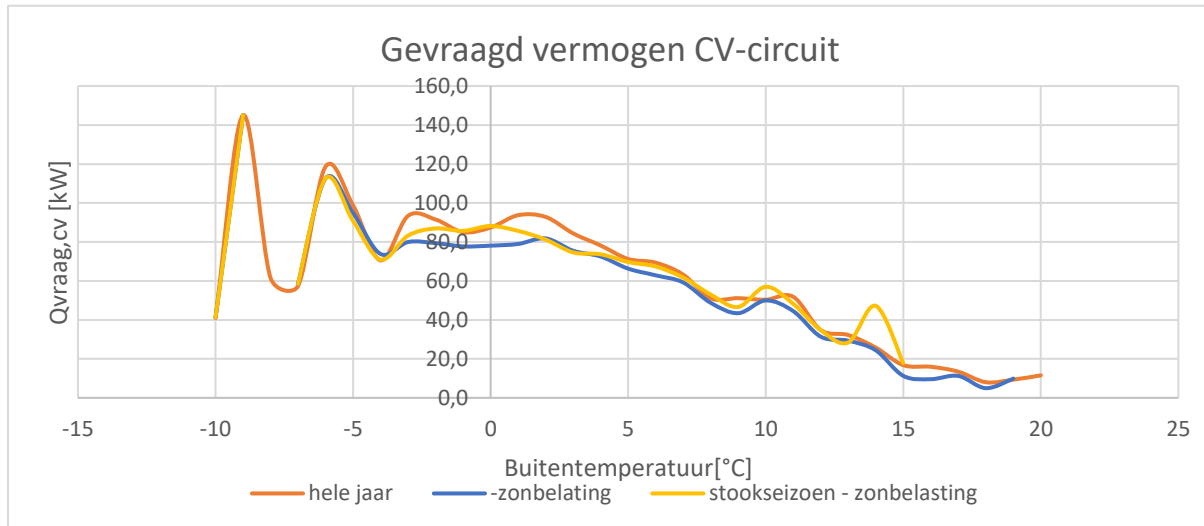
Om de ruis te vertalen naar een valide trend om de verwachte waarden te berekenen zijn verschillende acties ondernomen. Er wordt vanuit gegaan dat de sensoren correct en zuiver zijn gelogd in de berekeningen die worden gedaan in dit rapport (Bijlage 9).

Van de waarden uit de vermogenslijn in Figuur 6-2 zijn voor het opzetten van de verwachte waarden de gemiddelde waarden genomen, Figuur 6-3 is hier een grafische weergave van. In Figuur 6-3 is te zien dat de trend nog niet zuiver (geen lineair verband over de hele reeks) is en dat er een bepaalde ruis zit waartussen de gemiddelde waarden vallen.



Figuur 6-3: Gemiddelde vermogenslijn uit 2016

Om te onderzoeken of het nodig is om de validiteit van de sensoren en het systeem (temperaturen, debiet, volume en vermogens) apart te analyseren is er gekeken naar het gevraagde vermogen van het CV-circuit. Dit is onderzocht, omdat er spreiding kan ontstaan door onder andere zonbelasting en tussenseizoenen. De verschillende trends die uit deze data-analyse komen zijn weergegeven in Figuur 6-4.



Figuur 6-4: Verschillende trend van het CV-circuit

De invloed van de tussenseizoenen of zonbelasting op het gemiddelde gevraagde vermogen van het CV-circuit zijn is verwaarloosbaar. De gelogde gegevens onder de -5°C geven de grootste afwijking op de trend(s). Dit komt omdat er $n < 5$ gelogde punten bij deze temperatuur zijn en hierdoor extreme (uur)waarden niet worden uitgemiddeld.

Om de zuiverheid van de verwachte waardes te verzekeren is er gekozen om verwachte waardes te baseren op het gehele jaar.

Er is voor de verwachte waarde een keuze gemaakt om deze met een lineair verband als functie van de buitentemperatuur te definiëren. Dit is een versimpeling van de werkelijkheid om de werking van het MoBaMoBES-model, de vergelijking tussen gemeten en verwacht, te testen. De verwachte waardes per sensor is weergegeven in Bijlage 8.

Bij deze bepaling van de verwachte waardes moet vernoemd worden dat dit enkel op basis is van één jaar en voor enkel dit casusobject. Voor het bepalen van de modellen zal voor toekomstige casussen individuele detaillering moeten plaatsvinden om de gegevens in het model toepasbaar te maken.

Voor de verwachte waardes van de bron zijn nu de gemiddelde gegevens uit 2016 gebruikt. Het rendement van de bronnen en de temperaturen, die afhankelijk zijn van hoeveel vermogen er is (ont)laden, zijn hierdoor vereenvoudigd. Deze detaillering valt niet binnen de scope van dit rapport en zal in een vervoltraject verder gedetailleerd kunnen worden.

6.2 Bepaling bandbreedte en vereenvoudigde afhankelijkheden

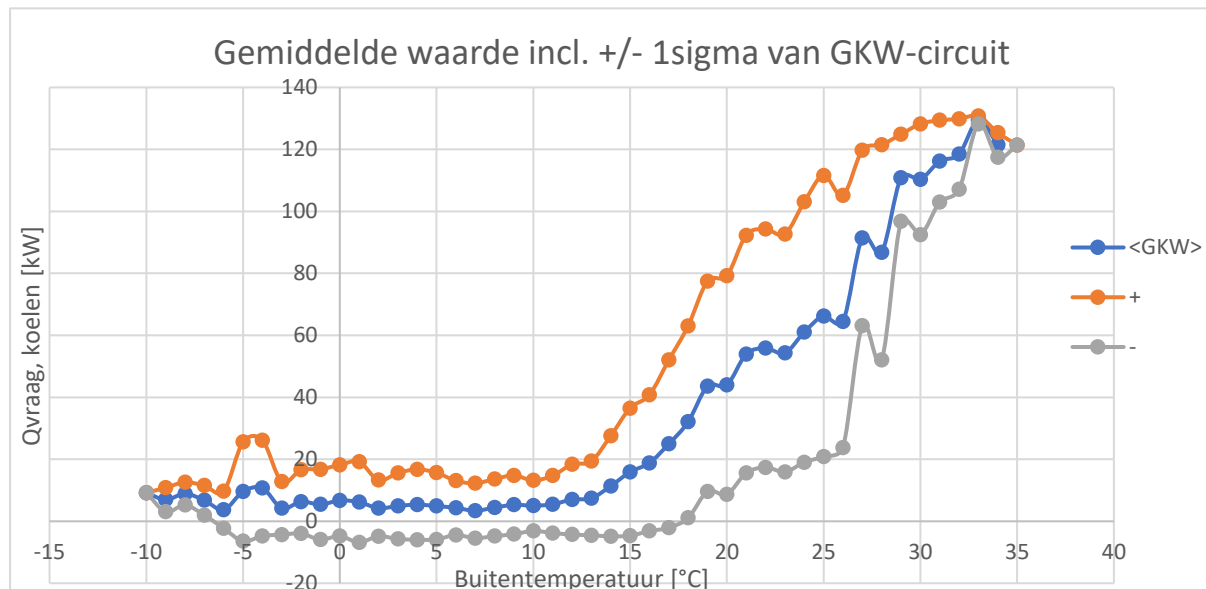
De verwachte waardes zijn theoretisch bepaald. Metingen rondom de verwachte waarde zijn niet meer dan normaal. Er dient een bandbreedte bepaald te worden, hoeveel er mag worden afgeweken van de verwachte waarde voor de beoordeling middels het model. De eerste bepaling van de temperatuurafhankelijke waardes en de bandbreedtes zullen tot stand komen op basis van de standaarddeviatie.

Door de standaarddeviatie te berekenen van de gemeten data uit 2016 is er de bandbreedte rondom de gemiddelde waarde heen gedefinieerd. Vergelijking (11) is gebruikt om de standaarddeviatie te bepalen.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n_x}} \quad (11)$$

- σ_x = Standaarddeviatie
- x_i = waarde van punt i
- \bar{x} = gemiddelde gemeten waarde
- n_x = aantal meetgegevens

De toegestane bandbreedte rondom de verwachte waardes is allereerst bepaald op 1 sigma (64,8%). De sigma's zijn vervolgens omgerekend naar een procentuele afwijking van de gemiddelde waarde. Figuur 6-5 is een visualisatie van de metingen van het GKW-circuit, inclusief de bandbreedte middels een standaarddeviatie van 1 sigma.



Figuur 6-5: voorbeeld van bepaalde standaarddeviatie op gemiddelde gemeten waardes

Er is gekozen om de gemiddelde procentuele afwijking te gebruiken als initiële bandbreedte van de verwachte waardes. Dit is wederom een versimpeling van de werkelijkheid om de werking van het model te testen. Vergelijking (12) is gebruikt om de gemiddelde procentuele afwijking te bepalen.

$$\text{Bandbreedte} = \langle x_i \rangle \pm \langle x_i \rangle * \langle \sigma\% \rangle \quad (12)$$

- $\langle x_i \rangle$ Gemiddeld gemeten waarde setpoint*¹
- $\langle \sigma\% \rangle$ Gemiddeld gemeten afwijking m.b.v. standaarddeviatie

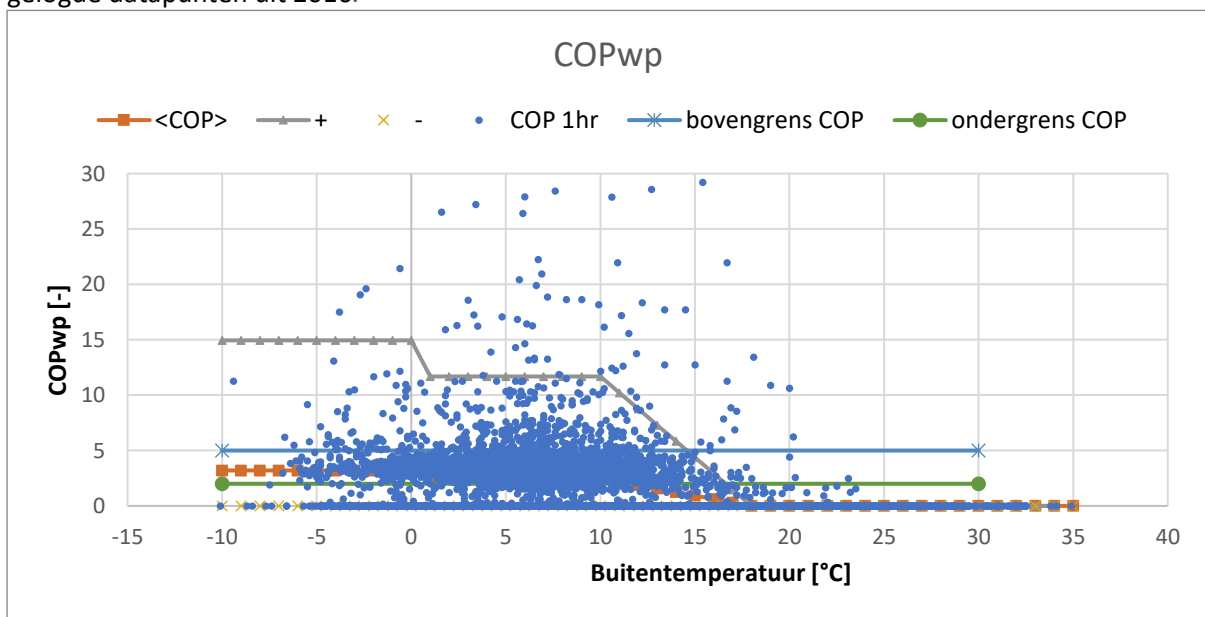
*¹ eenheid is afhankelijk van de grootheid die wordt uitgerekend (bij. T aanvoer → °C)

Voor bepaalde KPI's geldt niet alleen een procentuele afwijking als grenswaarde, maar ook harde grenswaardes die niet overschreden mogen worden. Deze waardes kunnen bijvoorbeeld te maken hebben met de vergunde waardes. De COP en SPF's zullen boven en ondergrenzen hebben. Dit zijn waardes die wel foutief zijn, maar hebben geen directe gevolgen. In Tabel 14 is een overzicht gegeven van alle KPI's, met in de tweede kolom de grenswaardes (procentueel of hard).

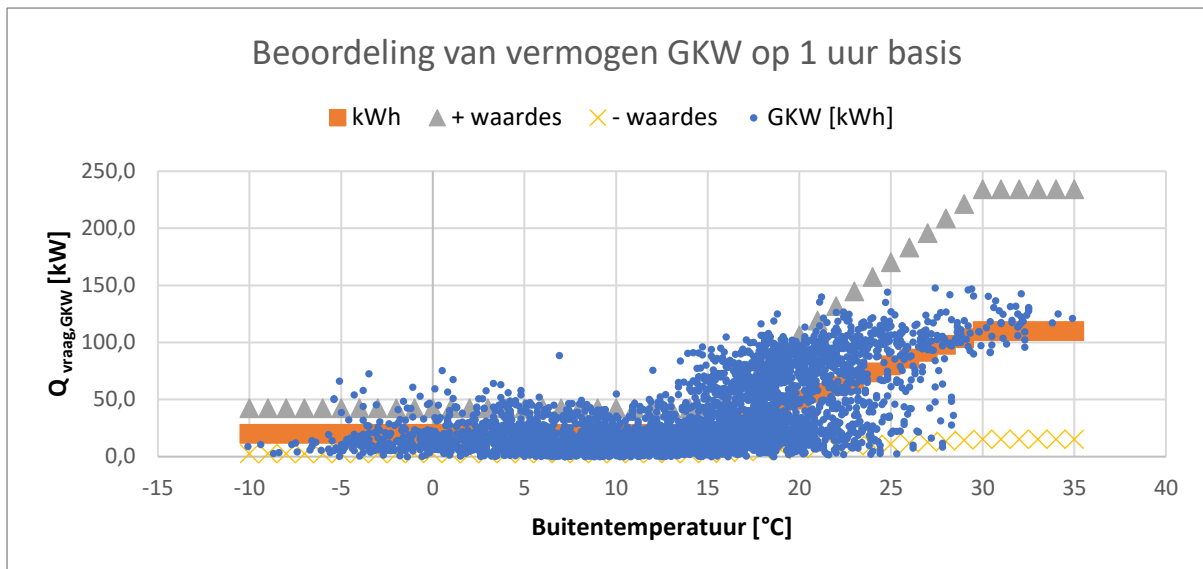
Tabel 14:
KPI initiële grenswaardes (1sigma dt=1uur)

Primaire KPI's		
Nummer	Naam	% grenswaarde per gemeten gegeven
1.	Weergave warmte- & koude-vraag (thermische energie)	warmte: +/-150% Koude: +/- 114%
2.	Coefficient of Performance	2 – 5 %:367%
3.	Seasonal Performance Factor	<2.5
4.	CO ₂ -besparing t.o.v. referentie	-
5.	Bodem balans	-
Secundaire KPI's		
6.	Aanvoer temperaturen	Hard: +5; -3 %: warm: +/-125%; koud: +/- 154%
7.	Retour temperaturen	Hard: +5; -3 %: warm: +/-90%; koud: +/- 77%
8.	Injectie temperaturen	Koud: max 12°C, min 9°C %: +/- 307% Warm: max 20°C, min 15°C %: +/- 135%
9.	Onttrekking temperaturen	Koud: max 11°C, min 9°C %: +/-138% Warm: max 17°C, min 14°C %: +/- 305%
10.	β-factor	>50%
11.	Debiet CV-circuit	+/-55%
12.	Debiet GKW-circuit	+/-101%
13.	Debiet warmtebron	37.5m ³ /h %:157%
14.	Debiet koude bron	37.5m ³ /h %: 354%
15.	Vermogen Drycooler	-
16.	(Cumulatief) Elektriciteitsverbruik	%: +/-255%
17.	(Cumulatief) Gasverbruik	%: +/-521%

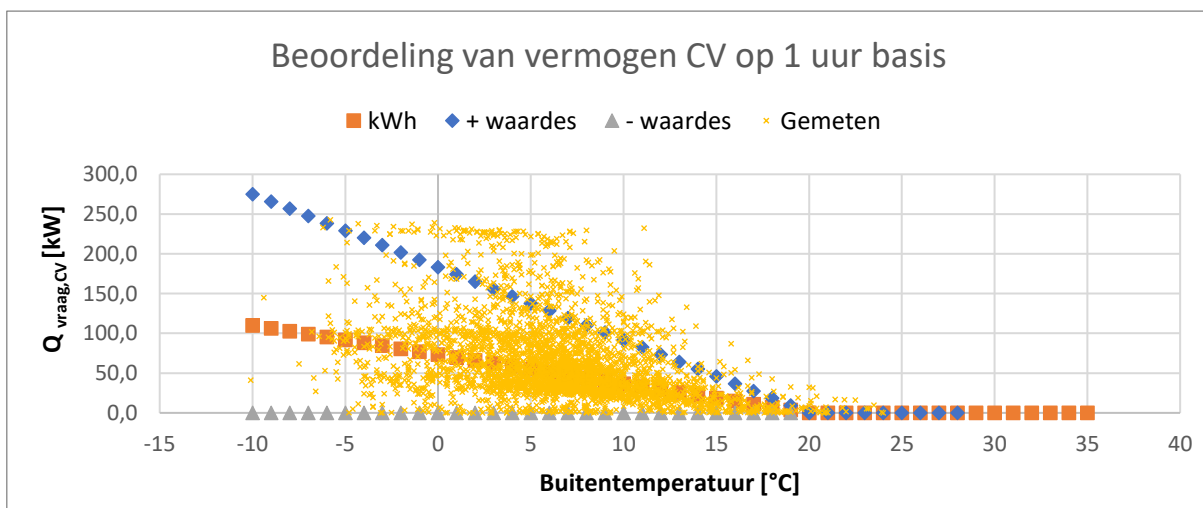
Er zijn ter illustratie van de verwachte waarden met bandbreedtes drie grafieken weergegeven van het model, COPwp, Qvraag,CV en Qvraag,GKW , zie Figuur 6-6 t/m Figuur 6-7. Hierin zijn ook de gelogde datapunten uit 2016.



Figuur 6-6: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, COPwp met meetgegevens dt=1uur $\sigma=1.0$



Figuur 6-7: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, $Q_{vraag,GKW}$ met meetgegevens $dt=1uur$ $\sigma=1.0$

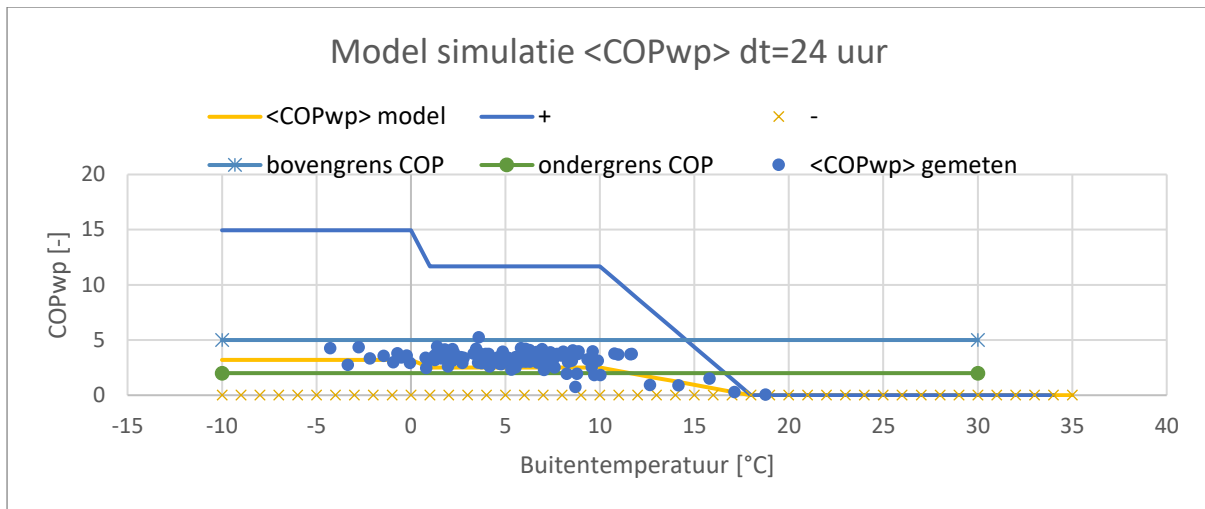


Figuur 6-8: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, $Q_{vraag,CV}$ met meetgegevens $dt=1uur$ $\sigma=1.0$

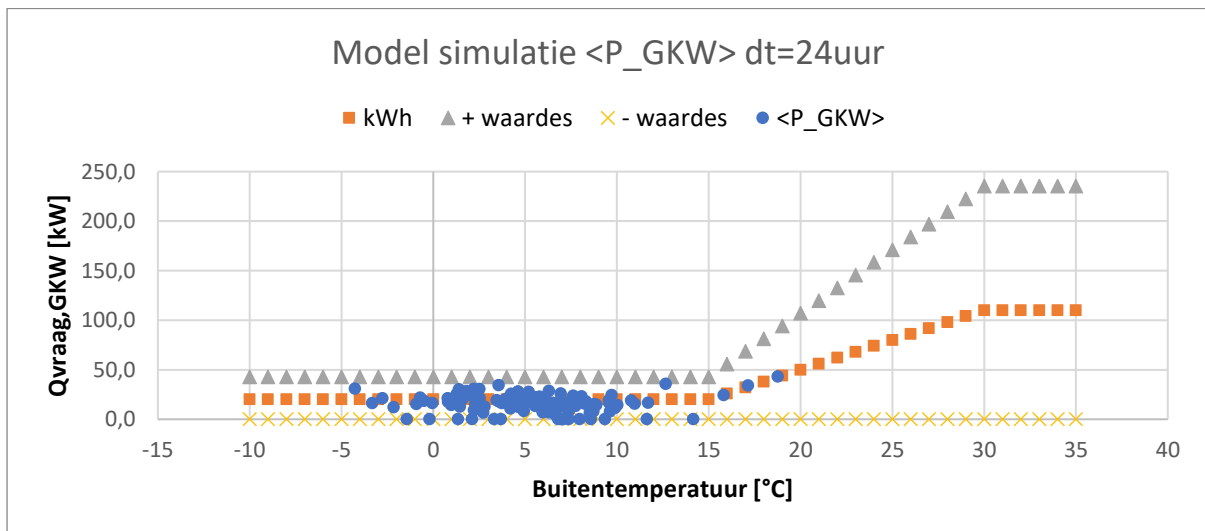
6.3 Evalueren over een langere periode

In Figuur 6-6 t/m Figuur 6-7 is duidelijk te zien dat de ruis het niet mogelijk maakt goed inzicht te krijgen in het presteren van het BES. Er is daarom gekozen om een iteratieslag te doen door het gemiddelde van de gemeten waardes over een periode van 24 uur te hanteren als evaluatie-interval.

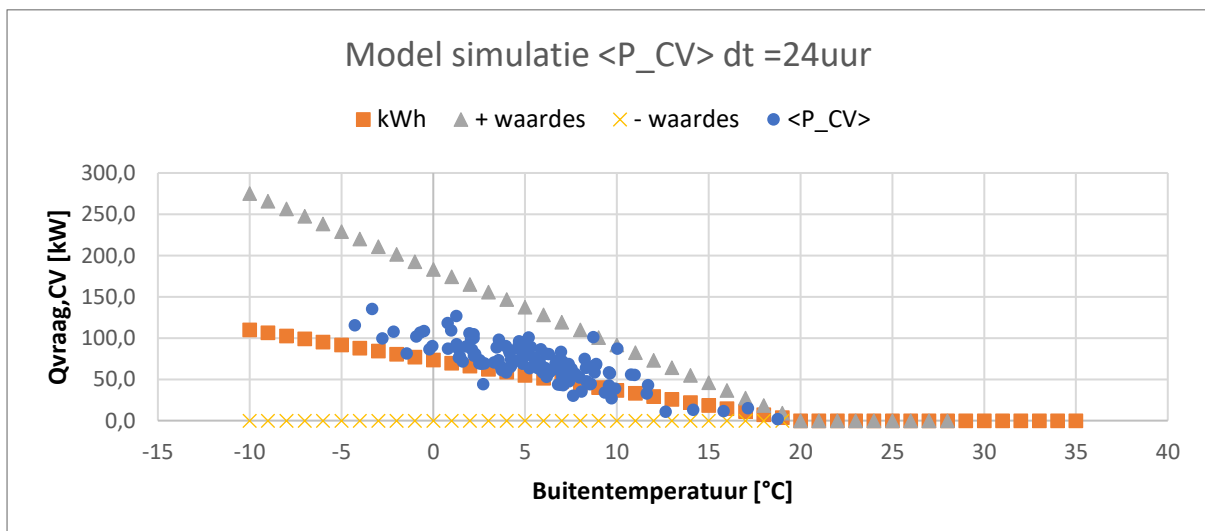
Het evalueren op 24 uur geeft de eindgebruiker beter inzicht in de prestatie van het BES, omdat zo de traagheid het gebouw mee is genomen in de energiebalans ($Q_{opwekkers}=Q_{vraag}$). Tevens zorgt een evaluatie op 24 uur ervoor dat de eindgebruiker niet onnodig veel foutmeldingen krijgt, als er een procentuele grenswaarde wordt overschreden.



Figuur 6-9: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, COPwp met meetgegevens dt=24uur $\sigma=1.0$



Figuur 6-10: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, Qvraag,GKW met meetgegevens dt=24uur $\sigma=1.0$



Figuur 6-11: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, Qvraag,CV met meetgegevens dt=24uur $\sigma=1.0$

In Figuur 6-9, Figuur 6-10 en Figuur 6-11 is te zien dat de prestaties van het BES veel beter gemonitord kunnen worden. Er zitten uitschieters tussen de gemeten gemiddelde waarden en deze metingen zouden foutmeldingen geven, die naar de eindgebruiker worden gestuurd.

Tevens is te zien dat de bandbreedtes van de verwachte waarden groot zijn. Deze zouden met een factor 5 ($\approx 1/\sqrt{24}$) verkleint kunnen worden, doordat er 24 minder meetpunten in de standaarddeviatie worden meegenomen. Dit levert echter een beoordeling op waar nog steeds veel metingen als foutief worden beoordeeld.

De gemiddelde procentuele afwijking met een sigma van 0,5 is gebruikt als bandbreedte. Deze waarden zullen worden verwerkt in het MoBaMoBES-model.

Tabel 15
Bandbreedtes KPI's na 1^e iteratieslag (0.5 sigma dt =1uur)

Primaire KPI's		
Nummer	Naam	% grenswaarde per gemeten gegeven
1.	Weergave warmte- & koude-vraag (thermische energie)	warmte: +/-75% Koude: +/- 57%
2.	Coefficient of Performance	2 – 5 %:184%
Secundaire KPI's		
6.	Aanvoer temperaturen	Hard: +5; -3 %: warm: +/-63%; koud: +/- 77%
7.	Retour temperaturen	Hard: +5; -3 %: warm: +/-45%; koud: +/- 39%
8.	Injectie temperaturen	Koud: max 12°C, min 9°C %: +/- 154% Warm: max 20°C, min 15°C %: +/- 68%
9.	Onttrekking temperaturen	Koud: max 11°C, min 9°C %: +/-69% Warm: max 17°C, min 14°C %: +/- 153%
11.	Debiet CV-circuit	+/-28%
12.	Debiet GKW-circuit	+/-51%
13.	Debiet warmtebron	37.5m ³ /h %:79%
14.	Debiet koude bron	37.5m ³ /h %: 177%
16.	(Cumulatief) Elektriciteitsverbruik	%: +/-128%
17.	(Cumulatief) Gasverbruik	%: +/-261%

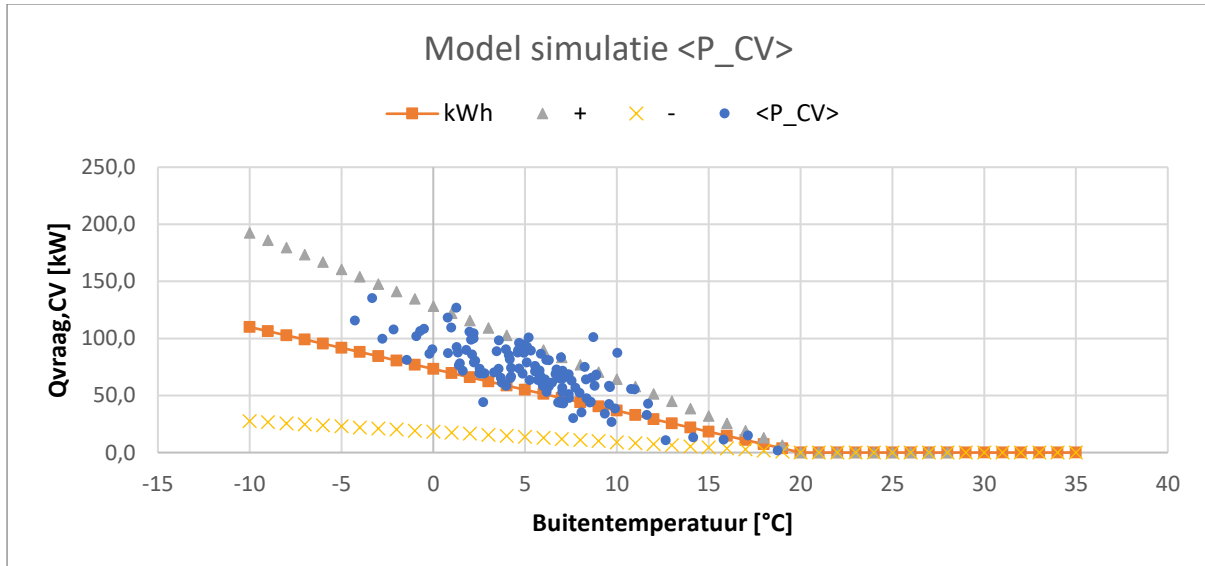
6.4 Simulatierun van het model middels Excel

Om het model te testen is er een simulatierun in Excel uitgevoerd. Hier zullen de gemeten waarden door middel van het model worden beoordeeld. Ter verificatie & illustratie zijn alleen de primaire KPI's in het rapport afgebeeld. De simulatie van de secundaire KPI's is weergegeven in Bijlage 8. De te beoordelen waarden in het model zullen op basis van de 24 uren evaluatie zijn (zie hoofdstuk 6.3). KPI 1 t/m 5 zullen worden geïllustreerd, waarna ze aan het eind van dit hoofdstuk geëvalueerd zullen worden.

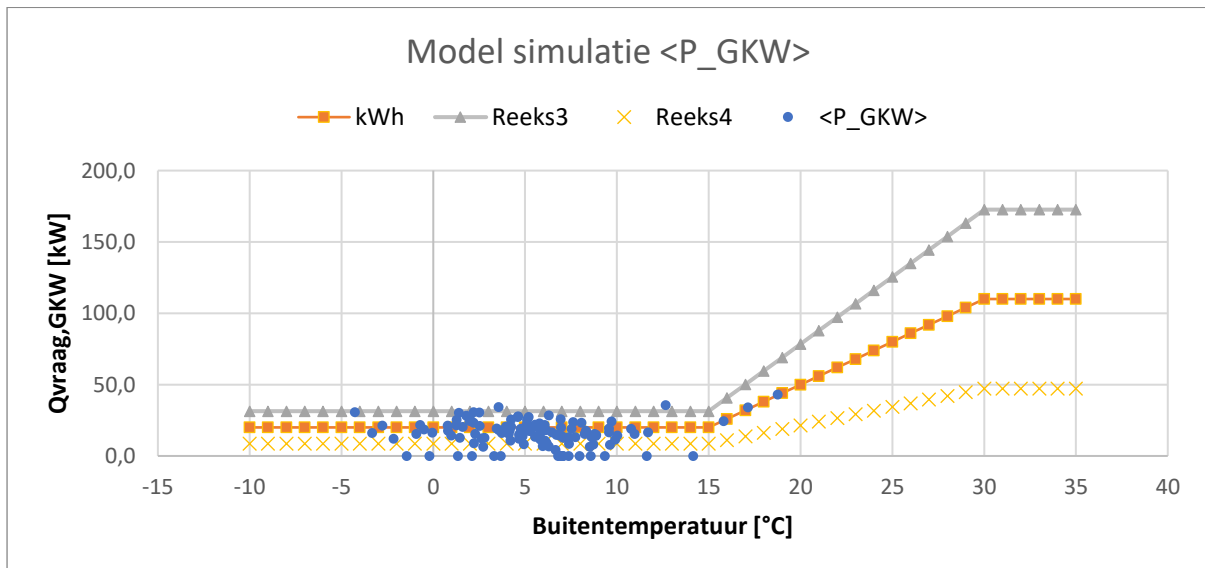
Simulatie resultaten KPI 1: Weergave warmte en koudevraag

De weergaven van de simulatie van KPI1: de warmte- en koudevraag is middels de grafieken in Figuur 6-12 en Figuur 6-13 uitgevoerd. Hierin is te zien dat veel van de gemeten waarden binnen de gestelde bandbreedte vallen.

Als er waardes buiten de gestelde bandbreedte vallen is dat duidelijk aangegeven. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de gemeten waarden, op basis van 24 uur, kunnen worden geëvalueerd middels het model.



Figuur 6-12: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, Qvraag,CV met meetgegevens dt=24uur $\sigma=0.5$

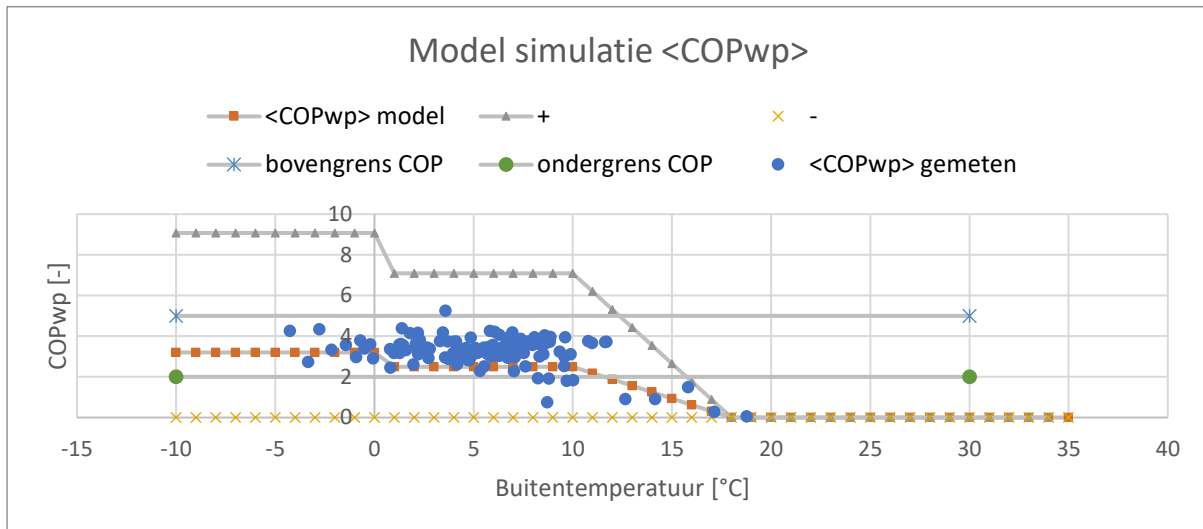


Figuur 6-13: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, Qvraag,GKW met meetgegevens dt=24uur $\sigma=0.5$

Simulatie resultaten KPI 2: COP

De gemeten COP_{wp} laat in de simulatierun zien dat er enkele waarden, bij een hogere buitentemperatuur, buiten de gestelde bandbreedte valt. Dit zou kunnen komen doordat de warmtepomp suboptimaal werkt door een te hoge aanvoertemperatuur (hoge retourtemperatuur uit het gebouw)(ir. Krevel, 2018). Dit toont aan dat er middels het model de COP kan worden geëvalueerd.

De COP_{vk} kan middels de beschikbare dataset niet worden bepaald, omdat het elektriciteitsverbruik van de bronpompen niet is gelogd of achterhaald kan worden



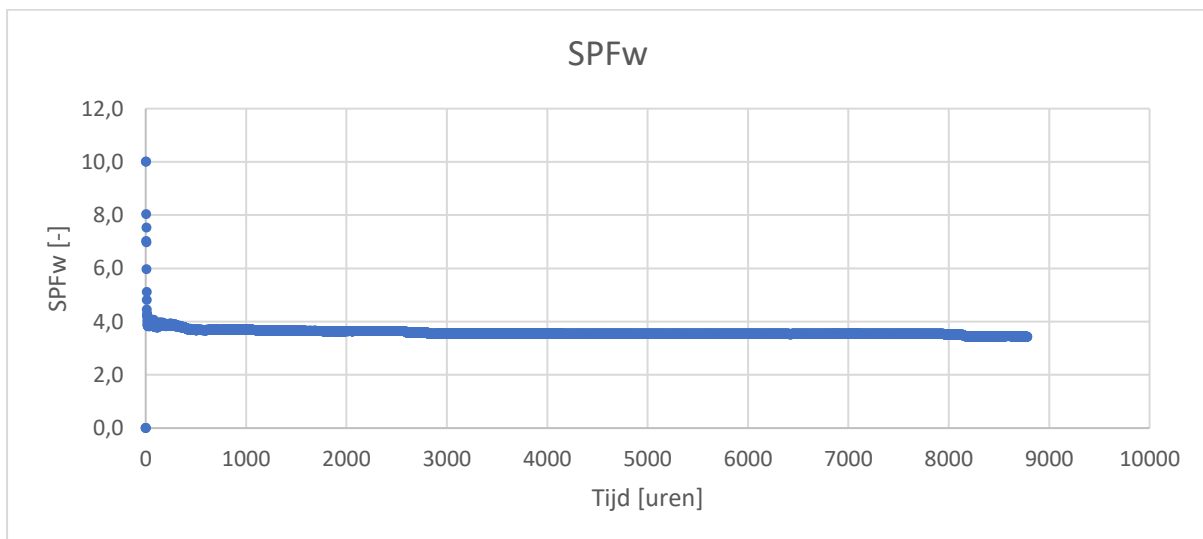
Figuur 6-14: Grafische weergave van MoBaMoBES-model, COP_{wp} met meetgegevens $dt=24$ uur $\sigma=0.5$

Waardes die alsnog buiten de grenswaardes vallen zijn prestaties van het systeem die onderzocht dienen te worden. In deze fase en met de beschikbare kennis is het niet mogelijk om exact te onderzoeken waar de afwijkende waardes vandaan komen. Bij dergelijke afwijkende waardes kan gekeken worden naar de volgende punten:

1. Foutieve metingen door temperatuur-, debiet- of volumesensoren
2. Defecten/fouten binnen het systeem

Simulatie resultaten KPI 3: SPF 's

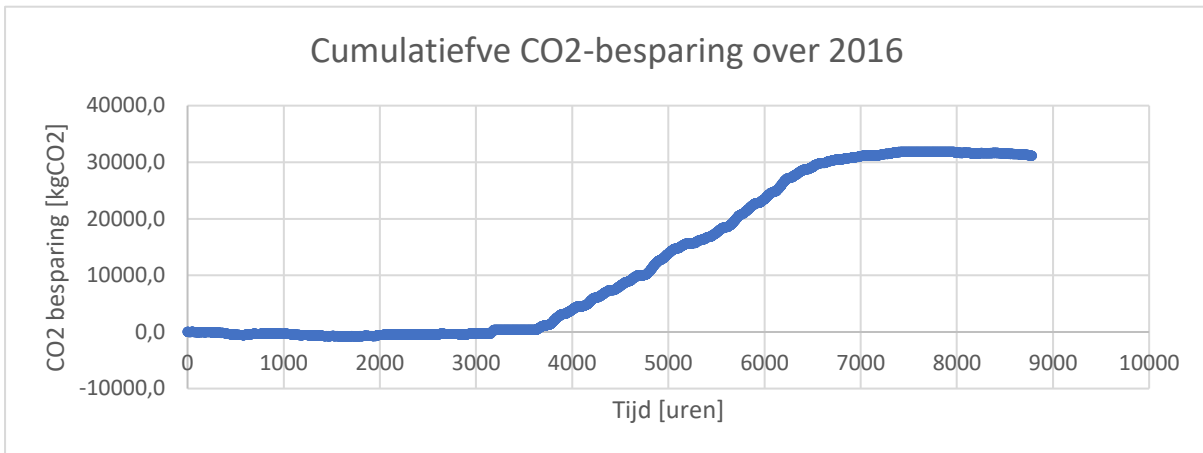
De SPF_w kan middels de bekende gegevens worden gelogd en vertoond worden, zie Figuur 6-15. De SPF_k kan niet met de dataset die voor handen is worden bepaald, omdat het elektriciteitsverbruik van de bronpompen niet zijn gelogd.



Figuur 6-15: Modelsimulatie van SPF_{warm} van het stook- + tussenseizoen middels BES

Simulatie resultaten KPI 4: CO₂-besparing

De CO₂-besparing, is in de simulatierun grafisch weergegeven, zie Figuur 6-16. Deze simulatie is bepaald over het hele jaar 2016. Hiermee is aangetoond dat de monitoring van de CO₂-besparing middels het model werkt.

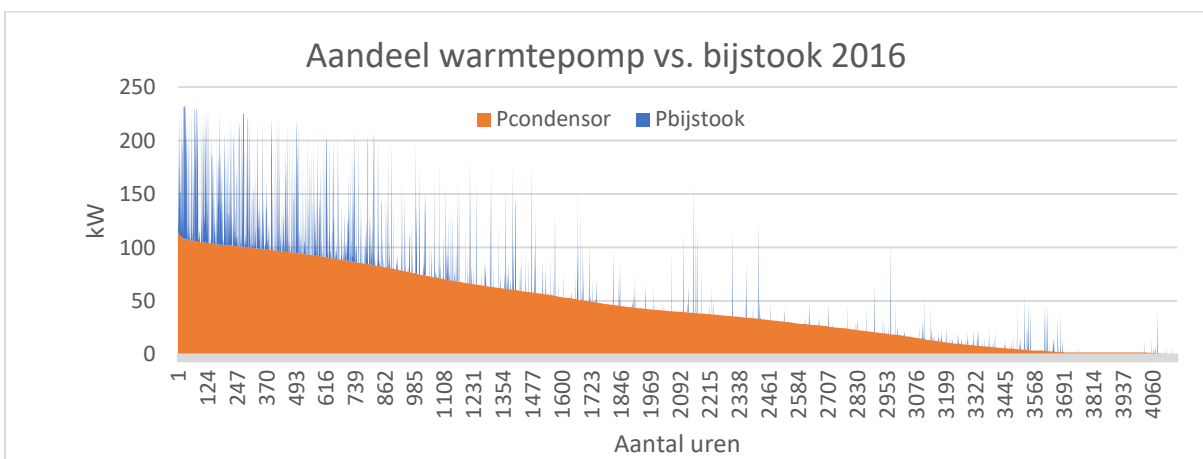


Figuur 6-16: Cumulatief CO₂-besparing over 2016

Vanuit de CO₂-besparing is het interessant om de verhouding tussen het geleverde vermogen van de warmtepomp en de bijstook te analyseren. Dit is in dit rapport aangehaald door de β -factor te introduceren (KPI 10). Echter uit data-analyse van het systeem is gebleken dat een visualisatie van het aandeel over het stookseizoen, gefilterd aan de hand van de prestatie van de warmtepomp, een beter inzicht geeft in de daadwerkelijke bijdrage van de bijstook (Figuur 6-17).

Uit deze gegevens kan nog steeds de β -factor worden bepaald = 48% \approx 90% levering door warmtepomp. De β -factor is een abstracter begrip, wat minder gewenst is voor de eindgebruiker.

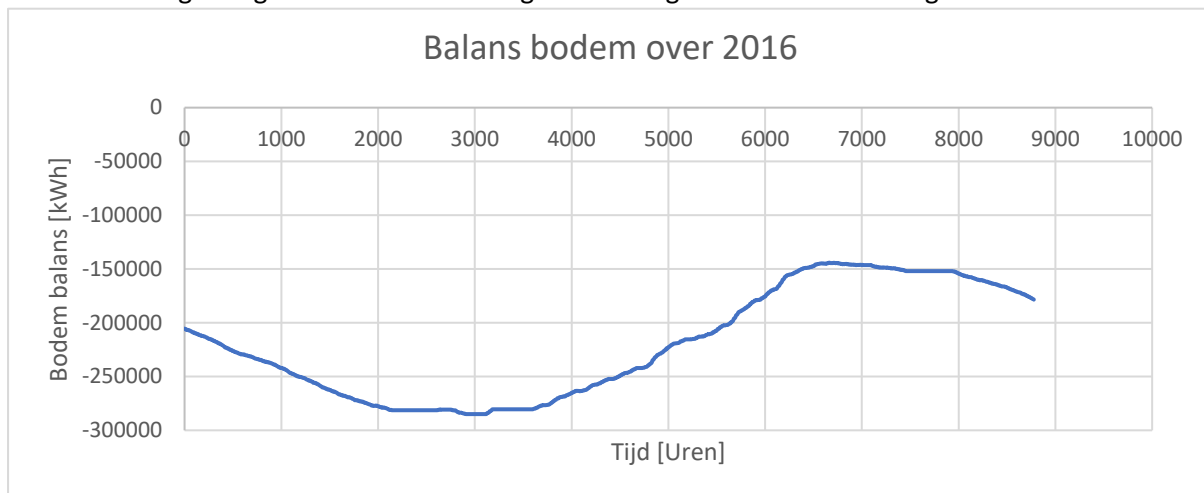
Uit deze analyse kan worden bepaald dat de bijstook vaker gebruik wordt gemaakt dan nodig is. De oorzaak van dit fenomeen zal in een vervolg onderzoek uitgezocht dienen worden.



Figuur 6-17: Aandeel warmtepomp vs bijstook in 2016 als extra visualisatie

Simulatie resultaten KPI 5: Bodembalans

De bodembalans, is grafisch weergegeven in Figuur 6-18. Dit illustreert het koude-overschot dat in de bodem is geladen. Tevens is te zien, naarmate de tijd verstrijkt, hoeveel extra koude- of warmtevermogen is geladen. De monitoring kan zowel grafisch als numeriek gebeuren.



Figuur 6-18: Gemeten bodem balans over 2016

6.5 Toevoeging aan Programma van Eisen

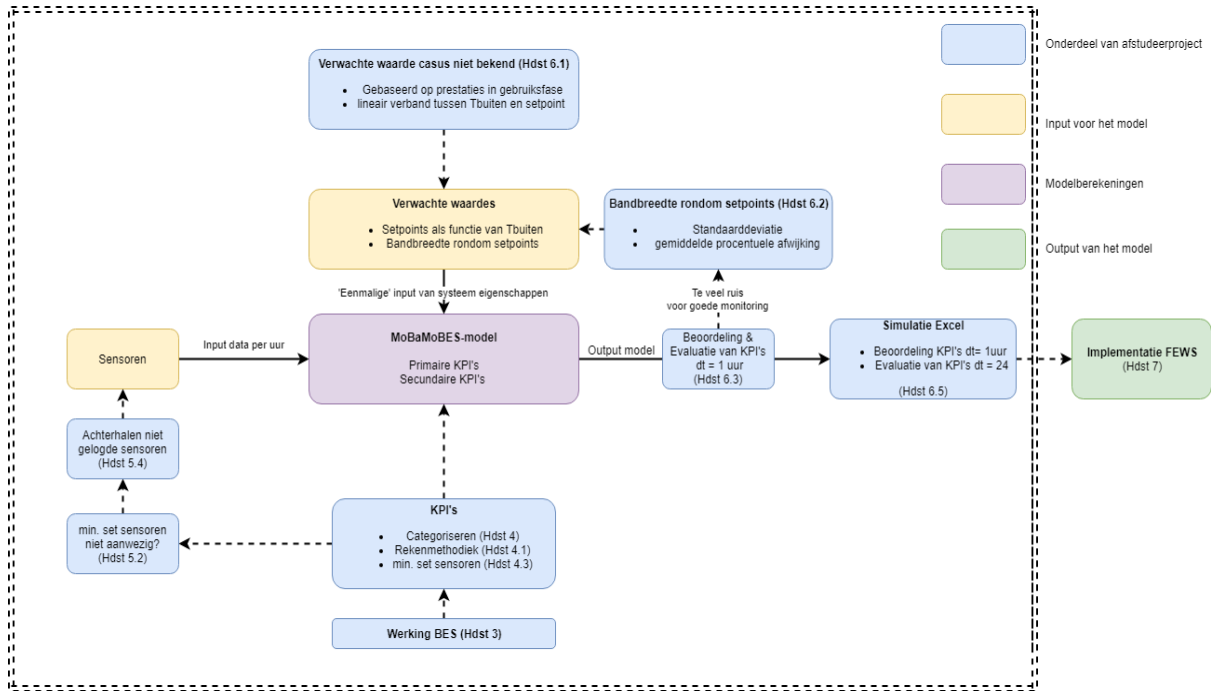
Uit de simulatierun in hoofdstuk 0 zijn meer eisen naar voren gekomen, deze staan weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16: Toevoeging aan PvE, categorie Monitoren

Categorie:	Nummer	Ontwerpcriteria	Argumentatie	Toetsing
KPI rekenmethodiek	1.	De setpoints van de buitentemperatuurafhankelijke KPI's dienen vergeleken te worden met de gemeten waarden van de casus	Inzichtelijk maken van prestatie van het bodemenergiesysteem met betrekking tot de buitentemperatuur	Simulatie in Excel
KPI rekenmethodiek	2.	De gemeten waarden van tijd-afhankelijk KPI's dienen cumulatief weergegeven te worden.	Inzichtelijk maken van prestatie van het BES	Simulatie in Excel
Monitoring	3.	De buitentemperatuurafhankelijke KPI's dienen per uur berekend te worden, maar met een minimale tijdsduur van 24 uur te worden geëvalueerd of deze binnen de gestelde bandbreedte vallen	Bepaling van prestaties van de energiecentrale	Simulatie in Excel
Monitoring	4.	De tijd-afhankelijk KPI's dienen over een jaar geëvalueerd te kunnen worden.	Bepaling van prestaties van de energiecentrale	Simulatie in Excel

6.6 Processchema van het ontwerpen van het MoBaMoBES-model

Er zijn tijdens het ontwikkelen van het MoBaMoBES-model veel iteratieslagen plaatsgevonden. Om een overzicht te geven is in Figuur 6-19 een processchema weergegeven van de stappen die onderdeel zijn geweest van het ontwerpproces. Alles binnen de gestippelde rechthoek is onderdeel van de binnenste V in het V-model (Figuur 2-3). In hoofdstuk 8 zal de toetsing van zowel de binnenste, als de buitenste V worden behandeld.



Figuur 6-19: Processchema van het ontwikkelen van het MoBaMoBES-model

7 Ontwerpen van monitoring m.b.v. Delft- FEWS

De FEWS-applicatie van Deltares zal gebruikt worden voor het monitoren van het betreffende BES. Het model uit dit rapport zal als input worden gebruikt voor het configureren van de applicatie voor het casusobject. De FEWS-applicatie heeft als voordeel dat het veel data stabiel kan verwerken en dat het snel visualisaties van de data kan maken. Hiervoor zullen de parameters in de FEWS-applicatie moeten worden geconfigureerd. Dit heeft meerdere facetten die in dit hoofdstuk zullen worden benoemd.

Deltares heeft een reeds bestaand product voor het voorspellen van waterstanden. Doordat de toepassing tijdens het MoBaMoBES-project wezenlijk anders is, dienen er andere/extra overwegingen gemaakt te worden in het configureren van deze applicatie. Wel zal het voorspellende vermogen van FEWS worden behouden door het model in te zetten. Dit zal gebeuren door het evalueren van bijvoorbeeld een warm, koud of referentie jaar. Op deze manier kan er een inschatting worden gemaakt van de prestaties in de toekomst.

Het ontwerpen/configureren van FEWS zal meer gericht op ICT zijn en er zullen wel belangrijke keuzes gemaakt moeten worden op het gebied van visualisatie en interventie waarschuwingen. Op basis van de kennis die is opgedaan tijdens de verschillende FEWS-trainingen is een PvE tot stand gekomen die ervoor moet zorgen dat de informatie en de bevindingen uit dit rapport worden geïmplementeerd, zie Tabel 17.

De monitoringstool zal enkel inzicht geven in de prestaties van het BES. Er kan er nog niet gestuurd worden op gewenste acties die genomen moeten worden voor optimalisatie tijdens het beheer.

Tabel 17:

PvE voor configuratie van FEWS

Categorie:	Nummer	Ontwerpcriteria	Argumentatie	Toetsing	Bron
Data input	1.	De input data van het GBS moet in .csv bestand aangeleverd te worden	Correcte file format voor uitlezen data	Een werkende FEWS tool	FEWS Basic Course
Data input	2.	De kolommen in de dataset moeten overeenkomen met geprogrammeerde verwijzingen	De data krijgt een tag vanuit het GBS, deze moet in FEWS worden geprogrammeerd. Indien een kolom naam verandert dient FEWS aangepast te worden	Een werkende FEWS-tool	FEWS Basic Course
Data input	3.	De configuratie van de monitoringstool moet aangepast worden aan het casusobject	Toepasselijke weergave en juiste conclusies kunnen trekken uit weergegeven data	Een werkende FEWS-tool	FEWS Basic Course
Data output	1.	De rapporten die vanuit FEWS opgeleverd worden moeten een .csv zijn in een format	Correcte overdracht van vereiste documenten/registratie	Een werkende FEWS-tool	FEWS Basic Course

		aangepast naar de behoeften van het bevoegd gezag			
Data output	2.	De weergegeven data dient overeen te komen met de afgesproken eenheden (kWh, m ³ /h, °C)	Eenduidige eenheden die door elke gebruiker wordt begrepen	Een werkende FEWS-tool	FEWS Basic Course

7.1 Ontwerpkeuzes voor GUI in FEWS

Voor het weergeven van de KPI's zijn meerdere ontwerpkeuzes afgewogen om inzicht te geven in het presteren van het BES. Hier is rekening gehouden met de eindgebruiker die het moet begrijpen, maar ook dat experts adequaat inzicht kunnen krijgen in detailinformatie. Voor de afweging in de opties is een keuzetabel weergegeven. De groene lijn is tot stand gekomen door overleg met de stakeholders en/of onderzoeken. Tabel 18 is een visuele weergave van de keuzetabel.

7.1.1 Keuze per onderwerp

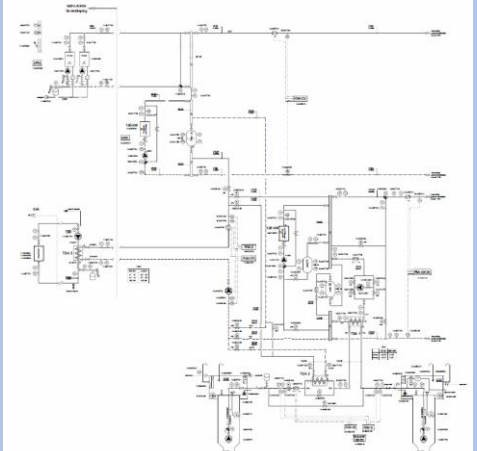
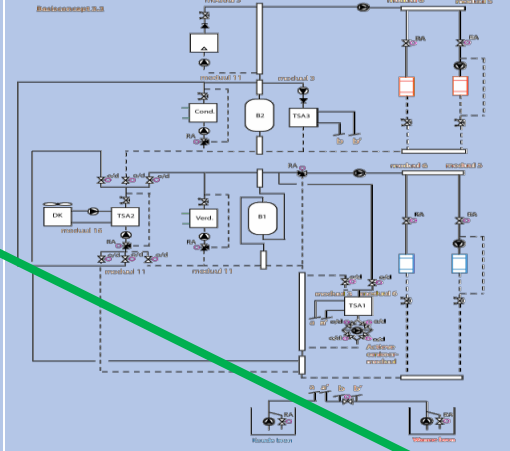
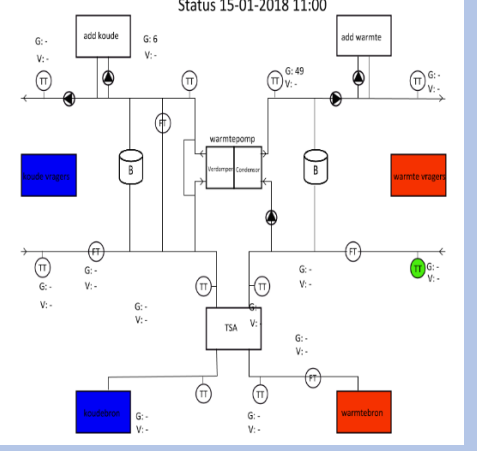
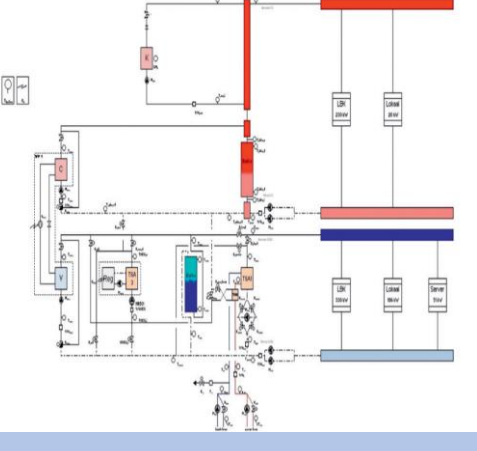
Om eenduidigheid te creëren tussen het principeschema in de technische documentatie en de monitoringstool is er gekozen om het principeschema in de monitoringstool gelijkwaardig te houden met het principeschema in de technische documentatie (PI&D). De nummering van de sensoren is meegenomen in het FEWS-bestand, zodat er uniformiteit ontstaat.

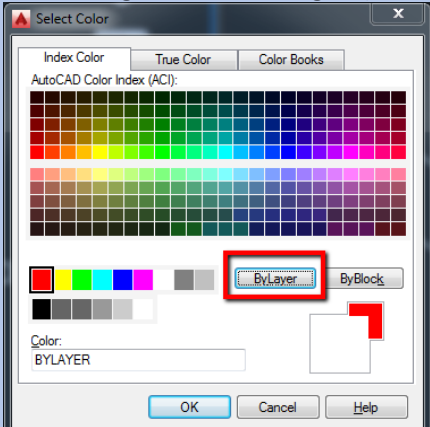
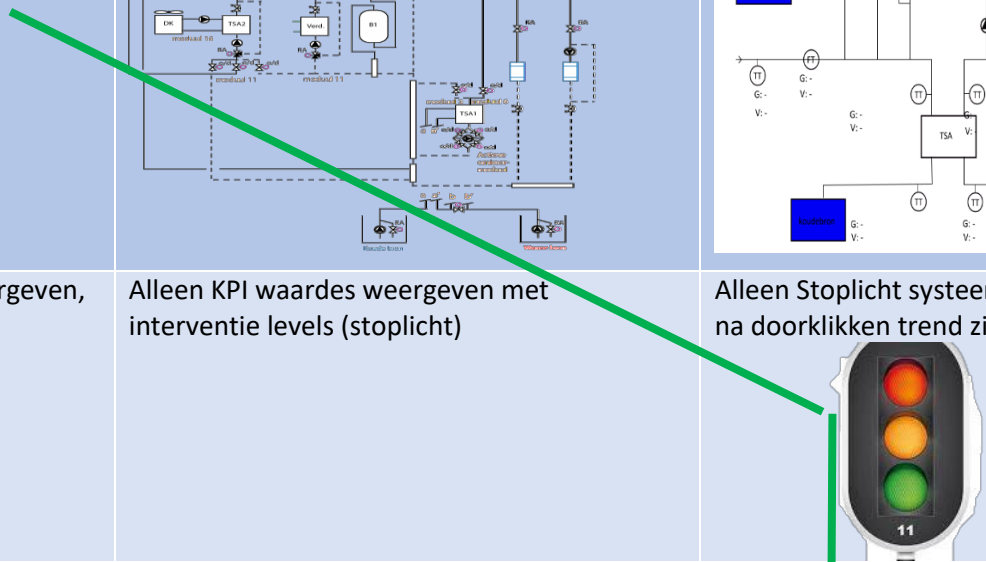
De gemeten en de verwachte waardes kunnen op meerdere manieren worden weergegeven. Omdat de evaluatie op 24 uur-basis gebeurt is het onnodig om de uur-waardes weer te geven in het initiële scherm. Dit zorgt voor veel onnodige cijfers in het schema die niet leiden tot een beter inzicht in het monitoren. De sensoren zullen door middel van een stoplicht-systeem worden geanalyseerd. Als de (uur)gemeten waardes binnen de gestelde KPI grenswaarde vallen zullen de stoplichten groen zijn. Als een gemeten waarde (uur) buiten de grenswaarde valt zal de sensor oranje kleuren. Dit is nog geen reden voor interventie. De sensor zal rood kleuren en een waarschuwing afgeven als er over de evaluatie periode (24 uur) een grenswaarde is overschreden of er over een harde grenswaarde wordt gegaan.

De weergave van de bedrijfssituatie zal voor de eindgebruiker geen extra toevoeging zijn en kan voor verwarring zorgen. Een voorbeeld van een verwarrende situatie kan zijn, dat bij temperaturen <0°C wel koeling wordt gevraagd (zonbelasting).

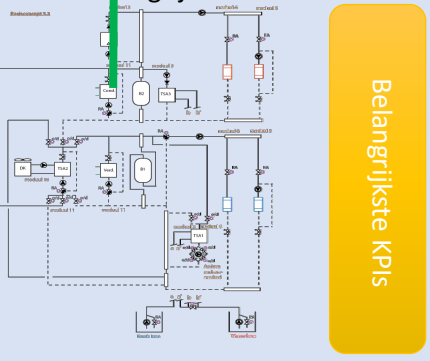
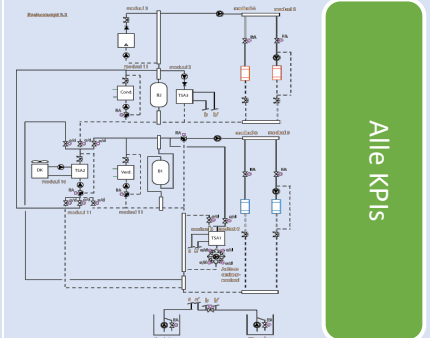
Het initiële scherm in de FEWS-monitoringstool zal de primaire KPI's weergegeven naast het principeschema. In het principeschema in de monitoringstool zitten de secundaire KPI's verwerkt middels het stoplicht-systeem of achter de primaire KPI-visualisatie. De secundaire KPI's zullen door middel van één klik op de gewenste sensor en/of waarde bereikbaar zijn.

Tabel 18:
Keuzetabel GUI

	I	II	III	IV
Principeschema	<p>Wolter & dros</p> 	<p>Basisconcept 3.3</p> 	<p>Principe Schema Status 15-01-2018 11:00</p> 	
Waardes in principe schema	Alle waardes (verwacht & gemeten) weergeven, inclusief interventie levels (stoplicht)	Alleen KPI waardes weergeven met interventie levels (stoplicht)	Alleen Stoplicht systeem bij de symbolen, pas na doorklikken trend zichtbaar	
Bedrijfssituaties	Wel, met gekleurde leidingen (warm/koud)	Wel, alleen benoemen naast principe schema	Geen visuele weergave van bedrijfssituatie	
Weergave KPI's	Weergave op eigen tabblad	Weergave naast principeschema	Alleen belangrijkste naast schema	



Bedrijfssituatie:
Bijv. Hoog Zomer



7.2 Configureren van FEWS

In dit rapport zal er niet uitgebreid worden ingegaan op het configureren van de FEWS-tool.

Dit is een aspect dat niet past binnen de competenties van een WTB-er en zal als extra worden beschouwd. Voor DWA is het belangrijk dat er een pilot wordt gedraaid op basis van FEWS aan de hand van de bevindingen uit dit rapport. Hier is aan voldaan om FEWS werkend te krijgen, maar zal niet in detail worden behandeld in dit rapport. Als toetsing van het PvE zullen er wel verschillende afbeeldingen worden getoond van de applicatie.

Voor het configureren van de FEWS applicatie dienen er bepaalde bestanden klaar gezet te worden, zie Tabel 19.

Tabel 19

Versimpelde stappen die tijdens het configureren van de FEWS-monitoringstool worden gedaan

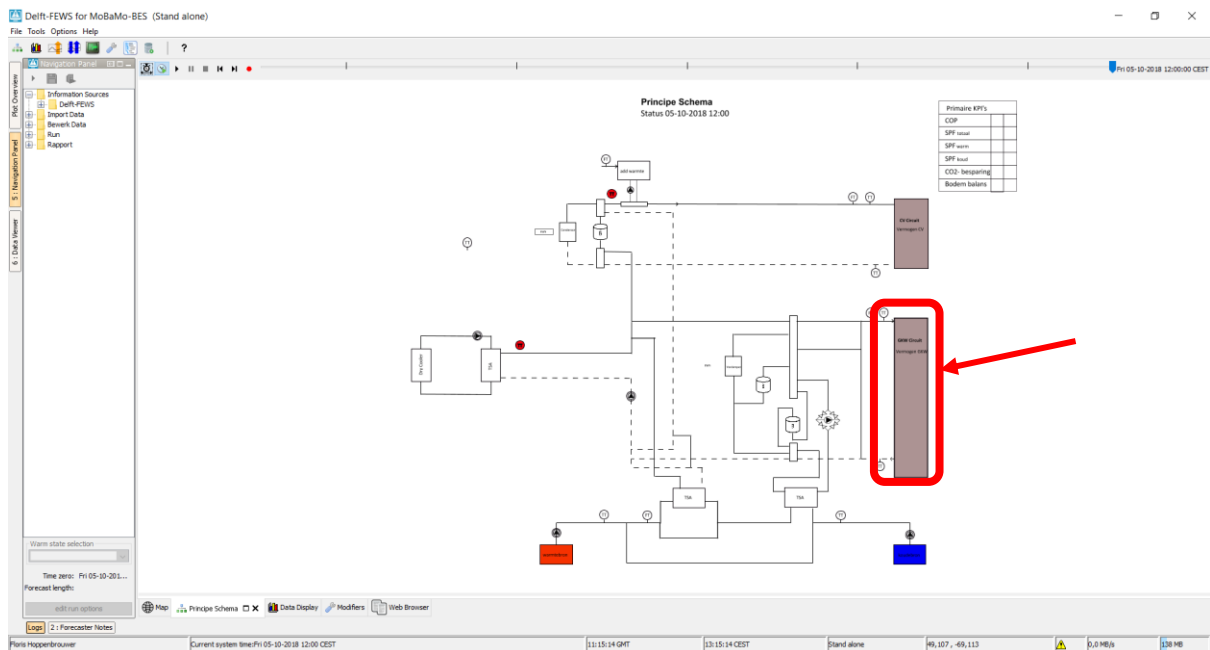
Wat	Type file	Argumentatie
Principeschema (visualisatie)	.svg	Juiste weergave tekening met tags voor de verwijzing binnen de applicatie
Location Id	.csv	Verwijzing naar de tags in de .svg file. Op welke locatie in het principeschema zit welk component (sensor/attribuut)
Import data	.csv	Welke data wordt door het GBS uitgewisseld. Welke kolomnamen en welke eenheid hebben de gegevens
Import module	.xml	Dit bestand leest de import data en converteert het naar bruikbare data voor de FEWS-applicatie met eigen namen, parameters en andere benodigde gegevens
Workflows	.xml	Verschillende berekeningen of transformaties die zijn bepaald aan de hand van het ontwerpen van het model en de KPI's die berekend moeten worden. Dit is waar de meeste functionaliteit zit van FEWS. Hier zijn verschillende files bezig met het berekenen, maar ook het weergeven van de gewenste gegevens.

8 Toetsing van MoBaMoBES-model & monitoring

In dit hoofdstuk wordt de monitoringstool FEWS kort weergegeven om de toetsing van het PvE te volbrengen. Door middel van de eerste configuratie in FEWS zal aangetoond worden dat de rekenmethodiek voor de KPI's correct is geprogrammeerd. Het implementeren en finetunen van de grenswaardes zullen geen onderdeel zijn van de toetsing, maar diene in een later stadium van het MoBaMoBES-project uitgevoerd moeten worden.

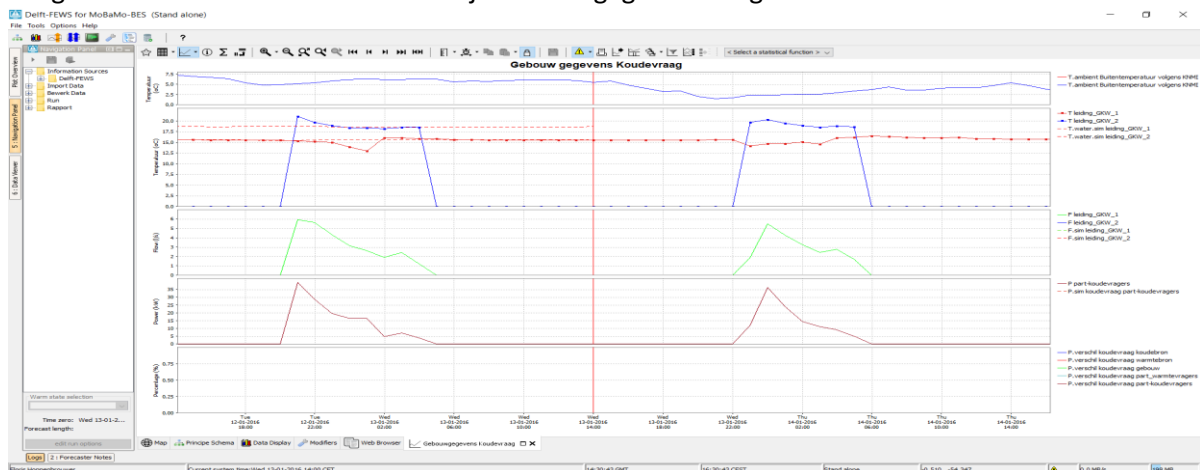
8.1 Weergave van de FEWS monitoringstool

Het initiële scherm voor het casusobject is weergegeven in Figuur 8-1. Dit is het eerste scherm dat de gebruiker zal zien bij het openen van het principeschema. In dit scherm worden de primaire KPI's aan de rechterzijde van het scherm real-time weergegeven. Alle meetpunten/sensoren worden door middel van 'stoplichtkleuren' aangeduid of deze naar behoren functioneren.



Figuur 8-1: Initiële scherm van de FEWS monitoringstool voor het casusobject

Als er op de desbetreffende sensor/indicator wordt gedrukt zal een nieuw scherm worden geopend waarin (meer) detail informatie zal worden weergegeven. Als voorbeeld is het GWK-circuit aangeklikt. Het scherm dat dan verschijnt is weergegeven in Figuur 8-2.



Figuur 8-2: Voorbeeld van detail informatie van het GWK-circuit

8.2 Toetsing van het PvE

In dit hoofdstuk zullen de PvE's samengevoegd en getoetst worden (Tabel 20). In de kolom 'Toetsing' wordt toelichting gegeven hoe er wordt voldaan aan dit punt, of waar de uitzonderring op de bewijslast ligt.

Tabel 20:
Toetsing van het PvE

Categorie:	Nummer	Ontwerpcriteria	Voldaan:	Toetsing
Algemeen	1.	Vormgeven aan de hand van ISSO 102 en 103, Technische KSF→KPI's	✓	KPI's ondersteunen de KSF door inzicht te geven in het duurzaam presteren van het BES
Algemeen	2.	De visualisatie en aanwijzingen van de monitoringstool dient door de eindgebruikers begrepen te worden	-	Dient nader getest te worden (wellicht Gebouwbeheerders interviewen in een later stadium) na implementatie in FEWS. Stakeholders vonden de visualisatie helder, ook vanuit oogpunt van de eindgebruikers
Algemeen	3.	De primaire KPI's dienen te worden weergegeven in het initiële scherm in FEWS	✓	Alle primaire KPI's worden rechts bovenin het principeschema in FEWS weergegeven of op de plek van de CV-/GKW-circuit in het principe schema
Algemeen	4.	FEWS in combinatie met de verwachte waardes dient een overzicht tegeven van het presteren van het BES	✓	FEWS zal een vergelijking maken tussen de meetwaardes en de verwachte waardes. Het verschil zal in percentrage of in zone (stoplichten) rondom de verwachte waarde worden weergegeven
Algemeen	5.	Secundaire KPI's dienen na 1 klink vanaf de primaire startscherm/KPI's inzichtelijk te zijn	✓	De temperatuur-, debiet- en volumesensoren zullen functioneren met een stoplicht-systeem. Als er op geklikt wordt zal worden doorverwezen naar een grafiek waar de parameters voor het desbetreffende punt worden weergegeven. Voor de β -factor moet worden geklikt op de CO ₂ -besparing. Dan zal worden door verwezen naar de grafiek van het presteren over de tijd en de jaarbelastingduurkromme
Verwachte waardes	1.	De verwachte waardes dienen gebaseerd te zijn op de gegevens van het casusobject	✓	Voor het opzetten van het model is het jaar 2016 gebruikt als fysische realiteit. Deze waardes zijn geanalyseerd en uitgemiddeld voor het bepalen van zowel de verwachte waardes en de bandbreedte van de KPI grenswaardes. Als

				aanbeveling geldt om dit echter verder te onderzoeken en aan te passen waar nodig. Zie hoofdstuk 6.1
Verwachte waarden	2.	De verwachte waarden zijn implementeerbaar in de KPI rekenmethodiek	✓	De verwachte waarden zijn een lijst met zowel de setpoints als de bandbreedte rondom de setpoints. De setpoints zijn met een lineair verband opgesteld op gemiddelde meetwaarden uit 2016. Zie hoofdstuk 6.1
Verwachte waarden	3.	De bandbreedtes rondom de verwachte waarden dienen de eindgebruiker inzicht te geven of gemeten waarden wel of niet foutief zijn, rekeninghoudend met de ruis van gemeten data	✓	De bandbreedte is op de gemiddelde procentuele afwijking met 0.5 sigma bepaald. Zie hoofdstuk 6.2. Dit is een eerste bepaling en dient verder te worden onderzocht aan de hand van de implementatie in FEWS of meerdere BES-onderzoeken
KPI rekenmethodiek	1.	Er moet voldaan worden aan de minimale set van sensoren, zie Hoofdstuk 4.3	X	Er is niet voldaan aan deze eis. De gegevens van de temperaturen rondom de warmtepomp, alle metingen van de Drycooler en het elektriciteitsverbruik van bronpompen zijn niet beschikbaar. Voor het presteren van de warmtepomp is een extra rekenslag gemaakt waardoor een benadering is gemaakt van het presteren. Voor de drycooler is een inschatting gemaakt over het verloop van het hele jaar. De gegevens van de bronpompen konden niet achterhaalt worden, waardoor de COP _{vk} en de SPF _k niet berekend konden worden. (Hoofdstukken 5.5 en 0)
KPI rekenmethodiek	2.	De setpoints van de buitentemperatuurafhankelijke KPI's dienen vergeleken te worden met de gemeten waarden van de casus	✓ /X	Van de beschikbare gegevens zijn de gemeten waarden vergeleken met de verwachte waarden in de Excel-simulatie (hoofdstuk 0 en Bijlage 8). Niet vereiste sensoren zijn gelogd, waardoor er een benadering is gedaan naar het condensorvermogen (zie hoofdstuk 5.5.1). Tevens kan het elektriciteitsverbruik van de bronpompen niet worden weergegeven, omdat hier geen data van bekend is.
KPI rekenmethodiek	3.	De gemeten waarden van tijd-afhankelijk KPI's dienen cumulatief weergegeven te worden.	✓	Van de beschikbare gegevens zijn de gemeten waarden bepaald en gecumuleerd tot KPI. (hoofdstuk 0)
Monitoring	1.	De buitentemperatuurafhankelijke KPI's dienen per uur berekend te worden, maar met een minimale tijdsduur van 24 uur te worden	✓	Met de beschikbare gegevens zijn de gemeten waarden over 24 uur gemiddeld en in de Excel-simulatie geëvalueerd (hoofdstuk 0 en Bijlage 8)

		geëvalueerd of deze binnen de bestelde bandbreedte valt		
Monitoring	2.	De tijd-afhankelijk KPI's dienen over een jaar geëvalueerd te kunnen worden.	✓	Van de beschikbare gegevens zijn de gemeten waardes vergeleken met de verwachte waardes in de Excel-simulatie bepaald en weergegeven (hoofdstuk 0)
Data input	1.	De inputdata van het GBS moet in .csv bestand aangeleverd worden	✓	Het bestand vanuit het GBS is in .csv aangeleverd
Data input	2.	De kolommen in de dataset moeten overeenkomen met de geprogrammeerde verwijzingen	✓	De configuraties in FEWS komen overeen met de kolomnamen in het .csv bestand
Data input	3.	De configuratie van de monitoringstool moet aangepast worden aan het casusobject	✓	Het principeschema van het BES (Bijlage 4) komt overeen met het getoonde schema in FEWS (Figuur 8-1). De nummers van de sensoren zijn meegenomen in het .svg bestand
Data output	4.	De rapporten die vanuit FEWS opgeleverd worden moeten een .csv zijn in een format aangepast naar de behoeften van het bevoegd gezag	✓	Functie binnen FEWS die is opgezet door KWA & Deltares. Met de meetgegevens zal dit formulier worden ingevuld als deze functie wordt gekozen.
Data output	5.	De weergaven van de data dient overeen te komen met de afgesproken eenheden (kWh, m ³ /h, °C)	✓	De waardes binnen FEWS worden geconverteerd naar de benoemde waardes, als deze niet in de benoemde waardes staan (functie binnen FEWS).

9 Conclusie & aanbevelingen

9.1 Conclusie

Er is in dit rapport antwoord gegeven op de hoofdvraag:

Is het mogelijk om een 'model-gebaseerde' monitoringstool voor bodemenergiesystemen te ontwikkelen, waarmee prestatie-indicatoren met bijbehorende bandbreedte, die de eindgebruiker inzicht kan geven in de prestaties van het bodemenergiesysteem?

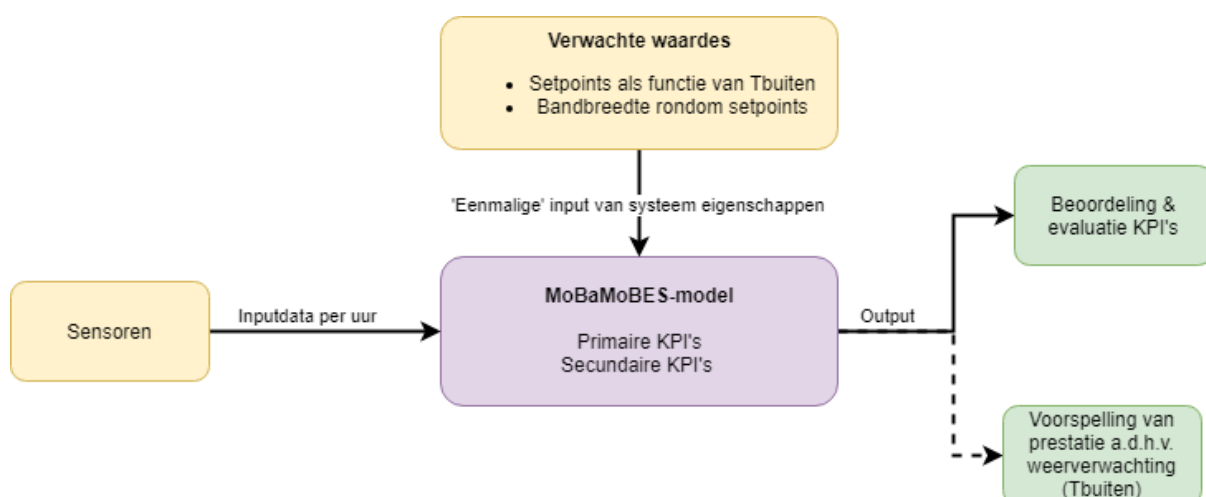
Er is als eerste onderzoek gedaan naar de werking van een BES. Vervolgens is er bepaald welke prestatie-indicatoren, incl. rekenmethodiek, nodig zijn om het presteren van het BES inzichtelijk te maken. Hieruit is een lijst met primaire en secundaire KPI's gekomen die de eindgebruiker inzicht geeft in het presteren van het BES. Om de gemeten KPI's te bepalen is er een lijst met de minimale vereiste sensoren bepaald.

Om te onderzoeken of het mogelijk is om een model te ontwikkelen voor het monitoren van BES zijn er vergelijkingen (+ beoordeling) tussen verwachte en gemeten waarden bij de KPI's opgesteld. Om het MoBaMoBES-model tot stand te laten komen en te testen is gebruik gemaakt van een casus.

De casus is een operationeel BES, waarvan historische data uit 2016 is gebruikt. Van deze casus zijn geen verwachte waarden bekend. Er is op basis van de historische data een initiële set aan verwachte waarden bepaald met setpoints en bandbreedte van de KPI's als functie van de buitentemperatuur.

Uit een Excel-simulatie van het MoBaMoBES-model is gebleken dat meetgegevens met een tijdsinterval van 1 uur te veel ruis geven om valide uitspraak te kunnen doen over het presteren van het BES. Gemiddelde meetgegevens over 24 uur geven een valide weergave van het presteren van het BES. Deze meetgegevens kunnen middels het MoBaMoBES-model worden beoordeeld, zonder de eindgebruiker (onnodig) veel foutmeldingen te geven. Dit is bepaald met een bandbreedte van een gemiddelde procentuele afwijking op basis van 0.5 sigma.

Er kan met het MoBaMoBES-model, op basis van de weersverwachting, een inschatting worden gemaakt van de prestaties van het BES, waardoor de bodembalans predicatief bepaald kan worden.



Figuur 9-1: Overzicht van MoBaMoBES-model

9.2 Aanbeveling

Doordat dit de eerste poging is geweest om BES 'model-gebaseerd' te monitoren zijn er meerdere vervolgacties nodig om de uiteindelijk MoBaMoBES-monitoringstool te implementeren in de markt. Als aanbevelingen uit dit rapport zijn de volgende punten bepaald:

- Rekenen met uurwaardes, evalueren op 24 uur-basis
- Er dient verder onderzoek gedaan te worden naar de bandbreedte van de verwachte waardes, gebaseerd op meerdere (goed presterende) BES.
- De thermische energievraag vanuit het gebouw en de levering vanuit de ondergrond apart detail te onderzoeken, om er voor te zorgen dat het monitoren van het BES nauwkeuriger uitgevoerd kan worden.
- Ontwerpwaardes (verwachte waardes) voor de set minimaal vereiste sensoren die buitentemperatuurafhankelijk zijn, dienen bij het configureren van de monitoringstool aanwezig te zijn.
- Bij toekomstige projecten moet er voldaan worden aan de set van minimale gelogde sensoren. Op deze casus is het niet mogelijk geweest om alle KPI's te monitoren door het missen van sensorgegevens.

9.3 Discussie

Voor het bepalen van de verwachte waardes is er een fysische realiteit bepaald. Deze realiteit is gebaseerd op meetgegevens uit 2016 van het casusobject. Of deze gegevens juist zijn (validiteit van de metingen) is te bediscussiëren. In dit rapport zijn de metingen als correct en valide aangenomen. Tevens waren niet alle benodigde gegevens aanwezig, zoals de temperatuursensoren van de warmtepomp, het elektriciteitsverbruik van de bronpomp(en) en alle meetgegevens rondom de drycooler. Deze waardes zijn, waar mogelijk geprobeerd te achterhalen uit de data, maar dit is niet optimaal geweest voor het opzetten van de monitoringstool.

De standaardafwijking is in het model op 0.5 sigma bepaald (34,1%). Of deze bandbreedte zorgt voor een correcte monitoring dient uit de implementatie van de monitoringstool te blijken, dit kan in deze fase van het proces niet plaatsvinden.

Met de monitoring op basis van FEWS kan enkel inzicht worden gegeven over het presteren op basis van de KPI's. Het aansturen van de systemen is (nog) niet mogelijk met FEWS.

Het distributiesysteem van het BES kan beter worden gemonitord (incl. buffervaten), hiervoor moet echter meer data beschikbaar worden gesteld en met een kleinere tijdreeks (<1 uur-waardes). Dit heeft consequenties voor zowel de businesscase als de complexiteit van het monitoren.

Uit de analyse van de casus is gebleken dat de bijstook te snel wordt ingeschakeld (Figuur 6-17). De warmtevraag van het gebouw komt zelden boven de capaciteit van de warmtepomp (condensor) uit en toch wordt de bijstook regelmatig ingeschakeld. Dit kan een resultaat zijn van een te klein gekozen buffer (nr. 5, 1300 liter), of dat de regeltechniek te strak is afgesteld (Δ -3°C op het setpoint en levering van de condensor + buffer).

10 Begrippenlijst

- MoBaMoBES Model geBaseerde Monitoring Bodem Energie Systemen
- TKI Topconsortium voor Kennis en Innovatie
- BES Bodem Energie Systemen
- BE-systeem Bodem Energie Systemen
- GBS Gebouw Beheer Systeem
- RVB Rijks Vastgoed Bedrijf
- BRL Beoordelingsrichtlijn
- HMI Human Machine Interface
- GUI Graphical User Interface
- LBK Lucht Behandeling Kast
- PvE Programma van Eisen
- GKW Gekoeld Waterleiding
- LBK Lucht Behandeling Kast
- BKA Beton Kern Activering
- CV Centrale Verwarming

11 Bibliografie

- Afman, M., Grinsven, A. v., & Buck, A. d. (2014, Oktober 1). *Rapportage RVO: Energiebesparing door best beschikbare*. Opgeroepen op 10 12, 2018, van DuurzaamMKB: http://www.duurzaammbk.nl/attachments/822/Rapport_CE_Delft_Energiebesparing_server_ruimtes.pdf
- Consortium MoBaMoBES. (2017 (20-04)). *Model prjectplan Urban Energy tender 2017*. Delft: Stichting Deltares.
- Croezen, H., Vroonhof, J., & Rooijers, F. (2006, November). *Oplossingen voor milieu, economie en technologie: Welke nieuwe energiecentrale in Nederland*. Opgeroepen op 09 06, 2018, van www.CE.NL: <https://www.ce.nl/publicaties/download/445>
- Domein HBO Engineering. (2016, Januari). *Informatie over Bacheloropleidingen binnen de HU*. Opgeroepen op 09 05, 2018, van Bacheloropleiding Engineering, Een competentiegerichte profielbeschrijving 2016: <https://onderwijsteams.sharepoint.hu.nl/hubreed/stage-praktijkomgeving/FNT/IED/Documenten/Bacheloropleidingen%20Engineering;%20Een%20c ompetentiegerichte%20profielbeschrijving%202016.pdf>
- DWA & IF Technology. (2012, 05 03). *9600ka301_eindrapportage_criteria_energiebalans_WKO_definitief_dd030512*. Opgeroepen op 07 20, 2018, van Bodemenergieplus.nl: https://www.bodemplus.nl/publish/pages/90235/onderzoek_criteria_energiebalans.pdf
- ir. Geelen, C., & ir. Braber, K. (2013, 12 20). *Rapportage WKO inglastuinbouw, Monitoring van (energetische) prestaties en*. Opgeroepen op 10 12, 2018, van kasalsenergiebron.nl: https://www.kasalsenergiebron.nl/content/research/14895_Rapportage_WKO_in_Glastuinbouw-anoniem_20december_2013.pdf
- ir. Krevel, A. v. (2018). *Dynamische Simulaties: vrewamren en koelen*. Delft: Techneco BV. Opgehaald van <https://techneco.home.xs4all.nl/pdf/artikel%20installatieconc.pdf>
- ISSO, Kennisbank Bouw- en installatietechniek. (2005, 03 01). *ISSO publicatie 47: Ontwerpen van hydraulische schakelingen voor koelen*. Opgeroepen op 07 23, 2018, van Kennisbank ISSO: <https://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/47/2005>
- ISSO, Kennisinstituut Bouw- en installatietechniek. (1998, 11 01). *ISSO-publicatie 44: Ontwerpen van hydraulische schakelingen voor verwarmen*. Opgeroepen op 07 23, 2018, van Kennisbank ISSO: <https://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/44/1998>
- ISSO, kennisinstituut van Bouw en installatietechniek. (2013). *ISSO publicatie 103, Monitoring van Duurzaam Beheer en Onderhoud*. Rotterdam: ISSO. Opgeroepen op 06 28, 2018
- ISSO, kennisinstituut van Bouw en installatietechniek. (2013, 05 01). *ISSO-publicatie 102: Prestatie-indicatoren voor Duurzaam Beheer en Onderhoud*. Opgeroepen op 09 05, 2018, van Kennisbank van ISSO: <https://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/102/2013>
- ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek. (2017). *Handboek integraal ontwerpen van warmtepompinstallaties voor utiliteitsgebouwen*. Rotterdam: ISSO. Opgeroepen op 07 03, 2018, van <https://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/81/2007>
- ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek. (2017). *ISSO publicatie 39, energiecentrale met warmte en koudeopslag (WKO)*. Rotterdam: ISSO.

- ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek. (2017). *ISSO-publicatie 73 Ontwerp en uitvoering van verticale bodemwarmtewisselaars*. Rotterdam: ISSO. Opgeroepen op 07 03, 2018, van <https://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/73/2017>
- ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek. (2017). *ISSO-publicatie 80 Handboek integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de woningbouw*. Rotterdam: ISSO. Opgeroepen op 07 03, 2018, van <https://kennisbank.isso.nl/docs/publicatie/80/2007>
- ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek. (2017). *Ontwerpen en installeren van energiecentrales van bodemenergiesystemen en het beheren van bodemenergiesystemen*. Rotterdam: KvI NL. Opgeroepen op 07 03, 2018, van <https://kennisbank.isso.nl/docs/brl/6000/deel-21/2017/2>
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Milieu straat. (2018, 10 05). *Lijst met CO2-emissiefactoren, totaal lijst*. Opgehaald van lijst met CO2-emissiefactoren: https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/#totale_lijst
- Omgevingdienst Haaglanden. (2017, 03 27). *Onderzoek naar het functioneren van klimaatinstallaties met bodem-energiesysteem (open WKO) in Zuid-Holland*. Opgeroepen op 06 26, 2018, van Website van omgevingdienst Haaglanden: http://www.omgevingsdiensthaaglanden.nl/files/Documenten/ODH_Eindrapportage_functioneren_WKO.pdf
- Oskam, I., Cowan, K., Hoiting, L., & Souren, P. (2012, 2 14). *Ontwerpen van technische innovaties*. Houten, Utrecht: Noordhoff Uitgevers.
- Reeder, M. d. (2018, 09 21). *Expertoverleg tijdens afstuderen*. (F. Hoppenbrouwer, Interviewer)
- Rijksdienst van Ondernemend Nederland. (2013, Juni 1). *Status rapportage warmtepompen, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken*. Opgeroepen op 10 12, 2018, van Website van RVO: https://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/11/Definitief_Statusrapportage%20Warmtepompen.pdf
- Scholten, J. E. (2018, 06 05). *Voortgang meeting MoBaMoBES*. (F. Hoppenbrouwer, Interviewer)
- Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer. (2017). *BRL SIKB 11000: Ontwerp, Realisatie, Beheer en onderhoud ondergrondse deel bodemenergiesystemen*. Gouda: SIKB. Opgeroepen op 07 03, 2018, van https://www.sikb.nl/doc/BRL11000/BRL_SIKB_11000_v2_0_20141002.pdf
- Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer. (2017). *BRL SIKB 11001: Ontwerp, realisatie en beheer van het ondergrondse deel van bodemenergiesystemen*. Gouda: SIKB. Opgeroepen op 07 03, 2018, van https://www.sikb.nl/doc/BRL11000/Protocol_11001_v_2_0_20141002.pdf
- Tijmsma, T. (2018, 08 14). *Extra informatie over systeem details en data*. (F. Hoppenbrouwer, Interviewer)
- Wisse, K. (2018, Sept. 10). *Voortgangsgesprek en voorlopige bevindingen MoBaMoBES dataset*. (F. Hoppenbrouwer, Interviewer)

12 Bijlagen overzicht

- Bijlage 1. Minimaal benodigde gegevens gebouwinstallatie
- Bijlage 2. Afstemming met ondergrondse installatie
- Bijlage 3. Leeswijzer Functioneel Ontwerp [WP1]
- Bijlage 4. Principeschema Casusobject: gemeentekantoor
- Bijlage 5. Regeltechnische beschrijving Casusobject
- Bijlage 6. Technische gegevens Carrier Aquasnap RW30 - 110
- Bijlage 7. Technische gegevens Remeha Quinta Pro 115
- Bijlage 8. Verwachte waarde + secundaire KPI simulatie
- Bijlage 9. Meetnauwkeurigheid

Bijlage 1. Minimaal benodigde gegevens gebouwinstallatie

Weergegeven zijn de tabellen 4.1 en 4.2 uit de ISSO 39 (ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017)

Ontwerp (algemene gegevens)				
Nr.	Ontwerpgegevens	Verwarmen	Koelen	Eenheid
1	Ontwerpvermogen			kW
2	Ontwerpaanvoertemperatuur			°C
3	Ontwerpretourtemperatuur			°C
4	Ontwerpvolumestroom installatie			m ³ /h
5	Ontwerpdruk in installatie			kPa (absoluut)
6	Ontwerpdrukverschil circuit			kPa
7	Ontwerprichties luchtbehandelingskast voor bedrijfssituatie koude- en/of warmtelade			°C/luchtvochtigheid
Deellastgegevens				
Nr.	Ontwerpgegevens	Verwarmen	Koelen	Eenheid
1	Benodigde vermogens in kW afhankelijk van de buitentemperatuur, met bijbehorende frequentietabellen of uurlijkse waarden	Zie JBDK ¹⁾	Zie JBDK ¹⁾	kW uitgezet tegen uren
2	Aanvoertemperatuur afhankelijk van de buitentemperatuur (stooklijn en koellijn)			°C
3	Retourtemperatuur afhankelijk van de buitentemperatuur			°C
4	Jaarlijkse energiebehoefte			MWh/jaar
5	Minimaal te leveren vermogen			kW
6	Minimale terug regelbaarheid uitgedrukt als % van de ontwerpvolumestroom			%
Scheidingswarmtewisselaar energiecentrale				
Nr.	Ontwerpgegevens	Minimaal	Maximaal	Eenheid
1	Drukval van de grondwater-TSA bij minimaal en maximaal debiet als onderdeel van de gebouwinstallatie			kPa
Automatische werking				
Nr.	Ontwerpgegevens			
1	Benodigde signalen van het CV-circuit, analoog en digitaal voor regeling, sturen en beveiligen van de energiecentrale			
1.1	...			
1.2	...			
1.3	...			
2	Benodigde signalen van het GKW-circuit, analoog en digitaal voor regeling, sturen en beveiligen van de energiecentrale			
2.1	...			
2.2	...			

Opmerkingen:

- In deze tabel is de ontwerper van de gebouwinstallatie is verantwoordelijk voor de minimaal benodigde essentiële gegevens van de gebouwinstallatie;
- In deze tabel is de ontwerper van de energiecentrale verantwoordelijk voor de ontwerpcondities van de luchtbehandelingskast voor de bedrijfssituaties warmte -en/of koude laden en de drukval over de grondwater TSA;
- ¹Jaar Belasting Duur Kromme JBDK
Van de buitentemperatuur afhankelijke gegevens en berekening van de warmte - en koudebehoefte wordt uitgegaan van een klimaatjaar. Dit kan op de volgende manieren:
 - In de vorm van 8.760 opeen volgende uren waarin per regel de buitentemperatuur, vermogens en temperaturen zijn vastgelegd;
 - In de vorm van frequentietabellen waarin per regel de buitentemperatuur, het aantal uren dat deze buitentemperatuur optreedt en de vermogens en temperaturen zijn vermeld. Afhankelijk van de bedrijfsperiodes van de gebouwinstallatie moeten frequentietabellen worden opgesteld voor bijvoorbeeld: dagbedrijf, nachtbedrijf en weekendbedrijf.
- Een energiecentrale met WKO kan ook alleen voor koelen worden ingezet. Verwarmen gebeurt dan bijvoorbeeld met een bestaande verwarmingsinstallatie. Voor deze situatie dienen in deze tabel alleen de relevante gegevens voor de energiecentrale met WKO te worden ingevuld.

Bijzondere condities, algemeen

Nr.	Onderwerp
1	Is het toegestaan dat de luchtbehandelingskast een hoofdfunctie vervult in de energiecentrale (bijvoorbeeld bij een bestaande installatie)? Ja/nee
2	Dient de energiecentrale gelijktijdig warmte en koude te kunnen leveren? Ja/nee

Bijzondere condities, ontwerp

Nr.	Onderwerp	Verwarmen		Koelen		Eenheid
		Ondergrens	Bovengrens	Ondergrens	Bovengrens	
1	Wat is de bandbreedte in de jaarlijkse energievraag?					% of MWh
2	Welke afwijkingen zijn (afhankelijk van de buitentemperatuur) toegestaan in de te leveren aanvoertemperatuur van het circuit?					°C
3	Welke afwijkingen zijn (afhankelijk van de buitentemperatuur) toegestaan in de retourtemperatuur van het circuit?					°C
4	Welke afwijkingen zijn (afhankelijk van de buitentemperatuur) toegestaan in de te leveren vermogens aan het circuit?					°C
5	Kan in het ontwerp van de energiecentrale rekening gehouden worden met een minimale vermogensafname door de gebouwinstallatie? (ja/nee). Zo ja minimale afname opgeven					kW

Bijzondere condities, startsituatie

Nr.	Onderwerp
1	Zijn er afwijkende condities van toepassing voor de startsituatie?
	Afwijkende condities ...
	...

Opmerkingen:

In deze tabel is de ontwerper van de gebouwinstallatie verantwoordelijk voor de bijzonder condities met betrekking tot de gebouwinstallatie;
 In deze tabel is de ontwerper van de energiecentrale verantwoordelijk voor Nr.3 de toegestane afwijkingen van de retourtemperatuur van de gebouwinstallatie (circuit).

Bijlage 2. Afstemming met ondergrondse installatie

Weergegeven is tabel 5.1 uit ISSO 39 (ISSO, kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, 2017), Essentiële gegevens over de mogelijkheid van een OPEN bodemenergiesysteem.

1. Verantwoordelijkheden vastleggen bij de start van de ontwerpfase open bodemenergiesysteem ¹⁾			
Onderwerp	Ontwerper Energiecentrale BES	Ontwerper Ondergrondse Deel	Andere partij
Energiecentrale BES			
Ontwerp Energiecentrale BES	x		
Systeemconcept Energiecentrale BES	x		
Uitgangspunten Energiecentrale BES (vraagspecificatie aan Ondergrondse Deel)	x		
Uitgangspunten energiebalans (koudeoverschot, stuuringsmogelijkheden)	x		
Uitgangspunten TSA	Afstemmen	Afstemmen	
SPF bodemenergiesysteem	x		
Ondergrondse deel			
Ontwerp Ondergrondse Deel		x	
Haalbaarheid Ondergrondse Deel		x	
Ontwerp bronnen		x	
Toetsing op inpasbaarheid, bereikbaarheid en eigendomsrechten	Afstemmen	Afstemmen	
Toetsing onttrekkingstemperaturen en energiebalans		x	
Lozingsroute ontwikkel- en spuiwater	Afstemmen	Afstemmen	
SPF ondergronds deel	Afstemmen	Afstemmen	
Vergunningen			
Vergunningen		x	
Vergunningaanvraag bodemenergiesysteem		x	
Vergunningaanvraag/melding lozing		Afstemmen	Afstemmen
Vergunningaanvraag/melding overig		Afstemmen	Afstemmen
2. Oriënterende uitgangspunten aan te leveren door de ontwerper van de energiecentrale BES²⁾			
Parameter	Warmte leveren = koude laden	Koude leveren = warmte laden	Eenheid
Energievraag aan de bodem			MWh/jaar
Brondebiet			m ³ /h
Vermogensvraag aan de bodem (optioneel)			kW
Verplaatste waterhoeveelheid (optioneel)			m ³ /seizoen
3. Resultaten geohydrologisch vooronderzoek (haalbaarheid) aan te leveren ontwerper ondergrondse deel			
Onderwerp	Beoordeling ³⁾		
Is de bodem geschikt voor toepassing van een open bodemenergiesysteem?			
Specifieke aandachtspunten en risico's	Artesisch water/hoge waterstanden		
	Doorboren veenlagen/bruinkoollagen		
	Opboren verontreinigde grond		
	Behalen broncapaciteit		
	Putverstopping door redox		
	Putverstopping door ontgassing		

	Putverstopping door deeltjes	
	Opbarsten bron	
	Thermisch verliezen ondergrond	
	...	
Is het bodemenergiesysteem haalbaar t.a.v. bestaande omgevingsbelangen?		
Specifieke aandachtspunten en risico's	Interferentie bodemenergiesystemen	
	Beïnvloeding overige onttrekkingen	
	Beïnvloeding zoet-zout grensvlak	
	Verspreiden van grondwaterverontreiniging	
	Beïnvloeding archeologische waarden	
	Zettingsgevoelige objecten	
	Kabels en leidingen in de bodem	
Past het bodemenergiesysteem binnen de wettelijke eisen en beleid?		
Specifieke aandachtspunten en risico's	Interferentiegebied/masterplan	
	Beschermingsgebieden (provincie, waterbeheerder, rijkswegen, spoorwegen)	
	Provinciaal beleid vergunningverlening	
	Afwijkende regelgeving met betrekking tot de energiebalans	
	Vergunningsplichtig in het kader van de Waterwet? Ja/nee	
	Melding Waterwet nodig? Ja/nee	
	Lozingsvergunning nodig? Ja/nee en wie is bevoegd gezag?	
	Keurontheffing nodig (Hoogheemraadschap-/waterschap)? Ja/nee	
	Vergunning nodig voor aanleggen leidingen in gemeente-/rijksgrond? Ja/nee	
	Andere van toepassing zijnde vergunningen/meldingen?	
Welke mogelijkheden zijn er voor lozing?		
Specifieke aandachtspunten en risico's	Zout grondwater	
	...	
Oriënterend bronontwerp		
Type systeem (opslag/recirculatie, doublet/monobron)		
Diepte bronfilters (aanduiding watervoerend pakket of m-mv)		
Natuurlijke bodemtemperatuur (°C)		
Maximaal debiet per bron (m ³ /uur)		
Globale afstand tussen de bronnen (m)		
...		
Opmerkingen:		
<p>1) In onderling overleg project specifiek vast te stellen;</p> <p>2) Op basis van deze uitgangspunten wordt het geohydrologisch vooronderzoek uitgevoerd;</p> <p>3) Bij meerdere opties voor het bronontwerp kunnen aparte beoordelingskolommen worden toegevoegd;</p> <p>Bij koude laden is de infiltratietemperatuur lager dan de onttrekkingstemperatuur;</p> <p>Bij warmte laden is de infiltratietemperatuur hoger dan de onttrekkingstemperatuur.</p>		

Bijlage 3. Leeswijzer Functioneel Ontwerp [WP1]



3018DDE-E-MAR001
A_bijlage 1.pdf



3018DDE-E-MAR001
A_bijlage 2.pdf

Project: Modelontwikkeling MoBaMoBES**Datum:** 26 april 2018**Onderwerp:** Begeleidend schrijven Mobamobes**Status:** Concept**Auteur:** Ing. E. van Mourik**Co-lezer:** Ing. L.H. den Dekker

1 Begeleidend schrijven Mobamobes

Deze notitie is een begeleidend schrijven op het Excelmodel "17158EMOU model V2".

1.1 Tabbladen

In tabel 1.1 is beschreven welke tabbladen het model bevat en wat er op hoofdlijnen plaatsvindt in de tabbladen.

Tabel 1.1 Beschrijving tabbladen

Naam	Omschrijving
Input	Het input-tabblad bevat de specificaties van het systeem, in dit tabblad wordt niet gerekend.
Visueel	In het tabblad "Visueel" worden de berekende waarden uit het tabblad "controle" grafisch weergegeven in een principeschema.
Controle	Het controle-tabblad bevat de belangrijke gemeten en berekende waarden. Deze worden in dit tabblad ook vergeleken en beoordeeld. Na de beoordeling wordt er niet meer met de verwachte waarde gerekend maar met de gemeten waarden. Hierdoor is het duidelijk waardoor het systeem niet naar behoren functioneert. Ook bevat dit tabblad de invoerparameter buitenlucht.
Uitdraai	In het tabblad "uitdraai" is weergegeven hoe het systeem zou moeten functioneren bij temperaturen bij tussen de -10 en de 30°C.
Gebouw	Het gebouw-tabblad bevat de stooklijnen van het gebouw en de bijbehorende temperaturen en debieten. Dit tabblad is vereenvoudigd opgezet en zal verder worden ingevuld door techniplan
Distributiesysteem	In het distributie-tabblad worden veel knooppunten, mengtemperaturen en dergelijke berekend.
Warmtepomp	In het warmtepomp-tabblad bevat alle berekeningen die te maken hebben met de warmtepomp
Additionele warmte	Het tabblad "Additionele warmte" bevat alle berekeningen die te maken hebben met de secundaire warmtelevering
Additioneel laden en ontladen	In het tabblad "Additioneel laden en ontladen" wordt ingegaan op het additioneel laden en ontladen van de bron.
Bron + warmtewisselaar	In het tabblad "Bron + warmtewisselaar" worden de temperaturen rondom de warmtewisselaar berekend. Dit blad is vereenvoudigd opgezet en zal verder worden ingevuld door KWA
SPF	In het SP-tabblad wordt de SPF berekend.

1.2 Handmatige acties

In tabel 1.2 zijn de acties weergegeven die nodig zijn om het model te laten functioneren.

Tabel 1.2 Handmatige acties

Stap	Actie	Tabblad
0A	Het invullen van de belangrijkste parameters en specificaties	Input
0B	Invullen stooklijnen	Additioneel LO (laden ontladen) gebouw
0C	Invullen buitentemperatuur	Controle

1.3 Berekening CV-zijde

In tabel 1.3 zijn de berekening van de cv-zijde stapsgewijs langsgelopen.

Tabel 1.3 Berekeningen CV-zijde

Stap	Actie	Tabblad
1A	Aan de hand van de buitentemperatuur wordt de warmtevraag van het gebouw bepaald. Deze warmtevraag heeft een debiet en een in- en uitgaande temperatuur als gevolg.	Gebouw
1B	Vervolgens wordt er bepaald in hoeveel van de gevraagde warmte de warmtepomp duurzaam kan opwekken. Hierbij wordt er rekening houdend met het maximale vermogen en de maximale uittredetemperatuur.	Warmtepomp
1C	Het debiet van het gebouw in combinatie met het vaste debiet van de warmtepomp bepaalt of er via het buffer gemengd wordt. Het wel of niet mengen is van belang voor de COP berekening van de warmtepomp.	Distributie
1D	In deze stap wordt de COP en de bijdrage van de warmtepomp berekend.	Warmtepomp
1E	Met de bijdrage van de warmtepomp kan ook worden berekend wat de bijdrage is van de "additionele warmte".	Additionele warmte
1F	Tot slot wordt bepaald wat de mengtemperatuur is bij de knooppunt met de additionele warmte.	Distributie

1.4 Berekening GWK-zijde

In tabel 1.4 zijn de berekening van de GWK-zijde stapsgewijs langsgelopen.

Tabel 1.4 Berekeningen GWK-zijde

Stap	Actie	Tabblad
2A	Aan de hand van de buitentemperatuur wordt de koudevraag, in- en uitgaande temperatuur en het debiet bepaald.	Gebouw
2B	Aan de hand van het condensorvermogen kan ook het verdampervermogen worden bepaald.	Warmtepomp
2C	Bekend zijn de koudevraag van het gebouw, de koude levering van de verdamper en het maximale vermogen van de bron. In combinatie met de stooklijnen voor additioneel laden en ontladen kan de vermogensbalans worden gemaakt.	Additioneel LO
2D	Met de vermogensbalans wordt het vermogen van de bron bepaald.	Distributiesysteem
2E	Het bronvermogen resulteert in temperaturen rondom de warmtewisselaar	Bron +WW
2F	In deze stap wordt bepaald wat het debiet en temperatuur in de openverdeler zijn.	Distributiesysteem
2G	In deze stap wordt de aanvoertemperatuur en flow voor de verdamper en "additionele koude laden" berekend	Distributiesysteem
2H	In stap 2.H wordt bepaald hoe het debiet zich verdeelt over de verdamper en "additionele koude laden"	Distributiesysteem
2I	Met behulp van het debiet, aanvoertemperatuur en vermogen wordt de uittrede temperatuur bepaald.	Additioneel LO
2J	Tot slot kan de uittredetemperatuur worden berekend.	Distributiesysteem

1.5 Berekening SPF

Tot slot is tabel 1.5 de stap voor de SPF-berekening weergegeven.

Tabel 1.5 SPF berekening

Stap	Actie	Tabblad
3A	In deze stap wordt de SPF berekend.	SPF

Instructie Functioneel Ontwerp rekenblok ondergrond

Aan : Techniplan (Rik Molenaar) en Lambert den Dekker (DWA)
Van : KWA Bedrijfsadviseurs (Ad van Bokhoven)
Datum : 25 april 2018
Kenmerk : /3802130CN01/RM

Onderwerp : Input KWA FO MoBaMoBES

Inleiding

In het kader van het project MoBaMoBES levert KWA de input voor het functioneel ontwerp van het ondergrondse rekenblok, dat geprogrammeerd moet worden in Fews door Deltares. DWA en Techniplan leveren de input voor het functioneel ontwerp van het bovengrondse rekenblok. KWA heeft de functionaliteit en rekenregels ten aanzien van het ondergrondse rekenblok geprogrammeerd in Excel. Onderhavige notitie is een begeleidend schrijven bij het geprogrammeerde ondergrondse rekenblok in Excel.

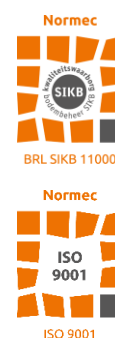
Hieronder volgt een beschrijving per tabblad.

Tabblad Schema blok ondergrond

In dit tabblad is schematisch weergegeven, voor zowel de zomer- als wintersituatie) welke onderdelen van het ondergrondse rekenblok zijn meegenomen in het opgestelde functionele ontwerp.

Het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem bevat de volgende onderdelen:

- Er is uitgegaan van een doublet bodemenergiesysteem met een koude en een warme bron. Bij toepassing van bijvoorbeeld een recirculatiesysteem of meerdere warme en koude bronnen, dienen aanvullende rekenregels te worden opgesteld. Deze zijn vooralsnog niet meegenomen in onderhavige input voor het functionele ontwerp.
- Iedere bron bevat een bronpomp en waterniveau-opnemers (Lt1 en Lt2), om het waterniveau in de bron te bewaken.
- In het leidingtracé bevinden zich drukopnemers (P1 en P2), onder andere ten behoeve van de bewaking van de druk in het systeem ten aanzien van ontgassing.
- Verder bevat het systeem twee TSA's (TSA 01 en TSA 02). TSA 01 is direct aangesloten op het bovengrondse circuit, ten behoeve van verwarming middels een warmtepomp en passieve koeling. TSA 02 is aangesloten op een vorm van balansvoorziening om aanvullend koude te kunnen laden of ontladen.
- Zowel het bovengrondse leidingwerk als het ondergrondse leidingwerk is voor en na de TSA's voorzien van temperatuursensoren, vier bovengronds (Tb1-Tb2 en Tb3-Tb4) en vier ondergronds (To1-To2 en To3-To4).



KWA Bedrijfsadviseurs B.V.
Regentesselaan 2
Postbus 1526
3800 BM Amersfoort

t 033 422 13 11/70
f 033 422 13 99
e water@kwa.nl
Rabobank Amersfoort
NL86RABO0372977669
KvK Gooi en Eemland 32069286

www.kwa.nl

- Daarnaast bevat zowel het bovengrondse circuit als het ondergrondse circuit flow meters; (Qb1-Qb2 en Qo1-Qo2).

Tabblad Overzicht rekenblokken

Op dit tabblad is schematisch aangegeven welke aspecten van het bodemenergiesysteem we beoordeeld willen zien door MoBaMoBES. De volgende aspecten dienen te worden beoordeeld:

- De onttrekkingstemperatuur
- Warmteoverdrachtsverlies TSA's
- De injectietemperatuur
- Het waterniveau in de bron
- De SPF van de bron
- Drukhandhaving in het hydraulische circuit

De beoordeling vindt, wanneer zinvol, plaats op 3 niveaus:

- Gemiddeld ontwerp
- Range binnen het ontwerp
- Situatie afhankelijke beoordeling

De systematiek van de beoordeling is verder uitgewerkt in de volgende tabbladbladen.

Tabblad T-onttrekking ontwerp en range

In dit tabblad wordt de gemeten onttrekkingstemperatuur vergeleken met de gemiddelde ontwerpstemperatuur en de vastgestelde range binnen het ontwerp van de onttrekkingstemperatuur. Op basis hiervan wordt het functioneren beoordeeld.

Voor dit tabblad is de uitwerking van input, output en beoordelingsmethode uitgewerkt in de bijlage 1. In de Excel-spreadsheet is daarnaast met behulp van kleuren aangegeven wat input-waarden, output-waarden en rekenstappen zijn.

Voor de overige tabbladen is geen uitgeschreven bijlage met input-, output-waarden en rekenstappen. Hierbij wordt verwezen naar de excel-spreadsheet waar in kleuren is aangegeven welke cellen gezien moeten worden als input-waarden, output-waarden en rekenstappen.

Tabblad T-onttrekkingsbron-situatieafhankelijk

In dit tabblad wordt de onttrekkingstemperatuur beoordeeld. De beoordeling is situatie afhankelijk: er wordt berekend wat de verwachte onttrekkingstemperatuur van de bron is, op basis van de hoeveelheid in het verleden geladen koude of warmte in de bron. Als de gemeten onttrekkingstemperatuur voldoet aan de verwachte waarde, dan is de beoordeling 'groen', bij afwijkende waarden 'oranje' of 'rood'. Het tabblad bevat veel kolommen. In onderstaande tabel is per kolom beschreven wat erin is opgenomen.

Naam	Beschrijving
Datum	In deze kolom is de datum weergegeven, startend vanaf 1 april en eindigend op 31 maart het jaar erop. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES. In het daadwerkelijke MoBaMoBES model moet er een continue en doorlopende tijdregistratie aanwezig zijn.
Tijd (uren)	Hierin zijn uren opgenomen van een heel jaar. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES.

T injectie °C (uurgemiddeld) en fictief	Op basis van het tijdstip in het jaar kiest Excel een willekeurige waarde voor de injectietemperatuur binnen een gedefinieerde range van 3 tot 25°C. In de koude maanden is de range beperkt van 3 tot 10 °C en in de warme maanden van 12 tot 25 °C. In de tussenseizoenen is de range beperkt tussen 3 en 16 °C. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES.
Achtergrond temperatuur	Hierin is de achtergrondtemperatuur gedefinieerd. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES.
Q (m3/uur) bronnen (fictief)	Hierin kiest Excel een willekeurig getal binnen de range van 5 tot 50. Dit getal representeert een fictief brondebiet op een bepaald tijdstip. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES.
laden /ontladen	Op basis van het berekende getal in de kolom "kWh t.o.v. T Achtergrond" wordt weergegeven of er koude is geladen of ontladen. Aangezien ook deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES, is dit op deze manier berekend. In de praktijk en ook voor MoBaMoBES is het echter anders; Het bovengrondse systeem bepaald of de bedrijfstoestand laden of ontladen betreft en wordt dus niet bepaald door de injectietemperatuur.
kWh t.o.v. T Achtergrond	In deze kolom wordt berekend hoeveel kWh er op een bepaalde uur-waarde wordt geladen of ontladen ten opzichte van de achtergrondtemperatuur. Wanneer de waarde negatief is wordt er koude ontladen ten opzichte van de achtergrondtemperatuur en wanneer de waarde positief is dan wordt koude geladen ten opzichte van de achtergrondtemperatuur. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES. De gebruikte rekenregels dienen wel te worden ingebouwd in MoBaMoBES, maar dan op basis van meetwaarden in plaats van de fictieve waarden.
Laden t.o.v. T achtergrond (MWh)	In deze kolom wordt, op basis van de fictieve dataset en per uur-waarde, berekend hoeveel koude er wordt geladen in de bodem ten opzichte van de achtergrondtemperatuur.
Ontladen t.o.v. T achtergrond (MWh)	In deze kolom wordt, op basis van de fictieve dataset en per uur-waarde, berekend hoeveel koude er wordt ontladen in de bodem ten opzichte van de achtergrondtemperatuur.
Onttrekking temperatuur warme/koude bron (fictief)	In deze kolom is een fictieve waarde opgenomen voor de onttrekkingstemperatuur. Dit om te kunnen berekenen hoeveel koude er is geladen en ontladen is ten behoeve van de energetische balansberekening voortkomend uit de vergunningsvoorschriften. Hierbij geldt niet de hoeveelheid toegevoegde energie ten opzichte van de achtergrondtemperatuur (zoals berekend in hierboven beschreven drie kolommen), maar het temperatuurverschil tussen de onttrekkingsbron en infiltratiebron.
KWh vergunning	In deze kolom wordt berekend hoeveel kWh er op een bepaalde uur-waarde wordt geladen of ontladen, op basis van het temperatuurverschil tussen de onttrekkingsbron en infiltratiebron. Dit om te kunnen berekenen hoeveel koude er is geladen en ontladen is ten behoeve van de energetische balansberekening voortkomend uit de vergunningsvoorschriften. Wanneer de waarde negatief is wordt er koude ontladen en wanneer de waarde positief is

	dan wordt koude geladen. Deze data behoort tot een fictieve dataset, ten behoeve van de uitwerking van het functionele ontwerp voor MoBaMoBES. De gebruikte rekenregels dienen te worden ingebouwd in MoBaMoBES, maar dan op basis van meetwaarden in plaats van de fictieve waarden.
Laden t.b.v. Vergunning (MWh)	In deze kolom wordt, op basis van de fictieve dataset en per uur-waarde, berekend hoeveel koude er wordt geladen in de bodem ten behoeve van de balansberekening voortkomend uit de vergunningsvoorschriften.
Ontladen t.b.v. vergunning (MWh)	In deze kolom wordt, op basis van de fictieve dataset en per uur-waarde, berekend hoeveel koude er wordt ontladen in de bodem ten behoeve van de balansberekening voortkomend uit de vergunningsvoorschriften.
Q (m3) koude bron	Dit is het uurgemiddelde brondebiet uit de koude bron, afgeleid uit de fictieve dataset. Normaliter is dit een gemeten waarde en daarmee een inputwaarde. In dit voorbeeld is het echter een berekende waarde, op basis van de fictieve dataset.
Volume koude bel (m3)	In deze kolom wordt het cumulatieve volume van de koude bel berekend, op basis van de cumulatieve hoeveelheid fictief verpompte kuubs grondwater in de koude bron.
T koude bron (°C)	In deze kolom wordt de fictieve uurgemiddelde injectietemperatuur ingegeven. Normaliter is dit een inputparameter.
T koude bron (°C) 2	Deze kolom is dezelfde als T Koude bron (°C), maar dan iets bewerkt ten behoeve van het rekenvoorbeeld (de nul-waarden zijn vervangen).
T x Q	In deze kolom wordt per gemiddeld uur de gemiddelde injectietemperatuur maal het aantal verpompte kuubs grondwater in datzelfde uur met elkaar vermenigvuldigd
Tx Volume bel (m3)	In deze kolom wordt de cumulatieve waarde berekend van de uur gemiddelde waarden van kolom "T xQ"
T gem geladen	In deze kolom wordt berekend wat de gemiddelde temperatuur is die is geladen door cumulatieve hoeveelheid kuubs x geïnjecteerde temperatuur (kolom "Tx Volume bel (m3)" te delen door de cumulatieve hoeveelheid kuubs verpompt grondwater (kolom "Volume koude bel (m3))".
Rendement bron	In deze kolom is berekend, op basis van het volume van de bron en het handmatige ingegeven rendement van de bron bij een bepaald volume, wat het rendement is van de bron op een bepaald moment in de tijd.
Verwachte T onttrekking koude bel (°C)	In deze kolom is berekend wat de te verwachte onttrekkingstemperatuur zou moeten zijn, op basis van het rendement van de bron, het op dat moment beschikbare volume en de gemiddelde injectietemperatuur ten opzichte van de natuurlijke achtergrond temperatuur.
Gemeten T Onttrekking koude bel (°C) (Fictief)	In deze kolom is een fictieve waarde opgenomen van de gemeten uur gemiddelde onttrekkingstemperatuur. Normaliter is deze waarde een input parameter.
Oordeel koude bron	Op basis van de verwachte onttrekkingstemperatuur en de gemeten onttrekkingstemperatuur wordt een oordeel gegeven over het functioneren van de bron.
Q (m3) warme bron	Dit is het uurgemiddelde brondebiet uit de warme bron, afgeleid uit de fictieve dataset. Normaliter is dit een gemeten waarde en daarmee een inputwaarde. In dit voorbeeld is het echter een berekende waarde, op basis

	van de fictieve dataset.
Volume warme bel (m3)	In deze kolom wordt het cumulatieve volume van de warme bel berekend, op basis van de cumulatieve hoeveelheid fictief verpompte kuubs grondwater in de warme bron.
T warme bron (°C)	In deze kolom wordt de fictieve uurgemiddelde injectietemperatuur ingegeven. Normaliter is dit een inputparameter.
T warme bron (°C) 2	Deze kolom is dezelfde als T Warme bron (°C), maar dan iets bewerkt ten behoeve van het rekenvoorbeeld (de nul-waarden zijn vervangen).
T x Q	In deze kolom wordt per gemiddeld uur de gemiddelde injectietemperatuur maal het aantal verpompte kuubs grondwater in datzelfde uur met elkaar vermenigvuldigd
Tx Volume bel (m3)	In deze kolom wordt de cumulatieve waarde berekend van de uur gemiddelde waarden van kolom "T x Q"
T gem geladen	In deze kolom wordt berekend wat de gemiddelde temperatuur is die is geladen door cumulatieve hoeveelheid kuubs x geïnjecteerde temperatuur (kolom "Tx Volume bel (m3)" te delen door de cumulatieve hoeveelheid kuubs verpompt grondwater (kolom "Volume koude bel (m3)").
Rendement bron	In deze kolom is berekend, op basis van het volume van de bron en het handmatige ingegeven rendement van de bron bij een bepaald volume, wat het rendement is van de bron op een bepaald moment in de tijd.
Verwachte T onttrekking koude bel (°C)	In deze kolom is berekend wat de te verwachte onttrekkingstemperatuur zou moeten zijn, op basis van het rendement van de bron, het op dat moment beschikbare volume en de gemiddelde injectietemperatuur ten opzichte van de natuurlijke achtergrond temperatuur.
Gemeten T Onttrekking warme bel (°C) (Fictief)	In deze kolom is een fictieve waarde opgenomen van de gemeten uur gemiddelde onttrekkingstemperatuur. Normaliter is deze waarde een input parameter.
Oordeel warme bron	Op basis van de verwachte onttrekkingstemperatuur en de gemeten onttrekkingstemperatuur wordt een oordeel gegeven over het functioneren van de bron.

Tabblad Opgave BVG (jaarlijks)

In dit tabblad is een formulier opgenomen met geëiste parameters, dat jaarlijks moet worden verzonden aan het bevoegd gezag. Op basis van de maandelijkse gemiddelde waarden en de eisen die zijn gesteld door het bevoegd gezag is een beoordeling gedaan of wordt voldaan aan de gestelde eisen door het bevoegd gezag.

Tabblad TSA 01

In dit tabblad is beoordeeld of het warmteoverdrachtsverlies over de TSA 01 beperkt blijft tot de gestelde specificaties waarop deze is ontworpen. Het maximale warmte overdrachtsverlies over de TSA vindt plaats bij een maximaal debiet. Op basis hiervan en het maximale verlies (1 à 2 K) wordt een TSA geselecteerd en ingepast. Wanneer het warmteoverdrachtsverlies groter is dan vastgesteld tijdens de selectie is er iets mis met de TSA. Tevens kan er iets mis zijn met de TSA als er of in het bovengrondse circuit of in het ondergrondse circuit geen doorstroming plaatsvindt, als dit wel zou worden verwacht (bijvoorbeeld dichtgevroren ondergronds circuit).

Tabblad TSA 02

Gelijk aan tabblad TSA 01, maar dan voor TSA 02

Tabblad T-infiltratie ontwerp

In dit tabblad wordt de gemeten infiltratietemperatuur vergeleken met de gemiddelde ontwerp temperatuur en de vastgestelde range binnen het ontwerp van de infiltratietemperatuur. Op basis hiervan wordt het functioneren beoordeeld. Dit tabblad heeft grote gelijkenis met het tabblad T_onttrekking_ontwerp en range, echter in dit tabblad worden de infiltratietemperaturen beoordeeld.

Tabblad T-Injectie debietregeling

In dit tabblad wordt beoordeeld of het verwachte debiet van de bronpomp overeenkomt met het debiet van het bovengrondse circuit en zo ja, in welke situatie aanvullend kan worden geladen of ontladen en wat de te verwachten injectietemperatuur bedraagt.

Tabblad Waterniveau Bron

In dit tabblad wordt het waterniveau in de bronnen beoordeeld op basis van vooraf ingestelde default waarden.

Tabblad Specifiek Debiet

In dit tabblad wordt het specifieke debiet in de loop der tijd beoordeeld op basis van vooraf ingestelde default waarden.

Tabblad Druk handhaving Hydraulisch circuit

In dit tabblad wordt de drukhandhaving in de bronnen beoordeeld op basis van vooraf ingestelde default waarden.

BIJLAGE

Uitwerking van tabblad T-onttrekking ontwerp en range (als voorbeeld voor overige bladen, later uit te werken)

Input (realtime meetwaarde of historische waarde):

- onttrekkingstemperatuur warme bron (T_onttrekking_warm)
- onttrekkingstemperatuur koude bron (T_onttrekking_koud)
- natuurlijke grondwatertemperatuur (T_natuurlijk) vastgesteld tijdens in bedrijfsstelling

Output:

- beoordeling_onttrekkingstemperatuur warme bron (groen/oranje/rood)
- beoordeling_onttrekkingstemperatuur koude bron (groen/oranje/rood)

1. Beoordeling op basis van ontwerpwaarden:

Beoordelingsparameters

- ontwerp onttrekkingstemperatuur warme bron (T_gem_onttrekking_warm)
- ontwerp onttrekkingstemperatuur koude bron (T_gem_onttrekking_koud)
- natuurlijke grondwatertemperatuur (T_natuurlijk)
- maximale wettelijke temperatuur (T_max_wet = 25°C)

Gekozen beoordelingswijze:

- bij warme bron:
 - o groen: temperatuur hoger dan ontwerp
 - o oranje: temperatuur tussen natuurlijke temperatuur en ontwerp
 - o rood: temperatuur beneden natuurlijke temperatuur
- bij koude bron:
 - o groen: temperatuur lager dan ontwerp
 - o oranje: temperatuur tussen natuurlijke temperatuur en ontwerp
 - o rood: temperatuur boven natuurlijke temperatuur

2. Beoordeling op basis van range binnen het ontwerp:

Beoordelingsparameters

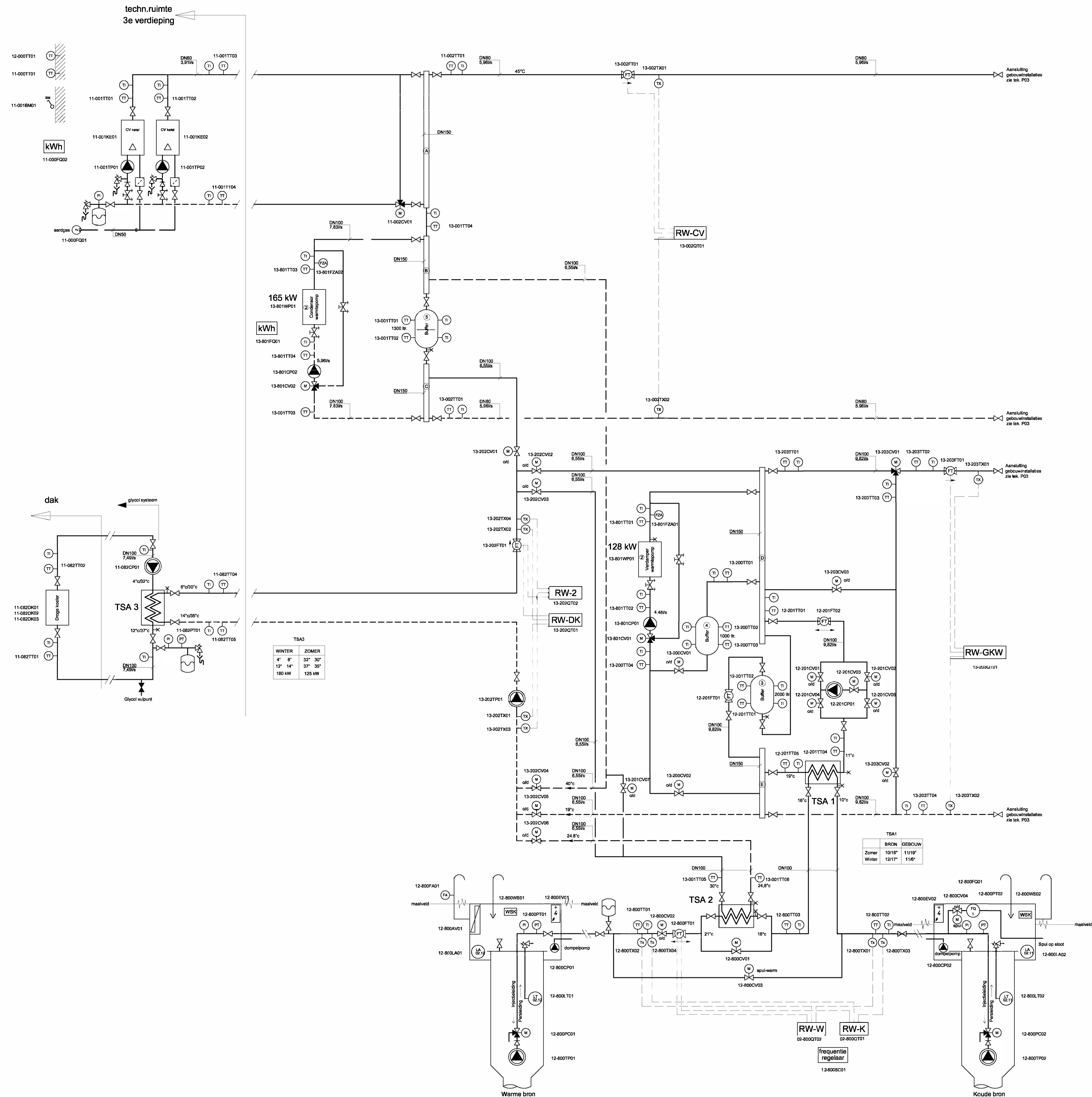
- min_ontwerp onttrekkingstemperatuur warme bron (T_min_onttrekking_warm)
- max_ontwerp onttrekkingstemperatuur warme bron (T_max_onttrekking_warm)
- min_ontwerp onttrekkingstemperatuur koude bron (T_min_onttrekking_koud)
- min_ontwerp onttrekkingstemperatuur koude bron (T_min_onttrekking_koud)

Beoordelingswijze:

- bij warme bron:
 - o groen: temperatuur tussen min en max ontwerp
 - o oranje: temperatuur ...
 - o rood: temperatuur beneden natuurlijke temperatuur
- bij koude bron:
 - o groen: ...
 - o oranje: ...

- rood: ...

Bijlage 4. Principeschema Casusobject: gemeentekantoor



TSAs

	WINTER	ZOMER
4"	8"	32"
12"	14"	37"
180 kW	125 kW	

TSA1

	BRON	OEB/CUW
Zomer	10/18°	11/15°
Winter	12/17°	11/6°

REVISIE

wolter & dros
TBI techniek

Ingenieursbureau Wolter & Dros B.V.
Postbus 2274
5260 CC 't Hartenbosch
Telefoon 073 - 633 93 39
Fax 073 - 633 93 31

Nieuwbouw Dienstverleningscentrum

Principeschema Energiesysteem

Revisie	Datum	Omschrijving	Gepland
0	18-01-2013	Revisie	JE

Gepland: Free: Datum: Schied: Formaat: Projectnummer: Revisie: Revisie: Toelichting: Status: Paraaf:

CR: D:

Bijlage 5. Regeltechnische beschrijving Casusobject

Regeltechnische Omschrijving

Hydreco
Dienstverleningscentrum Rucphen RK 11+12
Revisie

Auteur(s)
T.Beumens
A.M. Hak

1	Inleiding
2	Functionele omschrijving
3	Seizoenenbepaling
4	Warmte / Koude Opslag
5	Registratie WKO
6	TSA/buffervat regeling
7	Warmtepomp
8	CV Ketels
9	Drycooler
10	Registratie

Datum opgesteld
10 februari 2012
Datum gewijzigd
14 januari 2013
Referentie
1205.00299r
Project
12110106 Dienstencentrum
Rucphen
Versie
3.0
Status
Gesloten
Blad
1 van 38

1	Inleiding	4
1.1	Omschrijving WKO installatie	5
1.2	Klimaat Installatie	5
1.3	Regelkast indeling	6
2	Functionele omschrijving	8
2.1	Algemeen	8
2.2	Bedienen	9
3	Seizoenenbepaling	10
3.1	Algemeen	10
3.2	Schakelen	11
	Bewaken	17
3.3	Beheer	17
4	Warmte / Koude Opslag	18
4.1	Algemeen	18
4.2	Regelen	18
4.3	Schakelen	19
4.4	Bewaken	21
4.5	Bedienen	22
4.6	Beheren	23
5	Registratie WKO	24
6	TSA/buffervat regeling	26
6.1	Algemeen	26
6.2	Regelen tijdens koude laden	26
6.3	Regelen tijdens koude ontladen	27
6.4	Beheren	27
7	Warmtepomp	28
7.1	Algemeen	28
7.2	Regelen	28
7.3	Schakelen	29
7.4	Bewaken	30
7.5	Beheer	30
8	CV Ketels	31
8.1	Algemeen	31
8.2	Regelen	31
8.3	Schakelen	32
8.4	Bewaken	32
8.5	Bedienen	33
8.6	Beheer	33
9	Drycooler	34
9.1	Algemeen	34
9.2	Regelen	34
9.3	Schakelen	36
9.4	Bewaken	37
9.5	Bedienen	37
9.6	Beheer	37
10	Registratie	38

1 Inleiding

De regeltechnische omschrijving bevat de werking van de klimaatinstallatie met bijbehorende regel- en schakelapparatuur.

Tevens worden eventueel voorkomende storingen beschreven en de wijze waarop deze opgeheven kunnen worden.

De installatie dient door de opdrachtgever onderhouden en bediend te worden conform de voorschriften en aanwijzingen volgens de Nederlandse wetgeving en normen en conform de gebruikershandleidingen van de leveranciers. Zie hiervoor de bijlagen.

Voor wijzigingen en modificaties willen wij u graag van dienst zijn.

Projectgegevens

De beschrijving is gebaseerd op de volgende schema's:

- Projectnummer	: 121.10.106		
- Principeschema's	: Luchtbehandeling	P01	15-03-2012
	Energiesysteem	P02	15-03-2012
	CV en Koeling	P03	15-03-2012
	Tapwater	P04	15-03-2012

Installateur

Neem bij herhaling van storingen en/of defecten aan de klimaatinstallatie contact op met de installateur.

Wolter & Dros
Postbus 2274
5202CG 's-Hertogenbosch
073-6339339

1.1 Omschrijving WKO installatie

De warmte_koudeopwekkings installatie tbv DVC te Ruckphen bestaat uit een

- Warmte koude opslag installatie
- Warmtepomp
- Laad/Ontlaad TSA
- 2 CV Ketels
- Transportnet GWK
- Transportnet CV
- Drycooler

Hierop zijn de volgende Installaties op aangesloten:

- Groep luchtbehandeling (LBK links en LBK rechts)
- Groep vloerverwarming/koeling hal
- Groep vloerverwarming/koeling kantoren
- Groep convectoren raadzaal/burgerzaal en radiatoren trappenhuizen/kelder

De WKO installatie heeft een beperkte capaciteit , het maximaal te verpompen debiet is 37,5 m³/h .Uitgaande van een bodem temperatuur van 11 °C kan daarmee niet altijd de totale koellast worden gedekt . Een tekort wordt in hoog zomerseizoen aangevuld door de warmtepomp als koelmachine vrij te geven. De condensor warmte wordt dan door de WKO installatie of door de drycooler afgevoerd.

Voorkeur warmteafvoer wordt bepaald op basis van onbalans WKO installatie.

Bij het ontwerp van de installatie is uitgegaan van een energiebalans. Er zijn een aantal mogelijkheden om extra warmte of koude te laden om dit te behalen. De keuze om extra energie te laden of te ontladen wordt handmatig in het GBS ingesteld op basis van de (meerjarige) energiebalans.

De natuurlijke bodem temperatuur bedraagt ca 11 a 12 °C.

De opzet is om de koude bron te laden naar een evenwichtstemperatuur van ca. 8°C en de warme bron te laden naar een evenwichtstemperatuur van ca. 14°C.

1.2 Klimaat Installatie

De bouwdelen zijn voorzien van vloerverwarming/koeling. De vloerverwarming van de bouwdelen wordt op temperatuur geregeld volgens stooklijn. De vloerverwarming/koeling wordt per ruimte individueel nageregeld.

De ruimten worden door middel van LBK's voorzien van ventilatielucht.

De luchtbehandeling kasten zijn voorzien van een warmtewiel, een verwarmers/koeler en bevochtiging.

1.3 Regelkast indeling

De verschillende installaties zijn onderverdeeld in vijf regelkasten
De regelkast indeling is als volgt:

Regelkast RK1: Verdeling CV en Koeling

In de technische ruimte in de kelder staat RK1.
In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Transportpompen CV
- Transportpompen GWK
- Groep Vloerverwarming/Koeling begane grond C/D
- Groep Vloerverwarming/koeling kantoren
- Convectoren raadzaal / burgerzaal
- Archief ruimte
- Tapwater Installaties
- Ventilatie techniekruimte
- Parkeergarage ventilatie
- Vuilwaterafvoer
- Tracing

Regelkast RK12: Energie systeem

In de technische ruimte in de kelder staat RK12.
In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Warmte/koude opslag installatie
- Warmtepomp
- Laad/ontlaad pomp WKO installatie
- Buffervat CV
- Buffervat GWK
- Mengregeling GWK net
- Voorkeur schakeling drycooler

Regelkast RK3: Luchtbehandeling Links

In de technische ruimte op de 3^o verdieping staat RK3.
In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Luchtbehandeling begane grond / 1^o / 2^o en 3^o verdieping
- Afzuigventilatie sanitair
- Afzuigventilatie keuken
- MER ruimte 3^o verdieping
- Repro ruimte 3^o verdieping
- Zone luchtkleppen LBK tbv begane grond hal / begane grond kantoor 1^o / 2^o en 3^o verdieping

Regelkast RK4: Luchtbehandeling Rechts

In de technische ruimte op de 3^e verdieping staat RK4.

In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Luchtbehandeling begane grond / 1^e / 2^e en 3^e verdieping
- Afzuigventilatie sanitair
- Zone luchtkleppen LBK tbv begane grond hal / bagane grond kantoor 1^e / 2^e en 3^e verdieping

Regelkast RK11: Ketelhuis

In de technische ruimte op de 3^e verdieping staat RK11.

In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- CV ketels
- Drycooler

2 Functionele omschrijving

2.1 Algemeen

Staffelen van de onderstations

Wanneer de netspanning van het onderstation wegvalt, zal het onderstation bij het opnieuw inschakelen van de netspanning de uitgangen gestaffeld inschakelen. Dit ter voorkoming van piekvorming in het net als gevolg van hoge aanloopstromen.

Spanningsbewaking

De 3-fasen voeding van de regelkast wordt door middel van een netwachter bewaakt en wordt een melding gegenereerd.

Storingsmeldingen

Voor de signalering van urgente storingen is een lamp op het front van de regelkast opgenomen. De signaleringslamp op de regelkast geeft de actuele toestand van de storingen weer. Als er een storing binnen komt wordt de lamp aangestuurd. Als de storing wordt opgeheven gaat de signaleringslamp uit.

Voor de signalering van niet urgente storingen is ook een uitgang opgenomen. De signaleringslamp op de regelkast geeft de actuele toestand van de storingen weer. Als er een storing binnen komt wordt de lamp aangestuurd. Als de storing wordt opgeheven gaat de signalering uit.

Beide storingen worden op het GBS weergegeven.

Hardware/software reset

Storingen die softwarematig worden vergrendeld, moeten worden gereset. Hiervoor is een drukknop op het front van de regelkast opgenomen. Het is ook mogelijk om deze reset actie uit te voeren vanuit de DDC regelaar.

Bedrijfsurentellers

Van alle door de Compri gestuurde installatiedelen zoals pompen en ventilatoren worden, op basis van vrijgave, bedrijfsuren bijgehouden. De bedrijfsuren worden cumulatief geregistreerd.

kWh meter regelkast

Regelkast is voorzien van een kWh meter tbv registratie electraverbruik.

2.2 Bedienen

De installatie kan door middel van onderstaande faciliteiten bediend worden. De volgorde van belangrijkheid is als volgt:
Werkschakelaars, interventieschakelaars, bediening door middel van lokaal display.

Door het bedienen kunnen installatiedelen zoals motoren en afsluiters afzonderlijk in- of uitgeschakeld worden. Door bijvoorbeeld het handmatig uitschakelen van elektromotoren kunnen essentiële veiligheidsfuncties uitgeschakeld worden. Degene die de installatie bedient en verstelt dient zich te overtuigen dat hierdoor geen schade ontstaat!

Lokaal bedienen

De elektromotoren voor pompen en ventilatoren zijn uitgerust met een werkschakelaar, direct nabij de elektromotor.

De bediening van de werkschakelaar wordt niet op het GBS gemeld.

Bedienen vanuit de regelkast

Interventieschakelaars digitale uitgangen

De motoren voor pompen en ventilatoren zijn voor test- en service doeleinden voorzien van interventieschakelaars met de standen HAND-UIT-AUT. Indien geschakeld wordt in de stand UIT kunnen essentiële veiligheidsfuncties uitgeschakeld worden.

Deze standen hebben de volgende betekenis:

HAND: Buiten de automatische besturing om wordt de motor ingeschakeld.

UIT: Buiten de automatische besturing om wordt de motor uitgeschakeld.

AUT: De motor staat onder commando van de automatische besturing.

Indien één van de interventieschakelaars niet in de stand automatisch staat wordt dit gemeld op de regelaar, op de regelkast wordt een gele lamp aangestuurd "interventie niet automatisch". Ook gaat er een gele led bij de desbetreffende uitgang op de uitgangsmodule branden en is in het GBS beeldplaatje bij de betreffende aansturing een melding te zien.

Interventieschakelaars analoge uitgangen

De modulerende uitgangen zijn voor test- en service doeleinden voorzien van interventieschakelaars met de standen HAND-AUT. In de stand hand kan met de pot meter de gewenste stand worden ingesteld.

Deze standen hebben de volgende betekenis:

HAND: Buiten de automatische besturing om wordt de motor ingeschakeld.

AUT: De motor staat onder commando van de automatische besturing.

Indien één van de interventieschakelaars niet in de stand automatisch staat wordt dit gemeld op de regelaar, op de regelkast wordt een gele lamp aangestuurd "interventie niet automatisch". Ook gaat er een gele led bij de desbetreffende uitgang op de uitgangsmodule branden en is in het GBS beeldplaatje bij de betreffende aansturing een melding te zien.

3 Seizoenenbepaling

3.1 Algemeen

Het complete warmte- en koudeopslag, distributie en opwekkingsysteem is aan elkaar verbonden en kent meerdere bedrijfssituaties. Zo zal het doel van de warmtepomp in het ene geval zijn “warmte leveren” en in een ander geval “koude leveren”. Dit geldt ook voor de bron.

De verschillende bedrijfssituaties zijn onderverdeeld in de volgende vijf bedrijfs toestanden.

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Warmtevraag | (winter) |
| 2. Warmtevraag en weinig koudevraag | (tussenseizoen verwarmen) |
| 3. Weinig warmtevraag en meer koelvraag | (tussenseizoen koelen) |
| 4. Koelvraag | (zomer) |
| 5. Veel koelvraag | (hoog zomer) |

Bedrijf Component /	(1) Winter	(2) Tussenseizoen (Verwarmen)	(3) Tussenseizoen (Koelen)	(4) Zomer	(5) Hoog Zomer
WKO	Laden	Laden	Ontladen (Aanvullend)	Ontladen	Ontladen
Warmtepomp	Verwarmen	Verwarmen	Verwarmen	Uit	Koelen
CV Ketels	Verwarmen (Aanvullend)	Verwarmen (Aanvullend)	Uit	Uit	Uit
Drycooler Onbalans WKO	Extra Koude Laden	Uit	Uit	Extra Warmte Laden	Uit
Drycooler Geen onbalans WKO	Uit	Uit	Uit	Uit	Condensor warmte
Transportnet GWK	Uit	Aan	Aan	Aan	Aan
Transportnet CV	Aan	Aan	Aan	Uit	Uit

3.2 Schakelen

Hieronder zijn de voorwaarden beschreven waaraan de installatie moet voldoen om te schakelen tussen de verschillende bedrijfstoestanden.

(1) Winterseizoen

Warmtelevering door warmtepomp.

Ketelregeling komt indien nodig in.

Koudeoverschot door warmtepomp wordt in de bodem opgeslagen.

Eventueel extra koude laden door middel van drycooler

Vrijgave Warmtepomp CV Bedrijf	IN	Warmtevraag afnemers en Berekend vermogen CV net > 30 KW (10Min)
	UIT	Geen warmtevraag afnemers (30 min) of Berekend vermogen CV net < 10 KW (5 Min)
Vrijgave CV Ketels	IN	Warmtevraag afnemers en 13_001TT04 - Stooklijn CV < -3°C (5Min)
	UIT	Geen warmtevraag afnemers (15Min) en 13_001TT04 – stooklijn CV > -1°C (30Min) en 10CV01 = 2% (15Min)
Vrijgave WKO Laden	IN	Buffertemperatuur 12_201TT02 < 8°C (1Min) of Buffertemperatuur 12_201TT03 < 7,5°C (1Min) en Flow Buffervat > 4m3/h (1 min)
	UIT	Buffertemperatuur 12_201TT02 > 10°C (1Min) en Flow Buffervat < -2m3/h (1 min) en Buffertemperatuur 12_201TT03 > 8°C (1Min)
Vrijgave Drycooler extra koude Laden	IN	Bediening Onbalans WKO In en Buitentemperatuur < -2°C (15Min)
	UIT	Bediening Onbalans WKO Uit of Buitentemperatuur > 0°C (15Min)

(2) Tussenseizoen (Verwarmen)

Warmtelevering door warmtepomp.

Ketelregeling komt indien nodig in.

Koudeoverschot door warmtepomp wordt in de bodem opgeslagen.

Vrijgave Warmtepomp CV Bedrijf	IN	Warmtevraag afnemers en Berekend vermogen CV Net > 30 KW (10Min)
	UIT	Geen warmtevraag afnemers (30 min) of Berekend vermogen CV net < 10 KW (5Min)

Vrijgave CV Ketels	IN	Warmtevraag afnemers en 13_001TT04 - Stooklijn CV < -3°C (5Min)
	UIT	Geen warmtevraag afnemers (15Min) en 13_001TT04 - stooklijn CV > -1°C (30Min) en 11_002CV01= 2% (15Min)

Vrijgave WKO Laden	IN	Buffertemperatuur 12_201TT02 < 8°C (1Min) of Buffertemperatuur 12_201TT03 < 7,5°C (1Min) en Flow Buffervat > 4m3/h (1 min)
	UIT	Buffertemperatuur 12_201TT02 > 10°C (1Min) en Flow Buffervat < -2m3/h (1 min) en Buffertemperatuur 12_201TT03 > 8°C (1Min)

(3) Tussenseizoen (Koelen)

Warmtelevering door warmtepomp.

Koudetekort aangevuld met de WKO installatie.

Vrijgave Warmtepomp CV Bedrijf	IN	Warmtevraag afnemers en Berekend vermogen CV Net > 30 KW (10Min)
	UIT	Geen warmtevraag afnemers (30 min) en Berekend vermogen CV Net < 10 KW (5Min)

Vrijgave WKO Ontladen	IN	Buffertemperatuur 12_201TT02 > 18°C (1Min) en Buffertemperatuur 12_201TT03 > 18°C (1Min) en Flow Buffervat < -5m3/h (1 min)
	UIT	Buffertemperatuur 01TT01 < Temp WKO + 2°C (1Min) en Buffertemperatuur 01TT02 < Temp WKO + 2°C (1Min) en Flow Buffervat > 2m3/h (1 min)

(4) Zomer
Koudelevering door WKO installatie.

Vrijgave WKO Ontladen	IN	Koelvraag afnemers en Buffertemperatuur 12_201TT02 > 18°C (1Min) en Buffertemperatuur 12_201TT03 >18°C (1Min) en Flow Buffervat < -5m3/h (1 min)
	UIT	Geen koelvraag afnemers of Buffertemperatuur 12_201TT02 < Temp WKO + 2°C (1Min) of Buffertemperatuur 12_201TT03 < Temp WKO + 2°C (1Min) en Flow Buffervat > 2m3/h (1 min)

(5) Hoog zomer

Koudelevering door WKO installatie.

Koudetekort aangevuld door warmtepomp.

Vrijgave WKO Ontladen	IN	Koelvraag afnemers en Buffertemperatuur12_201TT02 18°C (1Min) en Buffertemperatuur12_01TT03 >18°C (1Min) en Flow Buffervat < - 5m3/h (1 min)
	UIT	Geen koelvraag afnemers of Buffertemperatuur 12_201TT02 < Temp WKO + 2°C (1Min) of Buffertemperatuur 12_201TT03 < Temp WKO + 2°C (1Min) en Flow Buffervat >2m3/h (1 min)

Vrijgave Warmtepomp GKW Bedrijf	IN	Koelvraag afnemers en Temperatuuropnemer 12_201TT04 > 20 °C (15 min) en Mengafsluiter 13_203CV01 > 90% geopend (15Min) en Peraat drycooler of bedrijf WKO
	UIT	Geen koudevraag afnemers (5 min) of Temperatuuropnemer 12_201TT04 < 15 °C (15 min) of Mengafsluiter 13_203CV01 < 20% geopend (15Min) of Niet paraat drycooler en niet bedrijf WKO

In de verschillende seizoenen worden een aantal kleppen geschakeld volgens de onderstaande tabel.

Bedrijf Component /	(1) Winter	(2) Tussenseizoenen (Verwarmen)	(3) Tussenseizoenen (Koelen)	(4) Zomer	(5) Hoog Zomer
13-200CV01	Dicht	Dicht	Dicht	Dicht	Open
13-200CV02	Open	Open	Open	Dicht	Dicht
12-201CV01	Dicht	Dicht	Open	Open	Open
12-201CV02	Open	Open	Dicht	Dicht	Dicht
12-201CV03	Regelend	Regelend	Regelend	Regelend	Regelend
12-201CV04	Open	Open	Dicht of Open	Dicht	Dicht
12-201CV05	Dicht	Dicht	Open of Dicht	Open	Open
13-203CV01	Uit	Uit	Regelend of 100%	Regelend	Regelend
13-203CV02	Dicht	Dicht	Open of Dicht	Open	Dicht
13-203CV03	Dicht	Dicht	Dicht	Dicht	Open
13-202CV01	Dicht	Dicht	Dicht	Dicht (Warmte laden)	Open bij voorkeur drycooler
13-202CV02	Open (Koude laden)	Open	Dicht	Dicht	Dicht
13-202CV03	Dicht	Dicht	Dicht	Open (Warmte laden)	Dicht
13-202CV04	Dicht	Dicht	Dicht	Dicht	Open bij voorkeur drycooler
13-202CV05	Open (Koude laden)	Open (Exp)	Open (Exp)	Open (Exp)	Dicht
13-202CV06	Dicht	Open (Exp)	Open (Exp)	Open (Exp) (Warmte Laden)	Dicht
13-202CV07	Dicht	Dicht	Dicht	Dicht	Open bij voorkeur WKO
13-801CV01	Regelend	Regelend	Regelend	Uit	100%
13-801CV02	Regelend	Regelend	Regelend	Uit	Regelend
11-002CV01	Regelend	Regelend	Regelend	Uit	Uit

Bewaken

3.2.1 Storingsmelding

Klepstandbewaking

Indien na een instelbare tijd na het aansturen van de open/dicht afsluiters de eindschakelaar niet wordt geactiveerd wordt dit als een storing gemeld.

Bewaking status circulatiepomp

Indien na een instelbare tijd na het aansturen van de circulatiepompen er geen bedrijfsmelding binnen komt wordt dit als een storing gemeld.

<u>Naam</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Urgentie</u>	<u>Vergrendeling</u>
Open/dicht afsluiters	Klepstoring	U	software
Circulatie pompen	Pomp storing	U	software

3.3 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden geregistreerd per maand:

- Winterseizoen
- Tussenseizoen (Verwarmen)
- Tussenseizoen (Koelen)
- Zomerseizoen
- Hoog Zomerseizoen

4 Warmte / Koude Opslag

4.1 Algemeen

In de winter zal de geproduceerde koude in de bodem geladen worden door de warme bronpomp.

Het gewenste debiet van de warme bron wordt bepaald door de injectie temperatuur van de koude bron.

In de zomer wordt de opgeslagen koude uit de bodem ontladen door de koude bronpomp.

Het debiet van de koude bron wordt berekend op basis van de uittrede temperatuur TSA 1 gebouwszijde.

Het ondergrondse deel van het bronsysteem bestaat uit een koude en warme bron. De apparatuur ten behoeve van het functioneren van het bronsysteem is schakel- en regeltechnisch ondergebracht in regelkast RK12. De regeling, besturing en visualisatie van het grondwatersysteem is afgestemd op het gebouwbeheersysteem en vormt één geheel met de totale installatie.

Het onder en bovengrondse deel is gescheiden door twee tegenstroomwarmtewisselaars TSA 1 voor koude laden / koude ontladen en TSA 2 om extra warmte/koude te laden bij onbalans van het WKO systeem.

4.2 Regelen

De bronnen worden met vrijgave laden of vrijgave ontladen in respectievelijk de laadstand of ontlad stand gezet.

Na een verandering van bedrijfstoestand (bv. van laden naar ontladen) zullen de bronnen in rust blijven gedurende de ingestelde 'minimale rusttijd bedrijfswisseling' alvorens naar de nieuwe gewenste bedrijfstoestand te gaan.

Als een bron in bedrijf gaat, wordt eerst de bronpomp ingeschakeld en nadat deze in bedrijf is de frequentieregelaar. De frequentieregelaar (12-800SC01) van de bronpomp wordt middels het regelorgaan naar de gewenste stand gestuurd.

Als de bron uit bedrijf gaat wordt de bron op druk weggezet. Dit gebeurt door eerst een injectieklep dicht te sturen de frequentie regelaar wordt naar een vaste frequentie gestuurd totdat de uitschakeldruk wordt bereikt. Daarna worden in volgorde de frequentieregelaar en de bronpomp uitgeschakeld. Voor dit in- en uitschakelen moeten tevens de ingestelde tijdvertragingen zijn verstreken.

De frequentieregelaar wordt naar een ingestelde frequentie gestuurd tijdens normaal bedrijf, spuien of drukhandhaving.

Toerenregeling bronpompen

Afhankelijk van het gewenste debiet uit de installatie wordt de bron regeling gestuurd. De bronpomp worden in en uit geschakeld als het gewenste debiet groter is dan de minimale debiet stand van de bronpompen met bijbehorende differentie en vertragingstijden. Minimale capaciteit bronpompen is ...m³/h. Als de bronpomp is vrijgegeven wordt de bronpomp van de benodigde bron ingeschakeld en daarna de injectieklep van de injectie bron geopend. Tijdens normaal bedrijf wordt na een instelbare vertraging (1min) de frequentieregelaar door de PID-regelaar gestuurd.

Er wordt een melding 'Debiet blijft achter' gegenereerd, als er een verschil tussen het gewenste en gemeten brondebiet gedurende een ingestelde tijd blijft bestaan.

Debiet regeling

Het debiet tijdens laadbedrijf aan de bronzijde wordt bepaald door de hoeveelheid koudeoverschot tijdens koude laden zoals beschreven in hoofdstuk 6,2 regelen tijdens koude laden.

Het debiet tijdens ontladbedrijf aan de bronzijde wordt bepaald door de hoeveelheid koudevraag zoals beschreven in hoofdstuk 6.3 regelen tijdens koude ontladen

Voor handmatig laden of ontladen kan een "gewenst debiet handbedrijf" worden ingesteld die dan als instelling voor de bronregeling wordt genomen.

4.3 Schakelen

Op basis van de diverse schakeltoestanden wordt de warmteopwekking gestuurd volgens de onderstaande bedrijfsstanden in volgorde van de onderstaande prioriteit. Te beginnen bij de hoogste prioriteit.

- Koude Laden
Tijdens winterseizoen of tussenseizoen warm vanuit de 'TSA regeling' wordt de warme bron vrijgegeven.
- Koude Ontladen
Tijdens tussenseizoen koud, zomer en hoog zomer vanuit de 'TSA regeling' wordt de koude bron vrijgegeven.

- Het spuien per bron kan worden vrijgegeven als de bronnen zich in de bedrijfstoestand 'rust' bevinden. Als het spuien van een bron voorbij is zal nadat de ingestelde 'min. rusttijd na bedrijfswisseling' is verstreken en er laad- of ontlaadvraag is de bronnen weer in de bedrijfstoestand laad- of ontladen worden gezet. Als de bronnen zich in rust bevinden zal de spuicyclus direct worden gestart. Het spuien wordt niet opgestart als de bronnen handmatig in 'rust' zijn gezet. Per jaar wordt tweemaal een melding worden gegenereerd die aangeeft dat er gespuid moet worden. (1 april en 1 oktober, instelbaar). Deze melding is vergrendeld en moet doormiddel van een reset in het menu worden geaccepteerd. Spuien dient handmatig (tijdens onderhoud) te gebeuren.

Tijdens het spuien wordt de bronpomp ingeschakeld. Het spuien zal dan gedurende 30 minuten (instelbaar) plaatsvinden.

Beide bronnen kunnen buiten de TSA's om worden gespuid.

Tijdens spuien koudebron wordt 02-800CV04 open gestuurd en tijdens het spuien van de warmebron wordt 02-800CV03 en 02-800CV04 open gestuurd. Dit met instelbare in- en uitschakelvertragingen om er voor te zorgen dat de druk gehandhaafd blijft tijdens het spuien.

- Rust
Er is geen warmte-, koude- of spui vraag.
Er wordt geen water verpompt met de bronpompen
De bronnen worden op druk bewaakt.
- Uit
Dit is een handmatige status
De bron regeling is uitgeschakeld en wordt niet meer op druk bewaakt.

De schakelvolgorde na vrijgave van de WKO is als volgt:

1. Bronpomp "in"
2. Frequentieregelaar "in"
3. Injectieklep "open"

Bij einde vrijgave wordt er als volgt afgeschakeld:

1. Injectieklep "dicht"
2. Frequentieregelaar "uit"
3. Bronpomp "uit"

4.4 Bewaken

4.4.1 Beveiligen

Indien een beveiligingsregeling wordt aangesproken zal de stoppenprocedure of noodstop in werking treden en zal de op dat moment actieve regeling worden gestopt. De actuele bedrijfstoestand kan onder bepaalde omstandigheden dus afwijken van de gewenste bedrijfstoestand. Nadat de storing is verholpen kan door het resetten van de blokkering de normale bedrijfstoestand weer worden vrijgegeven. De bronnen zullen dan in rust blijven gedurende de ingestelde 'minimale rusttijd na reset noodstop'.

Grens- en alarm waarden worden in samenspraak met de bronleverancier bepaald.

Noodstopprocedure

Tijdens rust of een bedrijfssituatie kan er een noodstopprocedure worden gestart. De kleppen worden direct dicht gestuurd en de bronpompen worden direct uitgeschakeld. Na een noodstop wordt het grondwatersysteem geblokkeerd en mogelijk niet op druk achtergelaten. Gedurende bedrijf is dit afschakeling zonder wachttijden. Na deze procedure wordt het grondwatersysteem geblokkeerd.

Stopprocedure

Tijdens rust of een bedrijfssituatie kan er een stoppenprocedure worden gestart. Gedurende bedrijf is dit afschakeling zonder wachttijden. Na deze procedure wordt het grondwatersysteem geblokkeerd. Tijdens de stoppenprocedure wordt de bron op druk weggezet. Indien het afschakelen tijdens de stoppenprocedure te lang duurt (tijd instelbaar) zal er een noodstop volgen.

Minimale Drukbeveiliging rust

Als tijdens rust toestand de druk in één van de bronnen wordt onderschreden zullen de bronnen weer op druk moeten worden gebracht. Er wordt dan een bronpomp ingeschakeld. Als de bronnen weer op druk zijn wordt de bronpomp uitgeschakeld. Drukhandhaving mag een ingesteld maximum aantal keren per etmaal worden uitgevoerd. Gebeurt dit vaker, dan volgt er een melding. Drukhandhaving mag gedurende een maximale tijd worden gestuurd. Gebeurt dit langer, dan volgt de noodstopprocedure. Ten behoeve van de beveiliging wordt van de bronnen de laagste druk bepaald.

Maximale Drukbeveiliging rust, spuien of bedrijf

Als tijdens rust, spui of bedrijf toestand de druk in één van de bronnen wordt overschreden wordt de regeling geblokkeerd. Na opheffing van de storing kan middels een reset de regeling weer worden vrijgegeven. Ten behoeve van de beveiliging wordt van de bronnen de hoogste druk bepaald. Deze storing activeert de noodstopprocedure.

Minimale Drukbeveiliging bedrijf en spuien

Als tijdens normaal bedrijf of spuien de druk in één van de bronnen wordt onderschreden wordt de regeling geblokkeerd en zullen de bronnen weer op druk moeten worden gebracht. Middels een softwarematige drukknop moet dan de procedure drukhandhaving worden gestart. Als de bronnen weer op druk zijn wordt de bronpomp uitgeschakeld. Drukhandhaving mag gedurende een maximale tijd worden gestuurd. Deze storing activeert de noodstopprocedure.

Ten behoeve van de beveiliging wordt van de bronnen de laagste druk bepaald. Voor de verschillende bedrijfssituaties (bedrijf en spuien) zijn verschillende setpunten in te geven.

Bronlekkage

Als de druk in de bronnen tijdens rust te snel daalt, zal er een lekkage melding worden gegenereerd. Ten behoeve van de beveiliging wordt van de bronnen de laagste druk bepaald. Deze storing activeert de noodstopprocedure.

Niveau alarm

In elke bron zit een niveau meter hiermee wordt het niveau in de bron bewaakt. Er kunnen drukken worden ingesteld waarbij een onderhouds- of alarmniveau optreedt. Als ten opzichte van de rustgrondwaterstand het niveau in een bron ten gevolge van injecteren of onttrekken stijgt of daalt, zal een onderhoudsmelding worden gegenereerd. Stijgt of daalt de druk verder dan komt het alarmniveau in en worden de bronregeling geblokkeerd. Deze storing activeert de stoppenprocedure.

Minimaal debiet alarm

Als tijdens het laden of ontladen het debiet in het broncircuit te laag blijft zal de regeling worden gestopt en geblokkeerd. Deze storing activeert de stopprocedure.

Minimaal injectietemperatuur tijdens koude laden

Als de injectietemperatuur van de koude bron tijdens laden gedurende 5 minuten onder de 5°C komt dan zal er een alarm worden gegenereerd.

Maximaal injectietemperatuur tijdens koude ontladen

Als de injectietemperatuur van de warme bron tijdens ontladen gedurende 5 minuten boven de 25°C komt dan zal er een alarm worden gegenereerd.

4.5 Bedienen

Handmatige bedrijfstoestanden

Het grondwatersysteem kan met behulp van een softwareschakelaar handmatig in uit, rust, laden of ontladen worden geschakeld.

Handmatige drukverhoging

Handmatige drukverhoging is toegestaan als het grondwatersysteem zich in de rusttoestand bevindt. Ten behoeve van de drukverhoging wordt de bronpomp ingeschakeld. Als de bronnen weer op druk zijn wordt de bronpomp uitgeschakeld. Handmatige drukverhoging mag gedurende een maximale tijd worden gestuurd. Gebeurt dit langer, dan volgt een melding en wordt het grondwatersysteem geblokkeerd. Ten behoeve van de beveiliging wordt van de bronnen de hoogste druk bepaald.

4.6 Beheren

Onderhoudsmeldingen

Als de bronnen in rust zijn gekomen zal de grondwaterstand worden bepaald nadat de ingestelde tijd is verstreken. Voordat niveau/debiet kan worden bepaald moet het systeem gedurende de ingestelde tijd in bedrijf zijn.

Op basis van de niveau metingen worden meldingen gegenereerd. Als ten opzichte van de rustgrondwaterstand het niveau in een bron ten gevolge van injecteren of onttrekken te ver stijgt of daalt, zal een onderhoudsmelding worden gegenereerd.

5 Registratie WKO

Voor de registratie van de WKO installatie worden de volgende totalen opgeslagen in het onderstation en in het historie programma.

Energieberekening

De totalen van de netto opgeslagen energie worden berekend door de laad- en ontladenergie van elkaar af te trekken.

Deze waarde wordt negatief als er meer koude wordt onttrokken dan dat er is opgeslagen.

De totalen worden in een uur-, dag- en maandtabel opgeslagen.

Het aantal uren dat de installatie in rusttoestand of storing is wordt cumulatief en een dagtabel bijgehouden.

Laadbedrijf

Tijdens laadbedrijf wordt de minimale en maximale en het gewogen gemiddelde van de onttrekkingtemperatuur van de warme bron en de injectietemperatuur naar de koude bron berekend.

Deze gemiddelden worden in een uur-, dag- en maandtabel opgeslagen.

Ook de hoeveelheid grondwaterverplaatsing en energie worden in een uur-, dag- en maandtabel opgeslagen.

Tevens worden hiervan de cumulatieve waarden van het huidige en vorige seizoen (1 oktober tot 30 september) geregistreerd.

Het aantal uren laden wordt cumulatief en in een dagtabel bijgehouden.

Ontlaadbedrijf

Tijdens ontladbedrijf wordt de minimale en maximale en het gewogen gemiddelde van de injectietemperatuur naar de warme bron en de onttrekkingtemperatuur van de koude bron berekend.

Deze gemiddelden worden in een uur-, dag- en maandtabel opgeslagen.

Ook de hoeveelheid grondwaterverplaatsing en energie worden in een uur-, dag- en maandtabel opgeslagen.

Tevens worden hiervan de cumulatieve waarden van het huidige en vorige seizoen (1 oktober tot 30 september) geregistreerd.

Het aantal uren ontladen wordt cumulatief en in een dagtabel bijgehouden.

Spuibedrijf

Met het gemeten debiet tijdens spuibedrijf worden de totale hoeveelheden bijgehouden.

Tevens wordt van het spuien de bedrijfsuren telling bijgehouden.

De hoeveelheid grondwaterverplaatsing wordt in een uur-, dag- en maandtabel opgeslagen.

Tevens worden de cumulatieve waarden van het huidige en vorige seizoen (1 oktober tot 30 september) geregistreerd.

Bovenstaande maandtabellen worden opgeslagen in een database doormiddel van het historie programma

Metingen registratie

Van de warme- en koude bron worden de volgende metingen/trends geregistreerd en opgeslagen in een database doormiddel van het historie programma:

- Gewogen onttrekkings en infiltratietemperatuur laden en ontladen
- Grondwaterverplaatsing laden en ontladen
- Energie Laden en ontladen
- Netto opgeslagen energie
- Spuien warme en koude bron

Onbalans WKO Installatie

WKO installatie dient geregeld te worden op een onbalans van 10%. Dit houdt dat er 10% meer koude geladen dan ontladen dient te worden.

In het registratie moduul zijn de totalen geladen en ontladen energie van het afgelopen seizoen beschikbaar. Hieruit is het onbalans van het afgelopen seizoen te bepalen.

Afhankelijk van de afwijking onbalans kan er worden bepaald of er extra koude of warmte geladen dient te worden.

Middels een software matige bediening kan er extra koude of warmte worden geladen gedurende het volgende seizoen. Na einde seizoen wordt deze bediening gereset en zal er opnieuw bepaald dienen te worden of er extra koude of warmte geladen dient te worden.

6 TSA/buffervat regeling

6.1 Algemeen

In de technische ruimte van de begane is een TSA opgenomen. Gebouwszijdig kan de TSA afhankelijk van de bedrijfssituatie in laad of ontlaad bedrijf worden geschakeld door het sturen van de open/dicht afsluiters.

De bijbehorende toerengeregelde laad/ontlaad pomp wordt geregeld obv flow door het buffervat.

De TSA/buffervat regeling bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

Componenten tbv regeling laden/ontladen

• Buffertemperatuur GWK	12-201TT01
• Buffertemperatuur GWK	12-201TT02
• Flowopnemer buffervat	12-201FT01
• Temperatuuropnemer TSA	12-201TT04
• Temperatuuropnemer TSA	12-201TT05
• Afsluiter koude ontladen	12-201CV01
• Afsluiter koude laden	12-201CV02
• Regelafsluiter Laad/Ontlaadpomp	12-201CV03
• Afsluiter koude laden	12-201CV04
• Afsluiter koude ontladen	12-201CV05
• Laad/Ontlaadpomp TSA	12-201CP01
• Flowopnemer Laden / Ontladen	12-201FT02

6.2 Regelen tijdens koude laden

Regeling laadpomp

Na vrijgave koude laden tijdens bedrijfssituatie 1 en 2 worden de afsluiters 12-201CV02 en 12-201CV04 open gestuurd. Na open meldingen wordt de laadpomp 12-201CP01 op een minimaal toerental vrijgegeven en de regelafsluiter 12-201CV03 laadpomp op een minimale stand open gestuurd.

De laadpomp en regelafsluiter worden in volgorde aangestuurd op basis van gewenst flow in het buffervat.

Setpunt flow koude laden is 0 m³/h met een offset obv buffertemperaturen 1 en 2.

Wanneer de temperatuur bovenin het buffervat lager wordt dan 7°C dan wordt het setpunt van de flow -0,5m³/h. Dit totdat de temperatuur boven in het buffervat groter wordt dan 8°C dan wordt het setpunt van de flow 0,5 m³/h.

* Flow positief is buffer met koude laden door warmtepomp.

* Flow negatief is buffer ontladen door laadpomp

Debiet regeling WKO tijdens koude laden

Na vrijgave koude laden en bedrijfsmelding laadpomp wordt de wko installatie vrijgegeven in laden.

Setpunt debiet laden wordt bepaald door het gemeten debiet Laden gemeten met flowopnemer 12-201FT02

6.3 Regelen tijdens koude ontladen

Regeling ontladpomp

Na vrijgave koude ontladen tijdens bedrijfssituatie 2, 3 en 4 worden de afsluiters 12-201CV01 en 12-201CV05 open gestuurd. Na open melding wordt de laad/ontlaad pomp 12-201CP01 op een minimaal toerental vrijgegeven en de regelafsluiter 12-201CV03 ontladpomp op een minimale stand open gestuurd. De laadpomp en regelafsluiter worden in volgorde aangestuurd obv gewenst flow in het buffervat.

Setpunt flow koude laden is 0 m³/h met een offset obv buffertemperaturen 1 en 2. Wanneer de temperatuur onderin het buffervat lager wordt dan 14°C dan wordt het setpunt van de flow -0,5m³/h. Dit totdat de temperatuur boven in het buffervat lager wordt dan 13°C dan wordt het setpunt van de flow 0,5 m³/h.

** Flow positief is buffer met koude laden door warmtepomp.*

** Flow negatief is buffer ontladen door ontladpomp*

Debiet regeling WKO tijdens koude ontladen

Na vrijgave koude ontladen en bedrijfsmelding ontladpomp wordt de wko installatie vrijgegeven in bedrijfssituatie ontladen.

Setpunt debiet laden wordt bepaald door het gemeten debiet Laden gemeten met flowopnemer 12-201FT02

6.4 Beheren

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Buffertemperatuur GWK 12-201TT01
- Buffertemperatuur GWK 12-201TT02
- Flowopnemer buffervat 12-201FT01
- Temperatuuropnemer TSA 1 12-201TT04
- Temperatuuropnemer TSA 1 12-201TT05
- Flowopnemer Laden / Ontladen 12-201FT02

7 Warmtepomp

7.1 Algemeen

In de technische ruimte in de kelder staat een warmtepomp 13-801WP01 opgesteld. Deze levert afhankelijk van de bedrijfssituatie warme en/of koude direct aan de afnemers. Bij koudeoverschot wordt er koude geladen middels de WKO installatie. Wordt de warmtepomp als koelmachine ingezet, dan wordt de warmte afgevoerd met behulp van de drycooler.

De warmtepomp bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- Warmtepomp	13-801WP01
- Circulatiepomp verdamper	13-801CP01
- Circulatiepomp condensor	13-801CP02
- Regelafsluiter verdamper	13-801CV01
- Regelafsluiter condensor	13-801CV02
- Uittrede temperatuur verdamper	13-801TT01
- Intrede temperatuur verdamper	13-801TT02
- Uittrede temperatuur condensor	13-801TT03
- Intrede temperatuur condensor	13-801TT04
- Flowschakelaar Verdamper	13-801FZA01
- Flowschakelaar Condensor	13-801FZA01

7.2 Regelen

7.2.1 Warmtepomp Verwarmingsbedrijf

Temperatuur regeling verwarmingsbedrijf

Bij warmtevraag van de aangesloten groepen wordt de warmtepomp vrijgegeven in verwarmingsbedrijf.

Setpunt uittrede temperatuur condensor is de hoogste waarde van de berekende stooklijnen vanuit de aangesloten groepen met een instelbare offset van 5°C.

Temperatuur regeling Condensor

De regelafsluiter condensor wordt op de hoogste waarde van twee PID regelaars aangestuurd.

De eerste PID regelaar regelt op setpunt uittrede temperatuur warmtepomp min een instelbare offset van 1°C.

De tweede PID regelaar regelt op een berekend setpunt intrede temperatuur condensor. Setpunt intrede temperatuur wordt berekend door een instelbare stooklijn op basis van de actuele capaciteit warmtepomp.

Temperatuur regeling Verdamper

De regelafsluiter verdamper wordt op de hoogste waarde van twee PID regelaars aangestuurd.

De eerste PID regelaar regelt op setpunt uittrede temperatuur warmtepomp van 6,5°C.

De tweede PID regelaar regelt op een berekend setpunt intrede temperatuur verdamper. Setpunt intrede temperatuur wordt berekend door een instelbare stooklijn op basis van de actuele capaciteit warmtepomp.

7.2.2 Warmtepomp koelbedrijf

Temperatuur regeling koelbedrijf

Bij koelvraag van de aangesloten groepen wordt de warmtepomp vrijgegeven in koelbedrijf.

Setpunt uittrede temperatuur verdamper is 6°C

Temperatuur regeling Condensor

De regelafsluiter condensor wordt op de hoogste waarde van twee PID regelaars aangestuurd.

De eerste PID regelaar regelt op een instelbaar setpunt uittrede temperatuur van 25°C.

De tweede PID regelaar regelt op een berekend setpunt intrede temperatuur condensor. Setpunt intrede temperatuur wordt berekend door een instelbare stooklijn op basis van de actuele capaciteit warmtepomp.

In deze situatie wordt de warmte afgevoerd middels de drycooler.

Temperatuur regeling Verdamper

De regelafsluiter verdamper wordt 100% open gestuurd.

7.3 Schakelen

De warmtepomp wordt afhankelijk van warmte of koude vraag groepen in warmte of koelbedrijf vrijgegeven.

Vrijgave warmtepomp CV Bedrijf	IN	Warmtevraag en Installatiedruk CV > 200kPa (5Min) en Installatiedruk GWK > 200kPa (5Min)
	UIT	Geen Warmtevraag of Installatiedruk CV < 150kPa (1Min) of Installatiedruk GWK < 150kPa (1Min)

Vrijgave warmtepomp GWK bedrijf	IN	Koudevraag (Hoog zomer) en Paraat melding drycooler of bedrijf WKO en Installatiedruk CV > 200kPa (5Min) en Installatiedruk GWK > 200kPa(5Min)
	UIT	Geen Koudevraag (Hoog Zomer) of Geen paraat melding drycooler of bedrijf WKO of Installatiedruk CV < 150kPa (1Min) of Installatiedruk GWK < 150kPa (1Min)

7.4 Bewaken

Storingsmelding

De volgende storingsmeldingen worden gemeld:

<u>Naam</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Urgentie</u>	<u>Vergrendeling</u>
Circ. pomp verdamper	Thermische storing	U	Apparaat
Circ. pomp condensor	Thermische storing	U	Apparaat
Warmtepomp	Storing	U	Apparaat

7.5 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden geregistreerd per dag/maand:

- Circ. pomp verdamper 13-801CP01
- Circ. pomp condensor 13-801CP02
- Warmtepomp 13-801WP01

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Uittrede Temperatuur verdamper 13-801TT01
- Intrede temperatuur verdamper 13-801TT02
- Uittrede temperatuur condensor 13-801TT03
- Intrede temperatuur condensor 13-801TT04

8 CV Ketels

8.1 Algemeen

In de technische ruimte op de 3^e verdieping staan twee cv ketels 11-001KE01 en 11-001KE02 opgesteld. Deze leveren aanvullende warmte aan de afnemers wanneer de warmtepomp geen of te weinig warmte levert.

De CV installatie bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| - Circulatiepomp ketel 1 | 11-001TP01 |
| - Circulatiepomp ketel 2 | 11-001TP02 |
| - Ketel 1 | 11-001KE01 |
| - Ketel 2 | 11-001KE01 |
| - Uittrede temperatuur ketel 1 | 11-001TT01 |
| - Uittrede temperatuur ketel 2 | 11-001TT02 |
| - Regelafsluiter ketels | 11-002CV01 |
| - Centrale aanvoertemperatuur ketels | 11-002TT01 |
| - Centrale retourtemperatuur ketels | 11-002TT02 |
| - Aanvoertemperatuur | 11-001TT03 |
| - Retourtemperatuur | 11-001TT04 |

8.2 Regelen

Temperatuur regeling cv ketels

Bij warmtevraag van de aangesloten groepen en warmtetekort worden de CV ketels vrijgegeven.

Setpunt uittrede temperatuur per ketel is de hoogste waarde van de berekende stooklijnen vanuit de aangesloten groepen met een instelbare offset van 5°C en is voorzien van een minimale en een maximale waarde. De ketels hebben een eigen regeling en zullen na vrijgave gaan regelen op het gewenste setpunt.

Als de 2^e geselecteerde ketel wordt vrijgegeven obv stand regelafsluiter ketels dan zal deze regelen op hetzelfde setpunt, zodat beide cv ketels op dezelfde uittrede temperatuur regelen.

Temperatuur regeling regelafsluiter centrale aanvoertemperatuur

De regelafsluiter centrale aanvoertemperatuur wordt geregeld middels een PID regelaar die regelt op de gewenste aanvoertemperatuur van de aangesloten groepen. Op basis van de stand van de regelafsluiter wordt de als 2^e geselecteerde ketel vrijgegeven.

8.3 Schakelen

De cv ketels worden afhankelijk van warmtevraag en/of vorstgrens en de gestuurde stand van de regelafsluiter centrale aanvoertemperatuur vrijgegeven.

Vrijgave 1 ^e cv ketel	IN	Warmtevraag afnemers en Stooklijn – T_aanvoer < -3°C of vorstgrens en Installatiedruk CV > 200kPa (5Min)
	UIT	Geen Warmtevraag en stand regelafsluiter 05-002CV01 < 1% (30Min) en Geen vorstgrens of Installatiedruk CV < 150kPa (1Min)

Vrijgave 2 ^e cv ketel	IN	Warmtevraag afnemers en Stooklijn – T_aanvoer < -3°C en stand regelafsluiter 05-002CV01 > 80% (5Min) en Installatiedruk CV > 200kPa (5Min)
	UIT	Geen Warmtevraag en stand regelafsluiter 05-002CV01 < 60% (30Min) en Installatiedruk CV < 150kPa (1Min)

8.4 Bewaken

Storingsmelding

De volgende storingsmeldingen worden gemeld:

<u>Naam</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Urgentie</u>	<u>Vergrendeling</u>
Ketel 1	Verzamelstoring	U	Apparaat
Ketel 2	Verzamelstoring	U	Apparaat

8.5 Bedienen

Selectievolgorde kan handmatig of automatisch worden bepaald.

8.6 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden geregistreerd per dag/maand:

- Circulatie pomp Ketel 1 11-001TP01
- Circulatie pomp Ketel 2 11-001TP02

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Uittrede Temperatuur Ketel 1 11-001TT01
- Uittrede Temperatuur Ketel 2 11-001TT02
- Centrale Aanvoertemperatuur 11-002TT01
- Centrale Retourtemperatuur 11-002TT02
- Aanvoertemperatuur 11-001TT03
- Retourtemperatuur 11-001TT04

9 Drycooler

9.1 Algemeen

Op het dak nabij de stookruimte 3^e verdieping staat een drycooler 11-082DK01 opgesteld. Deze kan als verschillende situaties worden ingezet, namelijk

- Extra koude laden
- Extra warmte laden
- Condensor warmte afvoeren

De drycooler bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- | | |
|----------------------------|------------|
| - Drycooler | 11-082DK01 |
| - Circulatiepomp drycooler | 11-082CP01 |
| - Intrede temperatuur | 11-082TT01 |
| - Uittrede temperatuur | 11-082TT02 |
| - Druk opnemer | 11-082PT01 |

En opgesteld in de technische ruimte kelder

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| - Circulatiepomp primair | 13-202CP02 |
| - Afsluiter drycooler condensor | 13-202CV01 |
| - Afsluiter drycooler koude laden | 13-202CV02 |
| - Afsluiter drycooler warmte laden | 13-202CV03 |
| - Afsluiter drycooler condensor | 13-202CV04 |
| - Afsluiter drycooler koude laden | 13-202CV05 |
| - Afsluiter drycooler warmte laden | 13-202CV06 |
| - Intrede temperatuur TSA 3 Primair | 13-082TT03 |
| - Uittrede temperatuur TSA 3 Primair | 13-082TT04 |

9.2 Regelen

9.2.1 Drycooler extra koude laden

Bij bedrijfssituatie winter (extra koude laden) wordt de regeling van de drycooler vrijgegeven in de situatie koude laden.

De circulatiepomp drycooler 11-082CP01 wordt middels een PID regelaar (verwarmen) op basis van de uittrede temperatuur 11-082TT02 in toeren geregeld op een vast setpunt van 4°C.

Afhankelijk van de gemeten en de gewenste uittrede temperatuur 11-082TT02 worden de drie ventilatoren in volgorde vrijgegeven als koeler. Setpunt uittrede temperatuur is een vast setpunt van 2°C.

De circulatiepomp drycooler 13-202CP02 wordt middels een PID regelaar (verwarmen) op basis van de uittrede temperatuur 13-082TT04 in toeren geregeld op een vast setpunt uittrede TSA van 6°C.

9.2.2 Drycooler extra warmte laden

Bij bedrijfssituatie Zomer (extra warmte laden) wordt de regeling van de drycooler vrijgegeven in de situatie extra warmte laden in de WKO.

De circulatiepomp drycooler 11-082CP01 wordt middels een PID regelaar (koelen) op basis van de uittrede temperatuur 11-082TT02 in toeren geregeld op een vast setpunt van 22°C.

Afhankelijk van de gemeten en de gewenste uittrede temperatuur 11-082TT02 worden de drie ventilatoren in volgorde vrijgegeven als verwarmers. Setpunt uittrede temperatuur is een vast setpunt van 25°C.

De circulatiepomp drycooler 13-202CP02 wordt middels een PID regelaar (koelen) op basis van de uittrede temperatuur 13-082TT04 in toeren geregeld op een vast setpunt uittrede TSA van 18°C.

9.2.3 Drycooler condensor warmte afvoeren

Bij bedrijfssituatie Zomer (condensor warmte afvoeren) wordt de regeling van de drycooler vrijgegeven in de situatie condensor warmte afvoeren.

De circulatiepomp drycooler 11-082CP01 en de circulatiepomp TSA 13-202CP02 worden op een vast toerental vrijgegeven (100%).

Afhankelijk van de gemeten en de gewenste uittrede temperatuur 11-082TT02 worden de drie ventilatoren in volgorde vrijgegeven. Gewenste uittrede temperatuur is 25°C

9.3 Schakelen

De drycooler worden afhankelijk van de bedrijfssituatie vrijgegeven.

Extra koude laden	IN	Bedrijfssituatie winter (extra koude laden obv onbalans WKO) en buitentemperatuur < -2°C en Installatiedruk glycol > 150kPa (5Min)
	UIT	Geen bedrijfssituatie winter (extra koude laden obv onbalans WKO) of Buitentemperatuur > 0°C of Installatiedruk Glycol < 100kPa (1Min)

Condensor warmte afvoeren	IN	Bedrijfssituatie zomer (condensor warmte afvoeren) en vrijgave warmtepomp en Installatiedruk glycol > 150kPa (5Min)
	UIT	Geen bedrijfssituatie zomer (condensor warmte afvoeren) of geen vrijgave warmtepomp of Installatiedruk CV < 100kPa (1Min)

Extra warmte laden	IN	Bedrijfssituatie zomer (extra warmte laden obv onbalans WKO) en buitentemperatuur > 20°C en Installatiedruk glycol > 150kPa (5Min)
	UIT	Geen bedrijfssituatie zomer (extra warmte laden obv onbalans WKO) of Buitentemperatuur < 18°C of Installatiedruk Glycol < 100kPa (1Min)

9.4 Bewaken

9.4.1 Beveiligen

Minimale installatiedruk

Indien de installatie druk van het glycol circuit beneden de ingestelde waarde van 1,0 Bar komt, wordt er een vooralarm gegenereerd vooralarm lage druk. Als de installatiedruk onder de 0,8 Bar komt wordt een storingsmelding gegenereerd en worden de circulatiepomp afgeschakeld en geblokkeerd.

Bij buitentemperaturen lager dan -15°C wordt de dry cooler naar de bedrijfssituatie extra laden gestuurd om bevriezingsgevaar te voorkomen. Dit onafhankelijk van balans/onbalans WKO installatie.

9.4.2 Storingsmelding

De volgende storingsmeldingen worden gemeld:

Naam	Omschrijving	Urgentie	Vergrendeling
Circ. pomp Drycooler	Thermische storing	U	Apparaat
Trspomp Drycooler	Thermische storing	U	Apparaat
Drycooler Vent 1	Thermische storing	U	Apparaat
Drycooler Vent 2	Thermische storing	U	Apparaat
Drycooler Vent 3	Thermische storing	U	Apparaat
Vooralarm minimale drukbeveiliging	Drukbeveiliging	NU	Software
Alarm minimale drukbeveiliging	Drukbeveiliging	U	Software

9.5 Bedienen

Selectievolgorde ventilatoren drycooler kan handmatig of automatisch worden bepaald.

9.6 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden geregistreerd per dag/maand:

- Circulatiepomp drycooler 11-082CP01
- Ventilator 1 11-082DK01
- Ventilator 2 11-082DK01
- Ventilator 3 11-082DK01
- Circulatiepomp TSA 13-202CP02

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Intrede temperatuur drycooler 11-082TT01
- Uittrede temperatuur drycooler 11-082TT02
- Drukopnemer glycol 11-082PT01
- Intrede temperatuur TSA 3 13-082TT03
- Uittrede temperatuur TSA 3 13-082TT04

10 Registratie

10.1 Algemeen

Ten behoeve van de registratie warmte en koude zijn Energiemeters opgenomen die worden uitgelezen middels een M-Bus moduul.

De Gasmeter en de kWh meters zijn hardware matig gekoppeld middels een puls uitgang.

- Energie CV Transportnet 13-002QT01
- Energie GWK Transportnet 13-203QT01
- Ennergie Drycooler Koude/Warmte Laden 13-202QT01
- Energie Drycooler Condensor 13-202QT02
- Energie WKO Koude Laden 13-203QT01
- Energie WKO Koude Ontladen 13-203QT02
- kWh Meter RK 11 Stookruimte 11-000FQ02
- kWh Meter RK 12 Warmte_Koude Opwekking 12-000FQ01
- kWh Meter Warmtepomp 13-801FQ01
- Gasmeter CV Ketels 11-000FQ01

Regeltechnische omschrijving

DVC Ruchpen
Dienstencentrum Ruchpen RK1
Revisie

Auteur(s)
P. Ligtvoet

1	Inleiding
2	Omschrijving installatie
3	Functionele omschrijving
4	Transportgroep C.V.
5	Changeover LBK's
6	Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D & Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.
7	Transportgroep GW
8	Convectoren raadzaal burgerzaal
9	Diversen.

1	Inleiding	4
2	Omschrijving installatie	5
2.1	Gebouw	5
2.2	Regelkast indeling	6
2.3	Diversen installaties	7
2.4	Omschrijving regelinstallatie	7
3	Functionele omschrijving	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Bedienen	10
4	Transportgroep C.V.	11
4.1	Algemeen	11
4.2	Regelen	11
4.3	Schakelen	12
4.4	Bewaken	12
4.5	Storingsmelding	12
4.6	Bedienen	12
4.7	Beheer	12
5	Changeover LBK's	13
5.1	Algemeen	13
5.2	Regelen	13
5.3	Schakelen	13
5.4	Bewaken	13
5.5	Bedienen	13
5.6	Beheren	13
6	Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D & Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.	14
6.1	Algemeen	14
6.2	Regelen	14
6.3	Schakelen	16
6.4	Bewaken	16
6.5	Bedienen	17
6.6	Beheer	17
7	Transportgroep GKW	18
7.1	Algemeen	18
7.2	Regelen	18
7.3	Schakelen	19
7.4	Bewaken	19
7.5	Storingsmelding	19
7.6	Bedienen	19
7.7	Beheer	19
8	Convectoren raadzaal burgerzaal	20
8.1	Algemeen	20
8.2	Regelen	20
8.3	Schakelen	20
8.4	Bewaken	20
8.5	Storingsmelding	20
8.6	Bedienen	20
8.7	Beheer	21



9	Diversen.	22
9.1	Vuilwaterafvoer.	22
9.2	Tracing.	22
9.3	Tapwaterinstallatie	22
9.4	Ventilatie techniekruimte.	22
9.5	Parkeergarageventilatie.	22
9.6	NSA.	22
9.7	Waterdetectie	22
9.8	SER ruimte 1.24.	23

1 Inleiding

De regeltechnische omschrijving bevat de werking van de klimaatinstallatie met bijbehorende regel- en schakelapparatuur.

Tevens worden eventueel voorkomende storingen beschreven en de wijze waarop deze opgeheven kunnen worden.

De installatie dient door de opdrachtgever onderhouden en bediend te worden conform de voorschriften en aanwijzingen volgens de Nederlandse wetgeving en normen en conform de gebruikershandleidingen van de leveranciers.

Voor wijzigingen en modificaties willen wij u graag van dienst zijn.

Projectgegevens

De beschrijving is gebaseerd op de volgende schema's:

- Projectnummer : 121.1.0106
- Principeschema's :

P01 Principeschema Luchtbehandeling	20-01-2012.
P02 Principeschema Energiesysteem	20-01-2012.
P03 Principeschema CV en koeling	20-01-2012.
P04 Principeschema Tapwater	20-01-2012.

Installateur

Neem bij herhaling van storingen en/of defecten aan de klimaatinstallatie contact op met de installateur.

Wolter & Dros
Postbus 2274
5202CG 's-Hertogenbosch
073-6339339

2 Omschrijving installatie

2.1 Gebouw

De bouwdelen zijn voorzien van vloerverwarming/koeling. De vloerverwarming van de bouwdelen wordt op temperatuur geregeld volgens stooklijn. De vloerverwarming/koeling wordt per ruimte individueel nageregeld.

De ruimten worden door middel van LBK's voorzien van ventilatielucht. De luchtbehandeling kasten zijn voorzien van een warmtewiel, een verwarmers/koeler en bevochtiging.

In deze RTO wordt de installatie omschreven die is aangesloten op "regelkast 1, LBK rechts".

2.1.1 Transport CV.

De CV verdeler krijgt warmte aangeboden vanuit de opwekking (RK11&12) Doormiddel van de transportpompen wordt het warmwater naar de verschillende groepen getransporteerd.

2.1.2 Transport GKW.

De GKW verdeler krijgt warmte aangeboden vanuit de opwekking (RK11&12) Doormiddel van de transportpompen wordt het gekoeld water naar de verschillende groepen getransporteerd. De vloergroepen zelf worden door de naregelingen nageregeld.

2.1.3 Vloerverwarming/koeling

Er zijn 2 vloerverwarming/koeling groepen opgenomen met een change-over kleppen tussen verwarming en koeling.

De aanvoertemperaturen van de groepen worden voorgeregeld op basis van buitentemperatuur. De toerengeregelde transportpomp voorziet de achterliggende verdelers van warmte/ koude.

2.1.4 Changeover LBK's

In de technische ruimte is een change-over groep opgenomen die de koeling / verwarming voor de LBK's schakeld.

2.1.5 Ventilatie techniekruimte.

De techniekruimte in de parkeerkelder is voorzien van mechanische ventilatie middels een ventilator.

2.1.6 Convectoren radiatoren raadzaal/burgerzaal

Voor de glasgevel van de raadzaal en burgerzaal zijn, om koudeval te voorkomen, convectoren opgenomen. De convectoren worden door middel van een smoorsturing aangestuurd afhankelijk van de buitentemperatuur.

2.2 Regelkast indeling

De verschillende installaties zijn onderverdeeld in vijf regelkasten.

De regelkast indeling is als volgt:

Regelkast 1

In de kelder zit regelkast 1 ingebouwd

In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- C.V verdeler bestaande uit:
 - Transport CV.
 - Change-over LBK's.
 - Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D.
 - Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.
 - Convectoren raadzaal burgerzaal.
- GKW verdeler bestaande uit:
 - Transport GKW.
 - Change-over LBK's.
 - Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D.
 - Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.
- Tracing bestaande uit.
 - Tracing Keuken.
 - Tracing 1 Kelder overig.
- Ventilatie techniekruimte.

Regelkast RK12: Energie systeem

In de technische ruimte in de kelder staat RK2.

In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Warmte/koude opslag installatie
- Warmtepomp
- Laad/ontlaad pomp WKO installatie
- Buffervat CV
- Buffervat GKW
- Mengregeling GKW net
- Voorkeur schakeling drycooler

Regelkast RK3: Luchtbehandeling Links

In de technische ruimte op de 3^o verdieping staat RK3.

In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Luchtbehandeling begane grond / 1^o / 2^o en 3^o verdieping
- Afzuigventilatie sanitair
- Afzuigventilatie keuken
- MER ruimte 3^o verdieping
- Repro ruimte 3^o verdieping
- Zone luchtkleppen LBK tbv begane grond hal / begane grond kantoor 1^o / 2^o en 3^o verdieping

Regelkast RK4: Luchtbehandeling Rechts

In de technische ruimte op de 3^e verdieping staat RK4.
In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- Luchtbehandeling begane grond / 1^e / 2^e en 3^e verdieping
- Afzuigventilatie sanitair
- Zone luchtkleppen LBK tbv begane grond hal / bagane grond kantoor 1^e / 2^e en 3^e verdieping

Regelkast RK11: Ketelhuis

In de technische ruimte op de 3^e verdieping staat RK5.
In deze regelkast zijn de volgende installatie delen ondergebracht:

- CV ketels
- Drycooler

In dit dienstverleningscentrum zijn in deze regelkast de volgende installatie delen opgenomen en worden geregeld en bestuurd vanuit het GBS.

- LBK Links 100.
- Afzuig sanitair links 101.
- Afzuigventilatie Keuken 102.
- MER Ruimte 103.
- Repro ruimte 104.
- Afsluiters verdiepingen 105.

2.3 Diversen installaties

Buiten de installatie delen die geregeld worden via de regelkast zijn er ook nog een aantal installatie delen die via een lokale regeling bestuurd worden. Op regelkast 1 geldt dit voor de onderstaande installaties hiervoor zijn een (storings)melding opgenomen :

- Hydrofoor.
- Parkeergarageventilatie.

2.4 Omschrijving regelininstallatie

De regeltechnische voorzieningen voor de regeling en besturing van de werktuigbouwkundige installaties zoals hierboven beschreven zijn ondergebracht in één regelkast.

In deze regelkast is een DDC regelaar van het fabricaat Priva opgenomen, die geheel zelfstandig de regeling en bewaking van de installatie verzorgt op basis van een software programma.

Alle regeltechnische componenten voor de besturing van de installatie zijn aangesloten op de regelkasten en op naregelunits.

3 Functionele omschrijving

3.1 Algemeen

Staffelen van de onderstations

Wanneer de netspanning van het onderstation wegvalt of de netwachter is aangesproken, zal het onderstation bij het opnieuw inschakelen van de netspanning de uitgangen gestaffeld inschakelen. Dit ter voorkoming van piekvorming in het net als gevolg van hoge aanloopstromen.

Spanningsbewaking / netwachter

De 3-fasen voeding van de regelkast wordt door middel van een netwachter bewaakt.

Storingsmeldingen

Voor de signalering van urgente storingen is een lamp op het front van de regelkast opgenomen. De signaleringslamp op de regelkast geeft de actuele toestand van de storingen weer. Als er een storing binnen komt wordt de lamp aangestuurd. Als de storing wordt opgeheven gaat de signaleringslamp uit.

Voor de signalering van niet urgente storingen is ook een uitgang opgenomen. De signaleringslamp op de regelkast geeft de actuele toestand van de storingen weer. Als er een storing binnen komt wordt de lamp aangestuurd. Als de storing wordt opgeheven gaat de signalering uit.

Hardware/software reset

Storingen die softwarematig worden vergrendeld, moeten worden gereset. Hiervoor is een drukknop op het front van de regelkast opgenomen. Het is ook mogelijk om deze reset-actie uit te voeren vanuit de DDC regelaar.

Bedrijfsurentellers

Van alle door de Compri gestuurde installatiedelen zoals pompen en ventilatoren worden, op basis van vrijgave, bedrijfsuren bijgehouden. De bedrijfsuren worden cumulatief geregistreerd.

kWh meter regelkast

Regelkast is voorzien van een kWh meter tbv registratie elektraverbruik.

Nalooptijd pompen

Na einde vrijgave van een pomp zal deze pomp gedurende een ingestelde tijd nog nadraaien.

Waterdetectie Technische ruimte

Technische ruimte is voorzien van waterdetectie. Wanneer melding aanspreekt wordt er een alarm gegenereerd.

Periodiek pompen

Om vastzitten van pompen te voorkomen welke lange tijd niet gebruikt worden is een periodiek pompen programma opgenomen. Via dit periodiek pompen programma kunnen pompen wekelijks op een vast ingestelde tijd 5 minuten worden ingeschakeld. Standaard wordt hiervoor woensdag van 10:00 tot 10:05 ingesteld.

Vorstgrens

De vorstgrens wordt actief als de buitentemperatuur gedurende de ingestelde tijdsduur van 10 minuten onder de ingestelde grens van 5 °C komt. De vorstgrens wordt weer uitgeschakeld als de buitentemperatuur boven de 6°C komt gedurende 10 minuten. Op basis van de vorstgrens worden sommige pompen preventief ingeschakeld om bevroering te voorkomen.

Zomergrens

De zomergrens wordt actief als gedurende het klokprogramma, van één van de achterliggende groepen, de buitentemperatuur gedurende 60 minuten boven de ingestelde grens van 19.5°C komt. De zomergrens wordt uitgeschakeld als de temperatuur gedurende 60 minuten onder de 18.5°C komt.

Op basis van de zomergrens worden sommige afsluiters dicht gestuurd en pompen uitgeschakeld.

Brandmelding

Bij brandmelding van uit de brandmeldinstallatie wordt de toevoer en afzuiglucht naar 100% gestuurd en recirculatie wordt uitgeschakeld.

De VAV's van de naregelingen worden open gestuurd.

Vorstbeveiliging wordt overbrugt bij brand.

Tevens zijn er vier schakelaars opgenomen welke de toe en afzuigventilatie tijdens brand kunnen in/uit schakelen.

3.2 Bedienen

De installatie kan door middel van onderstaande faciliteiten bediend worden. De volgorde van belangrijkheid is als volgt:
Werkschakelaars, interventieschakelaars, bediening door middel van lokaal display.

Door het bedienen kunnen installatiedelen zoals motoren en afsluiters afzonderlijk in- of uitgeschakeld worden. Door bijvoorbeeld het handmatig uitschakelen van elektromotoren kunnen essentiële veiligheidsfuncties uitgeschakeld worden. Degene die de installatie bedient en verstelt dient zich te overtuigen dat hierdoor geen schade ontstaat!

Lokaal bedienen

De elektromotoren voor pompen en ventilatoren zijn uitgerust met een werkschakelaar, direct nabij de elektromotor.

De bediening van de werkschakelaar wordt niet op het GBS gemeld.

Bedienen vanuit de regelkast

Interventieschakelaars digitale uitgangen

De motoren voor pompen en ventilatoren zijn voor test- en service doeleinden voorzien van interventieschakelaars met de standen HAND-UIT-AUT. Indien geschakeld wordt in de stand UIT kunnen essentiële veiligheidsfuncties uitgeschakeld worden.

Deze standen hebben de volgende betekenis:

HAND: Buiten de automatische besturing om wordt de motor ingeschakeld.

UIT: Buiten de automatische besturing om wordt de motor uitgeschakeld.

AUT: De motor staat onder commando van de automatische besturing.

Indien één van de interventieschakelaars niet in de stand automatisch staat wordt dit gemeld op de regelaar, op de regelkas wordt een gele lamp aangestuurd "interventie niet automatisch". Ook gaat er een gele led bij de desbetreffende uitgang op de uitgangsmodule branden.

Interventieschakelaars analoge uitgangen

De modulerende uitgangen zijn voor test- en service doeleinden voorzien van interventieschakelaars met de standen HAND-AUT. In de stand hand kan met de pot meter de gewenste stand worden ingesteld.

Deze standen hebben de volgende betekenis:

HAND: Buiten de automatische besturing om wordt de motor ingeschakeld.

AUT: De motor staat onder commando van de automatische besturing.

Indien één van de interventieschakelaars niet in de stand automatisch staat wordt dit gemeld op de regelaar, op de regelkas wordt een gele lamp aangestuurd "interventie niet automatisch". Ook gaat er een gele led bij de desbetreffende uitgang op de uitgangsmodule branden.

Bediening door middel van lokaal display:

Voor test- en servicedoeleinden kan door middel van de display in de desbetreffende regelkast de besturing van elektromotoren, afsluiters en kleppen aan/uit, open/dicht of eventueel in tussenstand gezet worden.

4 Transportgroep C.V.

4.1 Algemeen

De transportgroep C.V bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- Transportpomp 1 01-001TP01
- Transportpomp 2 01-001TP02
- Drukverschilopnemer verdeler 01-001PdT01

Op de transportgroep zijn de volgende groepen aangesloten:

- Changeover LBK's.
- Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D.
- Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.
- Convectoren raadzaal & burgerzaal.

4.2 Regelen

Transportpompen.

De transportpompen worden door middel van een GENibus aangestuurd.

De circulatiepomp levert een constant drukverschil aan de installatie. Door middel van een PID regelaar obv de gemeten en gewenst drukverschil worden de transportpompen aangestuurd.

De leidende transportpomp wordt bij warmtevraag van één van de achterliggende groepen aangestuurd.

De tweede transportpomp wordt vrijgegeven o.b.v. percentage stuursignaal PID regelaar obv gemeten en gewenst drukverschil met instelbare tijdvertragingen. Tevens wordt de 2^e transportpomp vrijgegeven obv gemeten flow van het transportnet met instelbare tijdvertragingen.

De transportpompen wisselen bedrijfsafhankelijk o.b.v. bedrijfsurenverschil. De pompen zijn voorzien van storingsovername.

4.3 Schakelen

Op basis van de diverse schakeltoestanden wordt de transportgroep gestuurd volgens de onderstaande bedrijfsstanden in volgorde van prioriteit. Te beginnen bij de hoogste prioriteit.

- Minimaal drukalarm.
Zie beveiligen.
- Bedrijf
De transportgroep wordt vrijgegeven als er warmtevraag is van de achterliggende groepen.
- Uit
Is actief als overige bedrijfsstanden niet actief zijn.
De pompen worden niet vrijgegeven.

4.4 Bewaken

4.4.1 Beveiligen

Overname bij storing

Bij storing van een transportpomp wordt direct de andere transportpomp ingeschakeld.

Minimaal drukalarm

Indien de installatiedruk beneden de ingestelde waarde van 200kPa komt, wordt er een vooralarm gegenereerd.

Als de installatiedruk beneden de ingestelde waarde van 150kPa komt wordt een storingsmelding gegenereerd en word de regeling van de transportgroep uitgeschakeld.

4.5 Storingsmelding

4.6 Bedienen

De Transportgroep wordt vanuit de aangesloten groepen bediend.

4.7 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden cumulatief geregistreerd:

- Transportpomp 1
- Transportpomp 2

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Drukverschil CV verdeler.

5 Changeover LBK's

5.1 Algemeen

De Changeover LBK's bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- Smoorklep CV aanvoer 01-800CV01
- Smoorklep CV retour 01-800CV02
- Smoorklep GKW aanvoer 01-800CV03
- Smoorklep GKW retour 01-800CV04

Het bepalen van warmte en / of koude levering is afhankelijk van de vraag van de achterliggende LBK's.

5.2 Regelen

5.3 Schakelen

Het omschakelen tussen verwarmen en koelen gebeurt o.b.v. warmte en koelvraag van de achterliggende LBK's.

Verwarmen heeft de hoogste prioriteit.

Als één van de achterliggende LBK's warmte vraag heeft zal er warmte geleverd worden.

Installatie deel	Verwarmvraag	Koelvraag
Smoorklep CV aanvoer 01-800CV01	Open	Dicht
Smoorklep CV retour 01-800CV03	Open	Dicht
Smoorklep GKW aanvoer 01-800CV02	Dicht	Open
Smoorklep GKW retour 01-800CV04	Dicht	Open

5.4 Bewaken

Er worden geen specifieke bewakingen toegepast

5.5 Bedienen

n.v.t.

5.6 Beheren

n.v.t.

6 Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D & Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.

6.1 Algemeen

De vloerverwarming/koeling bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

• Regelafsluiter CV	01-801CV01	01-802CV01
• Regelafsluiter GKW	01-801CV02	01-802CV02
• Centrale aanvoertemperatuur opnemer	01-801TT01	01-802TT01
• Circulatiepomp	01-801CP01	01-802CP01
• Drukverschilopnemer	01-801PdT01	01-802PdT01
• Retourtemperatuur opnemer groep	01-801TT02	01-802TT02
• Smoorklep CV retour	01-801CV03	01-802CV03
• Centrale retourtemperatuur opnemer	01-801TT03	01-802TT03
• Smoorklep GKW retour	01-801CV04	01-802CV04

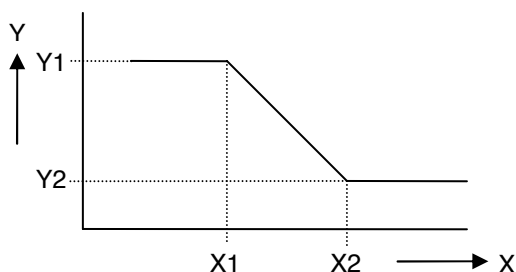
6.2 Regelen

Aanvoertemperatuur op basis van buitentemperatuur.

De aanvoertemperatuur wordt weersafhankelijk geregeld op basis van buitentemperatuur.

Voor verwarmen en koelen zijn aparte stooklijnen opgenomen

Stooklijn koelen



X = Buitentemperatuur

Y = Setpoint aanvoertemperatuur

X1= 18°C

Y1 = 18°C

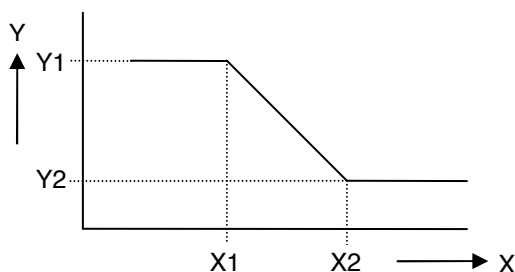
Ymax = 20°C

X2= 25°C

Y2 = 16°C

Ymin= dauwpunttemperatuur + 1K

Stooklijn verwarmen



$X1 = -5^{\circ}\text{C}$	$Y1 = 45^{\circ}\text{C}$	$Y_{\text{max}} = 45^{\circ}\text{C}$
$X2 = 20^{\circ}\text{C}$	$Y2 = 20^{\circ}\text{C}$	$Y_{\text{min}} = \text{dauwpunttemperatuur} + 0\text{K}$

De minimale aanvoertemperatuur voor de groep hal wordt begrensd op de actuele dauwpunttemperatuur van de hal tijdens koelbedrijf.

De minimale aanvoertemperatuur voor de groep kantoren wordt begrensd op de actuele dauwpunttemperatuur gemeten op de verdiepingen, de hoogste waarde is leidend.

Als de aanvoertemperatuur lager is dan de dauwpunttemperatuur wordt de minimale aanvoertemperatuur de dauwpunttemperatuur met een instalbare offset van 1°C .

Het omschakelen tussen verwarmen en koelen gebeurt op basis van een vergelijking waarin het aantal naregelingen wat warmtevraag heeft wordt vergeleken met het aantal naregelingen wat koudevraag heeft.

Volgorde regeling

De aanvoertemperatuur van de groep wordt geregeld door het modulerend sturen van achtereenvolgens de regelafsluiter CV en de regelafsluiter GWK.

Afsluiters O/D CV /GWK

Het omschakelen tussen CV en GWK gebeurt op basis van een vergelijking waarin het aantal naregelingen wat warmtevraag heeft wordt vergeleken met het aantal naregelingen wat koudevraag heeft.

Als er meer naregelingen (aantal instelbaar) warmtevraag dan koudevraag hebben wordt naar de stooklijn verwarmen geschakeld.

Als er meer naregelingen (aantal instelbaar) koudevraag dan warmtevraag hebben wordt naar de stooklijn koelen geschakeld.

Circulatiepomp

De circulatiepomp wordt ingeschakeld bij vrijgave van de regeling.

De circulatiepomp worden door middel van een GENIbus aangestuurd.

De circulatiepomp levert een constant drukverschil aan de installatie. Door middel van een PID regelaar obv de gemeten en gewenst drukverschil worden de transportpompen aangestuurd.

De circulatiepomp maakt gebruik van het periodiekpompen programma.

6.3 Schakelen

Op basis van de diverse schakeltoestanden wordt de radiatorgroep gestuurd volgens de onderstaande bedrijfsstanden in volgorde van prioriteit. Te beginnen bij de hoogste prioriteit.

- Minimale installatiedruk beveiliging GKW en CV
zie beveiligingen.
- Maximale aanvoertemperatuur.
zie beveiligingen.
- Opnemer alarm.
zie beveiligingen.
- Bedrijf.
De regeling regelt o.b.v. aanvoertemperatuur.
- Uit
n.v.t.

6.4 Bewaken

Beveiligen

Maximale aanvoertemperatuur

Als de aanvoertemperatuur een instelbare tijd van 05:00 mm:ss boven een instelbare temperatuur van 45 °C komt worden de regelafsluiters dicht gestuurd en de regeling geblokkeerd.

De alarmering is vergrendeld en moet met een reset geaccepteerd worden.

Minimale aanvoertemperatuur

Als de aanvoertemperatuur een instelbare tijd van 05:00 mm:ss onder een instelbare temperatuur van 12 °C komt worden de regelafsluiters dicht gestuurd en de regeling geblokkeerd.

De alarmering is vergrendeld en moet met een reset geaccepteerd worden.

Minimale installatiedruk

Bij aanspreken van de minimale installatiedruk CV of GKW wordt de regeling geblokkeerd.

Storingsmelding

De volgende storingsmeldingen worden onder andere gemeld:

<u>Naam</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Urgentie</u>	<u>Vergrendeling</u>
Circulatiepomp	storing	U	
Opnemer alarmen	storing		
Maximale aanvoertemperatuur.	storing	U	
Minimale aanvoertemperatuur.	storing	U	

6.5 Bedienen

De Vloerverwarming/koeling is constant ingeschakeld.

.

6.6 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden cumulatief geregistreerd:

- Circulatiepomp

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Aanvoertemperatuur.
- Gewenste aanvoertemperatuur.
- Sturing regelafsluiter CV.
- Sturing regelafsluiter GWK.

7 Transportgroep GWK

7.1 Algemeen

De transportgroep GWK bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- Transportpomp 1 01-200TP01
- Transportpomp 2 01-200TP02
- Drukverschilopnemer verdeler 01-200PdT01

Op de transportgroep zijn de volgende groepen aangesloten:

- Changeover LBK's.
- Groep Vloerverwarming/koeling Beganegrond C/D.
- Groep Vloerverwarming/koeling kantoren.

7.2 Regelen

Transportpompen.

De transportpompen worden door middel van een GENibus aangestuurd.

De circulatiepomp levert een constant drukverschil aan de installatie. Door middel van een PID regelaar obv de gemeten en gewenst drukverschil worden de transportpompen aangestuurd.

De leidende transportpomp wordt bij koudevraag van één van de achterliggende groepen aangestuurd.

De tweede transportpomp wordt vrijgegeven o.b.v. percentage stuursignaal PID regelaar obv gemeten en gewenst drukverschil met instelbare tijdvertragingen. Tevens wordt de 2^e transportpomp vrijgegeven obv gemeten flow van het transportnet met instelbare tijdvertragingen.

De transportpompen wisselen bedrijfsonafhankelijk o.b.v. bedrijfsurenverschil. De pompen zijn voorzien van storingsovername.

De pompen maken gebruik van periodiek pompen. Hierbij wordt eerst de leidende pomp ingeschakeld, daarna wordt deze uitgeschakeld en de 2^e pomp ingeschakeld.

7.3 Schakelen

Op basis van de diverse schakeltoestanden wordt de transportgroep gestuurd volgens de onderstaande bedrijfsstanden in volgorde van prioriteit. Te beginnen bij de hoogste prioriteit.

- **Minimaal drukalarm.**
Zie beveiligen.
- **Bedrijf**
De transportgroep wordt vrijgegeven als er warmtevraag is van de achterliggende groepen.
- **Uit**
Is actief als overige bedrijfsstanden niet actief zijn.
De pompen worden niet vrijgegeven.

7.4 Bewaken

7.4.1 Beveiligen

Overname bij storing

Bij storing van een transportpomp wordt direct de andere transportpomp ingeschakeld.

Minimaal drukalarm

Indien de installatiedruk beneden de ingestelde waarde van 200kPa Bar komt, wordt er een vooralarm gegenereerd.

Als de installatiedruk beneden de ingestelde waarde van 150kPa komt wordt een storingsmelding gegenereerd en word de regeling van de transportgroep uitgeschakeld.

7.5 Storingsmelding

7.6 Bedienen

De Transportgroep wordt vanuit de aangesloten groepen bediend.

7.7 Beheer

De volgende bedrijfsuren worden cumulatief geregistreerd:

- Transportpomp 1
- Transportpomp 2

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Drukverschil op de verdeler.

8 Convectoren raadzaal burgerzaal

8.1 Algemeen

De convectoren raadzaal burgerzaal bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

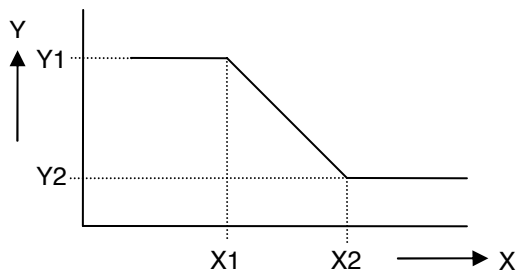
- Regelafsluiter CV 01-002CV01

8.2 Regelen

Regelafsluiter

Afsluiterregeling op basis van buitentemperatuur

De afsluiter wordt gestuurd op basis van de buitentemperatuur .



X = buitentemperatuur

Y = Setpoint regelafsluiter

X1= 10°C

Y1 = 100%

X2= 12°C

Y2 = 0%

8.3 Schakelen

Op basis van de diverse schakeltoestanden wordt de regelafsluiter gestuurd volgens de onderstaande bedrijfsstanden in volgorde van prioriteit. Te beginnen bij de hoogste prioriteit.

- Bedrijf
De regelafsluiter wordt vrijgegeven door middel van tijdprogramma raadzaal of burgerzaal.
- Uit
Boven de 12°C wordt de regelafsluiter niet vrijgegeven.

8.4 Bewaken

8.4.1 Beveiligen

8.5 Storingsmelding

8.6 Bedienen

De convectoren raadzaal burgerzaal worden d.m.v. een klokprogramma vrijgegeven

8.7 Beheer

De volgende trends worden over een periode van 1 dag vastgelegd:

- Stand regelafsluiter.
- Gewenste stand regelafsluiter.

9 Diversen.

9.1 Vuilwaterafvoer.

De Vuilwaterafvoer bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- Pompput 01-501VWP01
- Hoogwater alarm 01-501LA01

De pompput wordt ingeschakeld bij hoogwater alarm.

9.2 Tracing.

Voor de afvoer van de vuilwater uit de keuken is tracing opgenomen in de parkeergarage.

- Tracing Keuken 01-500LV01

De tracing in de keuken wordt d.m.v. een klokprogramma en obv buitentemperatuur ingeschakeld.

9.3 Tapwaterinstallatie

De tapwaterinstallatie heeft een eigen regeling.

Er zijn meldingen opgenomen voor de tapwaterinstallatie.

- Hydrofoor installatie 01-400DP01

De watermeter wordt via de M-bus uitgelezen.

- Watermeter 01-400FQ01

9.4 Ventilatie techniekruimte.

De ventilatie techniekruimte bestaat regeltechnisch uit de volgende componenten:

- Afzuigventilator techniekruimte 01-100AV01
- Brandklep eindcontact 01-100BR01

De ventilatie techniekruimte wordt ingeschakeld afhankelijk van het brandklep eindcontact.

9.5 Parkeergarageventilatie.

De parkeergarageventilatie heeft een eigen regeling.

Er zijn 3 meldingen opgenomen voor de parkeergarageventilatie.

- Storing meldingen 01-101PARK01

9.6 NSA.

Voor de NSA is een bedrijfsmelding opgenomen.

- Bedrijfs melding 02-000NSA01

9.7 Waterdetectie

In de technische ruimte is waterdetectie opgenomen. Bij het aanspreken van de detectie wordt er een alarm gegenereerd.

9.8 SER ruimte 1.24.

Voor de SER ruimte zijn de volgende meldingen opgenomen.

- Splitunit (storing) 02-102DX01
- Wateroverlastdetectie 02-102LA01

Voor minimale en maximale ruimtetemperatuurbewaking is de volgende opnemer opgenomen.

- Ruimtetemperatuur 02-102TT01

Bijlage 6. Technische gegevens Carrier Aquasnap RW30 - 110



Water-Cooled/Condenserless Liquid Chillers with Integrated Hydronic Module

AQUASNAP



www.eurovent-certification.com
www.certiflash.com

PRO-DIALOG



Quality and Environment
Management Systems
Approval

30RW/30RWA

Nominal cooling capacity 20-315 kW

- The 30RW/30RWA Aquasnap liquid chiller range features the latest technological innovations: scroll compressors, digital auto-adaptive Pro-Dialog control and ozone-friendly refrigerant HFC-407C. Aquasnap can be supplied with hydronic evaporator and condenser modules as standard, limiting the installation to simple operations such as the entering and leaving water piping connection. An auto-adaptive control algorithm intelligently controls the condenser water pump speed and the operation of the glycol cooler fans (30RW) or of the air-cooled condenser fans (30RWA) to ensure reliable and economical operation under any climate conditions.

"Plug and Play" installation

- Integrated hydronic modules: they minimise site installation complexity and reduce the required space for the chiller installation.

Evaporator hydronic module

This consists of a removable screen filter, single or twin-head water pump, expansion tank, water flow switch, safety valve, pressure gauge, and purge valve. A control valve permits adjustment of the flow rate to the water system characteristics. All components are isolated to prevent condensation.

Condenser hydronic module

This consists of a removable screen filter, single or twin-head (from size 060 upwards) variable-speed water pump, expansion tank, safety valve, pressure gauge, and purge valve. The variable-speed pump controls the chiller condensing pressure and makes the installation of a three-way mixing valve on the condenser water circuit unnecessary.

- Fan control: Pro-Dialog also controls the fans of the glycol cooler or remote air-cooled condenser. There are two methods: up to 8 stages maximum with balancing of fan operation times (30RW/RWA), or continuous speed variation (30RWA).
- Quick electrical connections: Aquasnap is equipped with a general disconnect switch and a 24 V control circuit supply transformer as standard. A single power supply entry (three-phase without neutral) supplies the chiller.

Economical operation

- The condensing pressure is optimised by a patented auto-adaptive algorithm. At part load or moderate outside temperature an algorithm intelligently controls the condenser water pump speed and the operation of the glycol cooler (30RW) or the condenser (30RWA) fans to maintain the condensing pressure at its lowest possible value. The standard 30RW chiller can operate down to -20°C outside temperature.

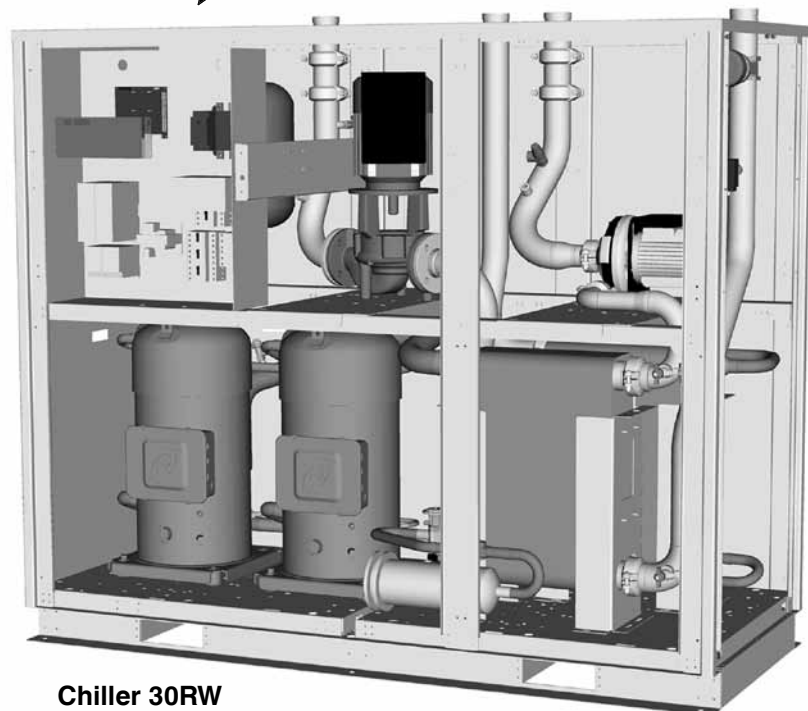
Options

Options	No.	Description	Advantages	Use
Very low temperature glycol solution	6	Production of low-temperature chilled water down to -10°C	Covers specific applications such as ice storage and industrial processes	30RW 110-300 30RWA 020-300
Electronic starter	25	Electronic compressor starter	Reduced compressor start-up current	30RW 110-300 30RWA 020-300
High-pressure single-pump evaporator hydronic module	116B	See chapter "Hydronic module"	Easy and fast installation	30RW 110-300 30RWA 020-300
High-pressure dual-pump evaporator hydronic module	116C	See chapter "Hydronic module"	Easy and fast installation, operating safety	30RW 110-300 30RWA 020-300
Field water connections at the unit top	116E	Field water connections at the unit top	Reduced foot print	30RWA 020-045
Heat pump	150A	Hot-water control	Allows use of the unit in hot-water production mode up to 52°C	30RW 110-300 30RWA 020-300
RS485 communications and "CCN Clock Board" time schedule board	155	Additional RS485 communications board	Allows time scheduling and communication with the Aquasmart ("the hydronic solution") system via the CCN protocol	30RW 110-300 30RWA 020-300
Condenser hydronic module with variable-speed single pump	270B	See chapter "Hydronic module"	Easy and fast installation, reduced water circulating pump power consumption	30RW 110-300
Condenser hydronic module with variable-speed dual pump	270C	See chapter "Hydronic module"	Easy and fast installation, operating safety, reduced water circulating pump power consumption	30RW 110-300

The drycoolers or air-cooled condensers of the Carrier 09 series are supplied ready for installation with a control box. A simple communication bus connects the liquid chiller to the heat rejection unit. As all control components are installed and tested in the factory, installation and start-up of the chiller and its associated glycol cooler are simplified.



Drycooler 09



Chiller 30RW



Physical data

	30RWA									30RW/RWA																		
	020	025	030	040	045	060	070	080	090	110	120	135	150	160	185	210	245	275	300									
Air conditioning application as per EN14511-3:2011* - 30RW																												
Nominal cooling capacity	kW									110	125	142	152	165	186	219	251	288	315									
EER	kW/kW									4.06	3.92	4.01	3.93	4.51	4.24	4.38	4.25	4.36	4.32									
Eurovent class cooling										D	D	D	D	C	D	C	C	C	C									
ESEER	kW/kW									4.79	4.56	4.74	4.66	5.36	5.06	5.17	5.01	5.27	5.15									
Air conditioning application** - 30RW																												
Nominal cooling capacity	kW									110	125	142	152	165	187	220	252	289	316									
EER	kW/kW									4.23	4.07	4.16	4.06	4.67	4.42	4.48	4.42	4.45	4.45									
ESEER	kW/kW									5.41	4.89	5.32	5.20	6.00	5.44	5.63	5.67	5.72	5.63									
Air conditioning application as per EN14511-3:2011* - 30RWA																												
Nominal cooling capacity	kW									109	125	142	152	160	184	212	243	282	309									
EER	kW/kW									4.05	4.01	4.10	4.02	4.09	4.08	4.00	3.92	4.09	4.12									
Air conditioning application** - 30RWA																												
Nominal cooling capacity	kW									110	126	143	153	161	184	213	243	283	310									
EER	kW/kW									4.15	4.10	4.19	4.10	4.17	4.13	4.02	3.98	4.16	4.13									
Operating weight***																												
30RW unit without pump	kg									864	937	956	977	1079	1144	1357	1471	1557	1557									
30RWA unit without pump	kg									773	836	845	855	948	996	1159	1273	1311	1311									
Extra weight																												
30RW: single evaporator pump (option 116B)	kg									15	15	15	15	245	245	245	245	245	245									
30RWA: single evaporator pump (option 116B)	kg									25	25	25	27	27	14	14	14	14	14									
30RW/RWA: dual evaporator pump (option 116C)	kg									35	35	35	37	37	20	20	20	20	20									
30RW: single condenser pump (option 270B)	kg									80	80	80	80	250	250	265	265	265	265									
30RW: dual condenser pump (option 270C)	kg									140	140	140	140	310	310	368	368	368	368									
Sound power level - 30RW****																												
Sound power level at 10 m - 30RW†	dB(A)									80	81	81	79	76	80	81	83	82	82									
Sound power level - 30RWA****	dB(A)									63	69	69	73	73	75	75	75	78	78									
Sound power level at 10 m - 30RWA†	dB(A)									38	40	40	40	42	44	44	44	47	47									
Dimensions (length x depth x height)																												
Standard unit with or without hydronic module	mm									1204 x 695 x 1698									2004 x 895 x 1750									
Unit with hydronic module (options 116B, 116C, 270B, 270C)	mm									1204 x 695 x 1750												2300 x 922 x 1963						
										2950 x 922 x 1993																		
Refrigerant																												
										R-407C												The RWA units only have a nitrogen holding charge						
Circuit A	kg									3.2	3.3	3.3	4.2	6.2	7.5	9.6	11	12.4	14	16.4	18.5	19.3	15	17	19	19	24	24
Circuit B	kg									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	17	19	19	24	24
Compressors																												
										Hermetic scroll, 48.3 r/s												Hermetic scroll, 48.3 r/s						
Circuit A	r/s									1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Circuit B	r/s									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2
Capacity steps	r/s									1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
Minimum capacity	%									100	100	100	100	100	46	43	50	50	50	50	50	50	25	25	21	25	23	25
Control																												
										Pro-Dialog Plus												Pro-Dialog Plus						
Condensers (30RW only)																												
Water volume	l									12.2	13.7	15.8	17.9	26.5	26.5	34.9	34.9	46.6	46.6									
Max. water-side operating pressure with/without hydronic module	kPa									400/1000																		
Condenser hydronic module (30RW only)																												
Pump																												
Frequency-variator controlled variable-speed composite single or dual centrifugal pump depending on option used, (48.3 r/s at 50 Hz)																												
Quantity	r/s									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Capacity	kW									5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.7	6.7	6.7	6.7									
Expansion tank volume	l									25	25	25	25	35	35	35	50	50	50									
Evaporator																												
										Welded direct-expansion plate heat exchanger												Welded direct-expansion plate heat exchanger						
Water volume	l									2	2.91	2.91	3.8	4.8	6.1	7.8	9	9.7	12.2	13.7	15.8	17.9	26.5	26.5	34.9	34.9	46.6	46.6
Max. water-side operating pressure with/without hydronic module	kPa									400/1000												400/1000						
Evaporator hydronic module, 30RW/RWA																												
Pump (centrifugal composite)																												
Single or dual pump depending on option used, 48.3 r/s																												
Expansion tank volume	l									8	8	8	8	8	12	12	12	25	25	25	25	35	35	35	50	50	50	
Water connection diameter ††																												
Victaulic																												
Standard field connection	in									2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	
Welded field connection	mm									60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	60.3	76.1	76.1	76.1	76.1	88.9	88.9	88.9	88.9
Refrigerant pipe field outside connection diameter, 30RWA																												
Soldered copper pipe																												
Discharge pipe																												
Circuit A	in									7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	
Circuit B	in									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
Liquid refrigerant return pipe																												
Circuit A	in									7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
Circuit B	in									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8

* Eurovent-certified performances in accordance with standard EN14511-3:2011.

Cooling mode conditions 30RW: evaporator water entering/leaving temperature 12°C/7°C, condenser water entering/leaving temperature 30°C/35°C, evaporator fouling factor 0 m² K/W.

Cooling mode conditions 30RWA: evaporator water entering/leaving temperature 12°C/7°C, saturated bubble point condensing temperature 45°C, subcooling 5 K, evaporator fouling factor 0 m² K/W.

** Gross performances, not in accordance with EN14511-3:2011. These performances do not take into account the correction for the proportional heating capacity and power input generated by the water pump to overcome the internal pressure drop in the heat exchanger.

Cooling mode conditions 30RW: evaporator water entering/leaving temperature 12°C/7°C, condenser water entering/leaving temperature 30°C/35°C, evaporator fouling factor 0 m² K/W.

Cooling mode conditions 30RWA: evaporator water entering/leaving temperature 12°C/7°C, saturated bubble point condensing temperature 45°C, subcooling 5 K, evaporator fouling factor 0 m² K/W.

*** Weight shown is a guideline only.

**** In accordance with ISO 9614-1 and certified by Eurovent.

† For information, calculated from the sound power level Lw(A).

†† With tubular sleeve, supplied with the unit, consisting of a Victaulic connection at one end and a plain section at the other end.

Electrical data

Units without hydronic module	30RWA										30RW/RWA										
	020	025	030	040	045	060	070	080	090	110	120	135	150	160	185	210	245	275	300		
Power circuit																					
Nominal power supply	V-ph-Hz	400-3-50										400-3-50									
Voltage range	V	360-440										360-440									
Control circuit supply	The control circuit is supplied via the unit-mounted transformer																				
Max. power input* - 30RW/RWA	kW	8.1	10.3	12.0	15.8	18.0	22.3	27.8	31.6	36.1	42.4	48.8	54.0	59.1	63.2	72.2	84.9	97.6	107.9	118.2	
Nominal current drawn																					
30RW**	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.1	54.0	61.0	68.0	71.7	84.2	96.1	108.0	122.0	136.0	
30RWA***	A	10.4	13.3	15.5	19.1	22.4	28.8	34.5	38.1	44.8	51.4	58.0	64.7	71.4	76.3	89.6	102.8	116.0	129.4	142.8	
Max. current drawn - 30RW/RWA****	A	13.7	17.6	20.5	25.9	30.2	38.0	46.3	51.8	60.5	69.2	78.0	87	96.0	104	120.9	138.5	156.0	174.0	192.0	
Max. start-up current, standard units without soft starter - 30RW/ RWA†	A	86.0	130.0	130.0	135.0	155.0	147.6	155.5	160.9	185.2	245.2	254.0	309.0	318.0	212.6	245.7	314.5	332.0	396.0	414.0	
Max. start-up current, units with optional soft starter - 30RW/ RWA††	A	51.6	78.0	78.0	81.0	93.0	95.6	101.5	106.9	123.2	159.2	168.0	201.0	210.0	158.6	183.7	228.5	246.0	288.0	306.0	
Three-phase short-circuit holding current - 30RW/RWA	kA	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	10	10	10	10	10	18	18	18	18	18	18	

* Power input of the compressor(s) at maximum unit operating conditions: entering/leaving evaporator water temperature = 15°C/10°C, maximum condensing temperature of 65°C, and 400 V nominal voltage.
 ** Nominal unit current draw at standard conditions: evaporator entering/leaving water temperature 12°C/7°C, condenser entering/leaving water temperature 30°C/35°C. The current values are given at 400 V nominal voltage.
 *** Nominal unit current draw at standard conditions: evaporator entering/leaving water temperature 12°C/7°C, saturated condensing temperature (dew point) 45°C, subcooling 5 K. The current values are given at 400 V nominal voltage.
 † Maximum unit operating current at maximum unit power input and 400 V.
 †† Maximum instantaneous starting current at 400 V nominal voltage and with compressor in across-the-line start (maximum operating current of the smallest compressor(s) + locked rotor current of the largest compressor).
 ‡ Maximum instantaneous starting current at 400 V nominal voltage and with compressor with electronic starter (maximum operating current of the smallest compressor(s) + reduced start-up current of the largest compressor).

Electrical data, units with hydronic modules

The pumps that are factory-installed in these units have motors with efficiency class IE2. The additional electrical data required by regulation 640/2009 is given in the installation, operation and maintenance manual.

This regulation concerns the application of directive 2005/32/EC on the eco-design requirements for electric motors.

Electrical data notes and operating conditions:

- 30RW and 30RWA units have a single power connection point.
 - The control box includes the following standard features:
 - the starter and motor protection devices for each compressor and the pumps
 - the control devices
 - Field connections:
 - All connections to the system and the electrical installations must be in full accordance with all applicable local codes.
 - The Carrier 30RW and 30RWA units are designed and built to ensure conformance with these codes. The recommendations of European standard EN 60204-1 (machine safety - electrical machine components - part 1: general regulations - corresponds to IEC 60204-1) are specifically taken into account, when designing the electrical unit equipment.
- NOTES:**
- Generally the recommendations of IEC 60364 are accepted as compliance with the requirements of the installation directives. Conformance with EN 60204-1 is the best means of ensuring compliance with the Machines Directive § 1.5.1.
 - Annex B of EN 60204-1 describes the electrical characteristics used for the operation of the machines.
1. The operating environment for the 30RW and 30RWA chillers is specified below:
 - Environment* - Environment as classified in IEC 60364 § 3:
 - ambient temperature range: +5°C to +40°C, class AA4
 - humidity range (non-condensing)*:
 - 50% relative humidity at 40°C
 - 90% relative humidity at 20°C
 - altitude: ≥ 2000 m (for hydronic kit see chapter 4.4 of the installation manual)

- indoor installation*
 - presence of water: class AD2* (possibility of water droplets)
 - presence of hard solids, class AE2* (no significant dust present)
 - presence of corrosive and polluting substances, class AF1 (negligible)
 - vibration and shock, class AG2, AH2
 - competence of personnel, class BA4* (trained personnel - IEC 60364)
2. Power supply frequency variation: ± 2 Hz.
 3. The neutral (N) conductor must not be connected directly to the unit (if necessary use a transformer).
 4. Over-current protection of the power supply conductors is not provided with the unit.
 5. The factory-installed disconnect switch(es)/circuit breaker(s) is (are) of a type suitable for power interruption in accordance with EN 60947.
 6. The units are designed for simplified connection on TN(s) networks (IEC 60364). For IT networks provide a local earth and consult competent local organisations to complete the electrical installation.
 7. Derived currents: If protection by monitoring of derived currents is necessary to ensure the safety of the installation, the control of the cut-out value must take the presence of leak currents into consideration that result from the use of optional frequency converters in the unit. A value of at least 150 mA is recommended to control differential protection devices.

NOTE: If particular aspects of an actual installation do not conform to the conditions described above, or if there are other conditions which should be considered, always contact your local Carrier representative.

* The protection level of the control boxes required to conform to this class is IP21B (according to reference document IEC 60529). All 30RW and 30RWA units with correctly installed casing panels fulfil this protection condition.

Part load performances

With the rapid increase in energy costs and the care about environmental impacts of electricity production, the power consumption of air conditioning equipment has become an important topic. The energy efficiency of a liquid chiller at full load is rarely representative of the actual performance of the units, as on average a chiller works less than 5% of the time at full load.

The heat load of a building depends on many factors, such as the outside air temperature, the exposure to the sun and the building occupancy.

Consequently it is preferable to use the average energy efficiency, calculated at several operating points that are representative for the unit utilisation.

ESEER (in accordance with EUROVENT)

The ESEER (European seasonal energy efficiency ratio) permits evaluation of the average energy efficiency at part load, based on four operating conditions defined by Eurovent. The ESEER is the average value of energy efficiency ratios (EER) at different operating conditions, weighted by the operating time.

ESEER (European seasonal energy efficiency ratio)

Load %	Air temperature °C	Energy efficiency	Operating time %
100	35	EER1	3
75	30	EER2	33
50	25	EER3	41
25	20	EER4	23

ESEER = EER1 x 3% + EER2 x 33% + EER3 x 41% + EER4 x 23%

Part load performances

30RW	110	120	135	150	160	185	210	245	275	300	
ESEER	kW/kW	4.79	4.56	4.74	4.66	5.36	5.06	5.17	5.01	5.27	5.15

ESEER Calculations according to standard performances (in accordance with EN14511-3:2011) and certified by Eurovent.

Sound spectrum

Standard 30RW units

	Octave bands, Hz							Sound power levels
		125	250	500	1k	2k	4k	
110	dB	80	72	77	75	72	68	dB(A) 80
120	dB	82	72	78	77	72	69	dB(A) 81
135	dB	82	74	80	77	71	69	dB(A) 81
150	dB	69	70	79	74	71	68	dB(A) 79
160	dB	72	69	75	70	67	61	dB(A) 76
185	dB	81	74	79	74	71	65	dB(A) 80
210	dB	78	73	81	76	73	69	dB(A) 81
245	dB	76	71	82	77	75	72	dB(A) 83
275	dB	76	76	82	76	74	71	dB(A) 82
300	dB	75	79	82	75	73	70	dB(A) 82

Standard 30RWA units

	Octave bands, Hz							Sound power levels
		125	250	500	1k	2k	4k	
020	dB	58	56	56	58	56	55	dB(A) 63
025	dB	65	64	66	63	63	58	dB(A) 69
030	dB	65	64	66	63	63	58	dB(A) 69
040	dB	64	63	67	64	62	61	dB(A) 73
045	dB	71	69	69	69	65	65	dB(A) 73
060	dB	70	74	72	69	69	61	dB(A) 75
070	dB	69	73	72	69	68	63	dB(A) 75
080	dB	69	72	73	70	68	64	dB(A) 75
090	dB	69	72	75	74	72	67	dB(A) 78
110	dB	80	72	77	75	72	68	dB(A) 80
120	dB	82	72	78	77	72	69	dB(A) 81
135	dB	82	74	80	77	71	69	dB(A) 81
150	dB	69	70	79	74	71	68	dB(A) 79
160	dB	72	69	75	70	67	61	dB(A) 76
185	dB	81	74	79	74	71	65	dB(A) 80
210	dB	78	73	81	76	73	69	dB(A) 81
245	dB	76	71	82	77	75	72	dB(A) 83
275	dB	76	76	82	76	74	71	dB(A) 82
300	dB	75	79	82	75	73	70	dB(A) 82

Operating limits

Operating limits 30RW/RWA

30RW/30RWA	At start-up		At shut-down
	Minimum, °C	Maximum, °C	Maximum, °C
Evaporator	7.5	30	50
Entering water temperature			

	During operation		
	Minimum, °C	Maximum, °C	Maximum, °C
Leaving water temperature	5 (note 1)	15	50

30RW - with hydronic module and variable-speed pump		
	At start-up and during operation	During operation
	Minimum	Maximum
Condenser		
Entering water temperature	-15	47 (note 3)
Leaving water temperature	-	52
Drycooler		
Entering air temperature	-20	(note 4)

30RWA - without hydronic module		
	At start-up and during operation	During operation
	Minimum	Maximum
Condenser		
Entering water temperature	20 (note 2)	47 (note 3)
Leaving water temperature	25	52
Drycooler		
Entering air temperature	(note 5)	(note 4)

30RWA - with variable-speed fan		
	At start-up and during operation	Maximum
	Minimum	Maximum
Air-cooled condenser		
Entering air temperature	-10	(note 6)

30RWA - with fixed-speed fan		
	At start-up and during operation	Maximum
	Minimum	Maximum
Air-cooled condenser		
Entering air temperature	0	(note 6)

Notes:

- 30RW/30RWA units can operate from 4°C to 0°C without modification. In all cases the units must be configured for low leaving-water temperature, and use of antifreeze is required.
- 30RW units without hydronic module operating below 20°C entering condenser water temperature require the use of a three-way valve controlled from the 0-10 V analogue output of the PRO-DIALOG control.
- For a flow rate corresponding to a condenser Δt of 5 K.
- The maximum entering air temperature is based on the drycooler selection.
- The minimum entering air temperature range is between 15 and 20°C (without the use of three-way valves)
Operation at -15°C ambient temperature is possible with the use of a three-way valve to maintain the required minimum condensing temperature (see note 2).
- The maximum entering air temperature is based on the remote condenser selection.

IMPORTANT: Maximum ambient temperatures. For storage and transport of 30RW units the minimum and maximum temperatures must not go beyond -20°C and 50°C. It is recommended that these temperatures are used for transport by container.

Evaporator water flow rate

	Minimum flow rate, l/s	Maximum flow rate*, l/s		Maximum flow rate**, l/s
		Single pump	Dual pump	
30RWA				
020	0.3	1.7	-	1.7
025	0.4	2.5	-	3.1
030	0.5	2.5	-	3.1
040	0.7	3.4	-	3.7
045	0.8	3.8	-	4.7
060	0.9	5.7	5.6	5.9
070	1.2	6.2	6.1	7.3
080	1.4	6.4	6.2	8
090	1.5	6.6	6.3	8.4
30RW/RWA				
110	1.8	8.3	11.7	10.3
120	2.2	8.5	12.4	11.4
135	2.4	8.8	13.1	12.8
150	2.7	9	13.7	14.3
160	2.7	14.2	14.2	15.9
185	3.1	14.5	14.5	17
210	3.8	17.4	22	24
245	4.4	17.4	22	24
275	5	18.1	23.3	29.1
300	5.5	18.1	23.3	29.1

* Maximum flow rate for an available pressure of 50 kPa (unit with hydronic module)

** Maximum flow rate for a pressure drop of 100 kPa in the plate heat exchanger (unit without hydronic module)

Condenser water flow rate

	Minimum flow rate* (l/s) at min. condenser capacity, $\Delta t = 10$ K	Nominal condenser flow rate at Eurovent conditions, l/s	Maximum flow rate** (l/s) at max. condenser capacity, $\Delta t = 5$ K
30RWA			
020	0.5	1.2	1.4
025	0.7	1.5	1.8
030	0.8	1.7	2
040	1	2.3	2.7
045	1.2	2.7	3.1
060	1.4	3.3	3.8
070	1.8	4.1	4.8
080	2.1	4.7	5.5
090	2.3	5.4	6.2
30RW/RWA			
110	2.8	6.4	7.4
120	3.3	7.3	8.5
135	3.6	8.3	9.5
150	4	9.1	10.3
160	4.2	9.4	10.9
185	4.7	10.8	12.5
210	5.7	12.7	14.6
245	6.5	14.5	16.8
275	7.3	16.6	19
300	8	18.2	20.5

* The minimum flow rate given is for units without hydronic module that have a fixed condenser flow rate.

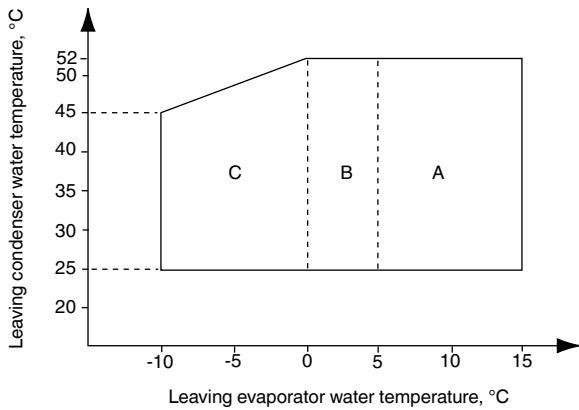
Units with a hydronic module have a variable flow rate and no minimum fixed flow rate. The minimum flow rate is optimised by unit control in parallel with the drycooler fan stages for all operating conditions, especially at low outdoor temperature and low load conditions.

** The maximum flow rate given is for units without hydronic module that have a fixed condenser flow rate.

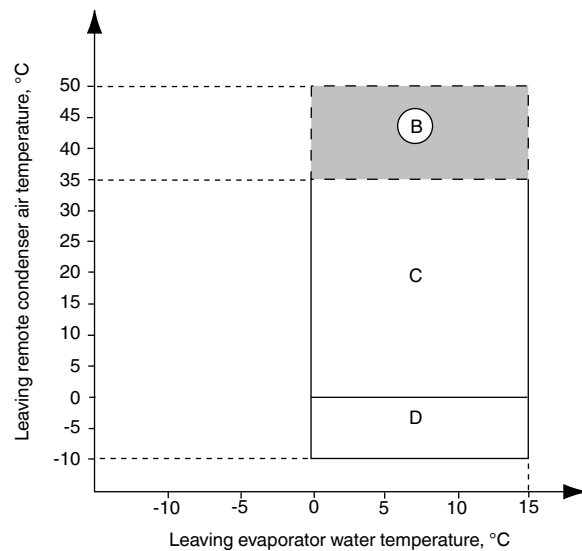
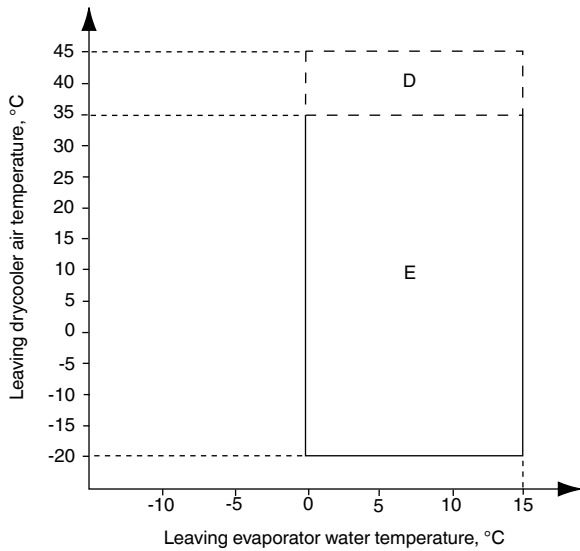
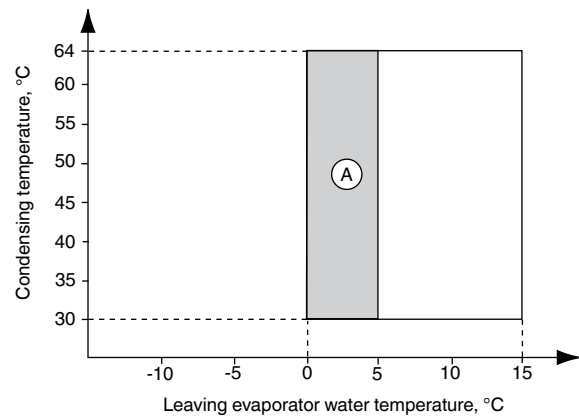
Units with a hydronic module have a variable flow rate. The maximum flow rate is optimised by unit control at all operating conditions, based on pump capacity, system pressure losses and outdoor temperature.

Operating range

30RW



30RWA



Notes 30RW

1. Evaporator and condenser $\Delta T = 5\text{ K}$
 2. For 30RW units without hydronic module with an entering condenser water temperature below 20°C a three-way valve is required to allow operation, while maintaining the correct condensing temperature.
 3. For 30RW units equipped with a hydronic module the minimum entering water temperature is -15°C .
 4. Maximum leaving condenser water temperature is 52°C (at full load)
- A Standard unit with without antifreeze solution
 B Standard unit operation with the anti-freeze solution required and control configuration for a leaving water temperature down to 0°C .
 C Standard unit operation with the anti-freeze solution required and control configuration for a leaving water temperature down to -10°C .
 D Operation at high air temperature is based on the drycooler selected.
 E Operation at low air temperature is possible down to -20°C with a drycooler.

Notes 30RWA

1. Evaporator $\Delta T = 5\text{ K}$
 2. Unit operation is limited by the maximum compressor condensing temperature of 64°C .
- A Standard unit operation with the anti-freeze solution required and special control configuration.
 B Operation at high air temperature is based on the condenser selected.
 C Operating range down to 0°C , if the air-cooled condenser is not equipped with a variable-speed head fan.
 D Extended operating range with variable-speed fan.

Water loop volume

Evaporator

Minimum volume

A minimum water volume is required for correct chiller operation. The minimum water loop volume can be calculated in accordance with the following formula:

Volume = CAP(kW) x N* = litres, where CAP is the cooling capacity at nominal operating conditions.

Air conditioning application	N*
30RWA 020-045	3.5
30RWA 060-300	2.5
30RW 110-300	2.5

Industrial process cooling

Certain industrial process applications may require high stability of the leaving water temperature levels. In this case the values above must be increased.

Maximum volume

Units with hydronic module incorporate an expansion tank sized for the maximum water loop volume.

The table below gives the maximum water loop volume (in litres) for pure water or ethylene glycol with various concentrations.

30RW/30RWA	30RWA			30RW/RWA		
	020-045	060-080	090	110-150	160-210	245-300
Pure water	673	1000	1000	2080	2900	4162
10% ethylene glycol	487	730	1525	1525	2135	3053
20% ethylene glycol	358	540	1120	1120	1570	2236
35% ethylene glycol	290	430	910	910	1260	1800

Condenser

Minimum volume

The condenser water loop volume has no impact on the chiller operation.

Note: For heat pump operation (unit control based on the hot-water temperature) the minimum condenser water loop volume must be calculated in accordance with the method used for the evaporator loop, replacing the cooling capacity with the heating capacity.

Maximum volume

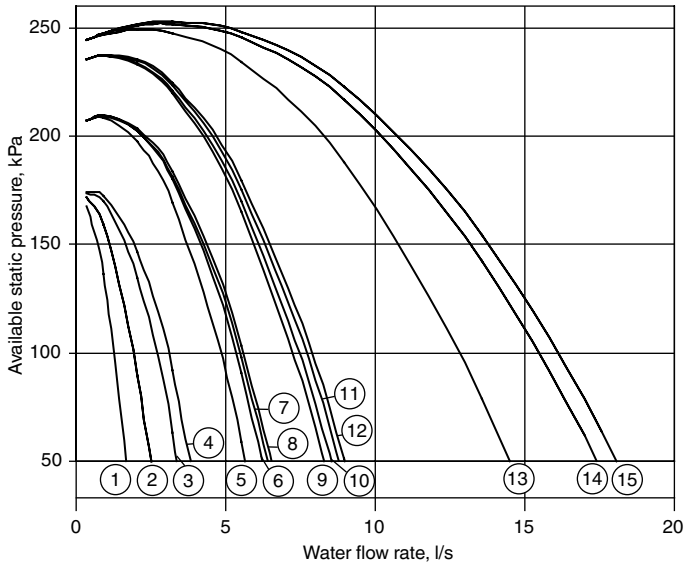
Units with hydronic module incorporate an expansion tank sized for the maximum water loop volume.

The table below gives the maximum water loop volume (in litres) for pure water or ethylene glycol with various concentrations.

30RW	110-150	160-210	245-300
Pure water	2080	2900	4162
10% ethylene glycol	1525	2135	3053
20% ethylene glycol	1120	1570	2236
35% ethylene glycol	910	1260	1800

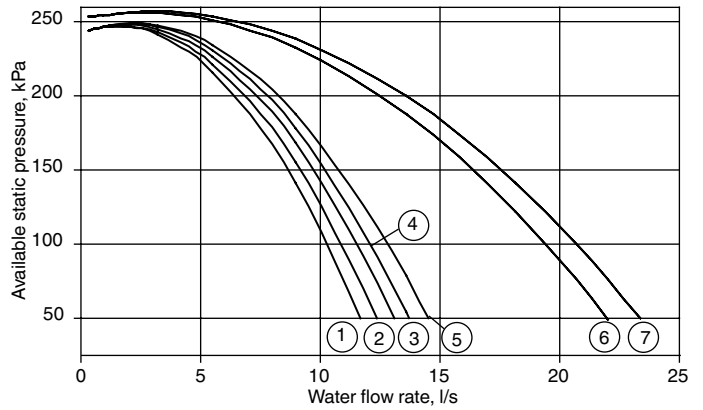
Available static pressure, evaporator side 30RW/30RWA

Single pump



- Legend**
- | | |
|---------------|---------------------|
| 1 RWA 020 | 9 30RW/RWA 110 |
| 2 RWA 025-030 | 10 30RW/RWA 120 |
| 3 RWA 040 | 11 30RW/RWA 135 |
| 4 RWA 045 | 12 30RW/RWA 150 |
| 5 RWA 060 | 13 30RW/RWA 160-185 |
| 6 RWA 070 | 14 30RW/RWA 210-245 |
| 7 RWA 080 | 15 30RW/RWA 275-300 |
| 8 RWA 090 | |

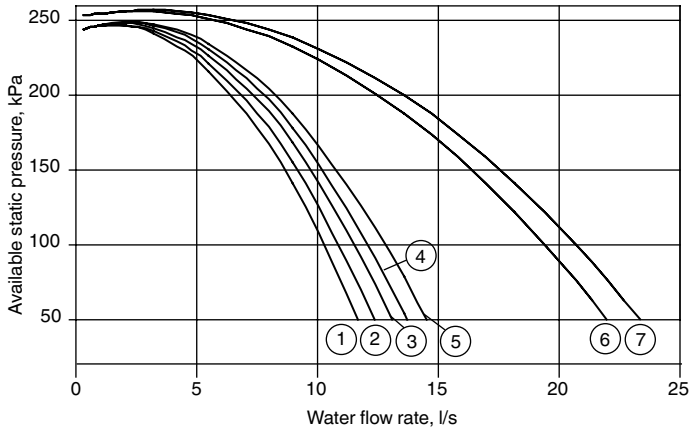
Dual pump



- Legend**
- | | |
|----------------|---------------------|
| 1 RWA 060 | 7 30RW/RWA 135 |
| 2 RWA 070 | 8 30RW/RWA 150 |
| 3 RWA 080 | 9 30RW/RWA 160-185 |
| 4 RWA 090 | 10 30RW/RWA 210-245 |
| 5 30RW/RWA 110 | 11 30RW/RWA 275-300 |
| 6 30RW/RWA 120 | |

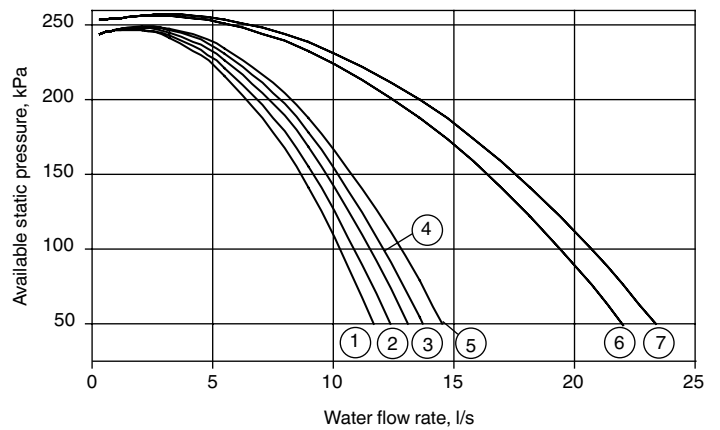
Available static pressure, condenser side 30RW

Single pump



- Legend**
- | |
|----------------|
| 1 30RW 110 |
| 2 30RW 120 |
| 3 30RW 135 |
| 4 30RW 150 |
| 5 30RW 160-185 |
| 6 30RW 210-245 |
| 7 30RW 275-300 |

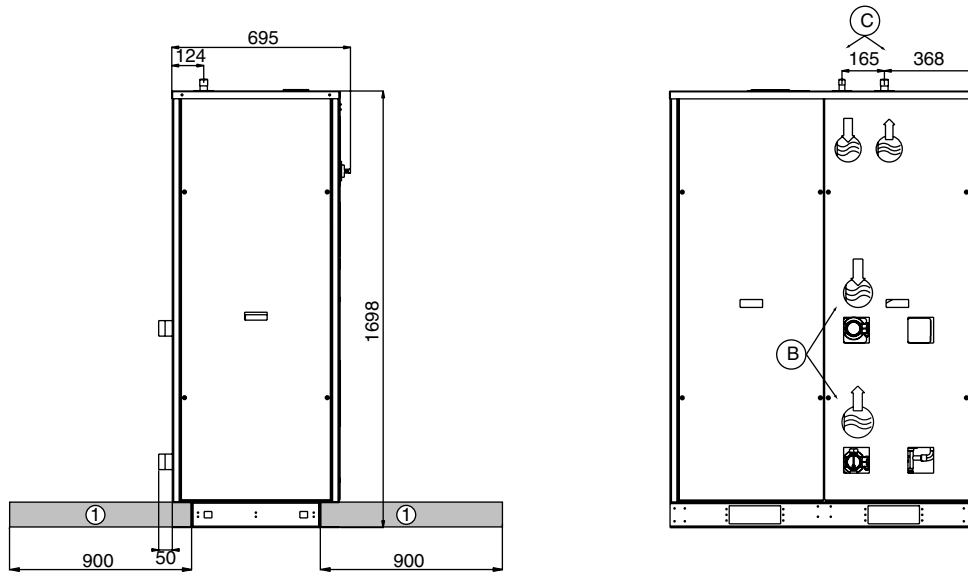
Dual pump



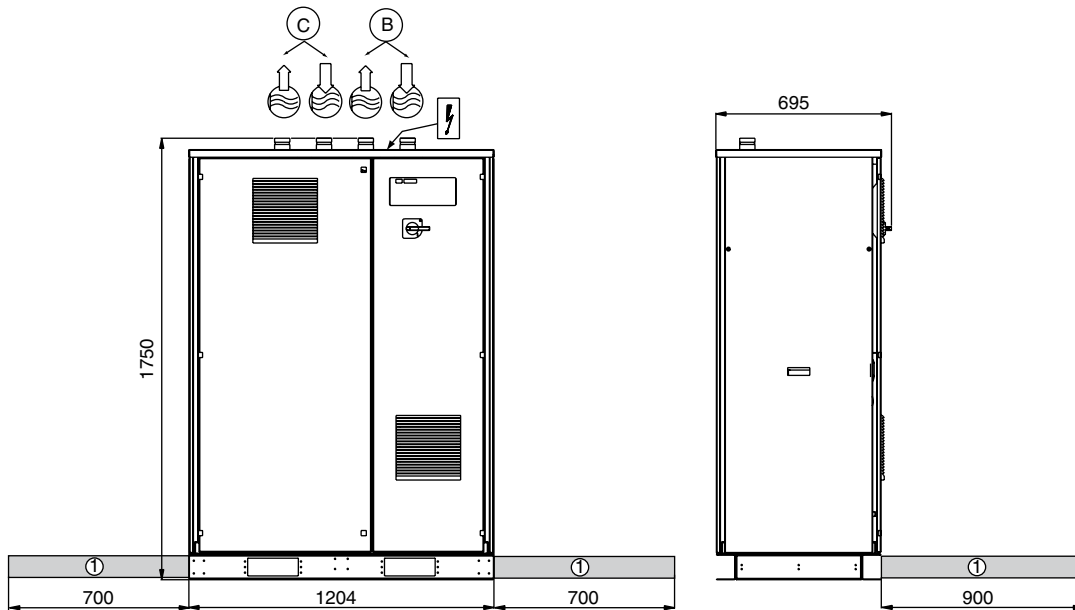
- Legend**
- | |
|----------------|
| 1 30RW 110 |
| 2 30RW 120 |
| 3 30RW 135 |
| 4 30RW 150 |
| 5 30RW 160-185 |
| 6 30RW 210-245 |
| 7 30RW 275-300 |

Dimensions/clearances

30RWA 020-045 - unit without hydronic module (standard)









30RWA 020-045 - unit with hydronic module (option) and/or unit with option 116E (Victaulic water connection at the top)



Legend

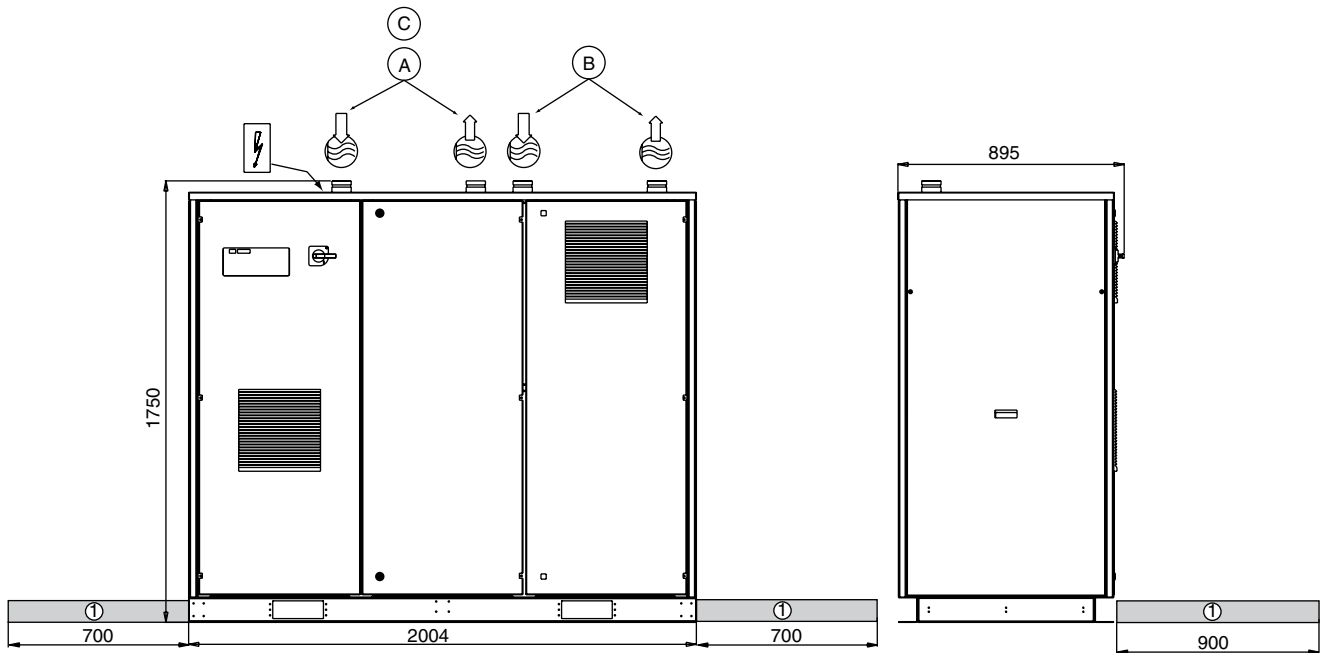
All dimensions are given in mm.

-  Water inlet
-  Water outlet
-  B Evaporator
-  C Refrigerant inlet/outlet (30RWA units only)
-  1 Required clearances for maintenance
-  Power supply

NOTE: Drawings are not contractually binding. Before designing an installation, consult the certified dimensional drawings, available on request.





Dimensions/clearances

30RW 110-150/30RWA 060-150 - unit with or without hydronic module



Legend

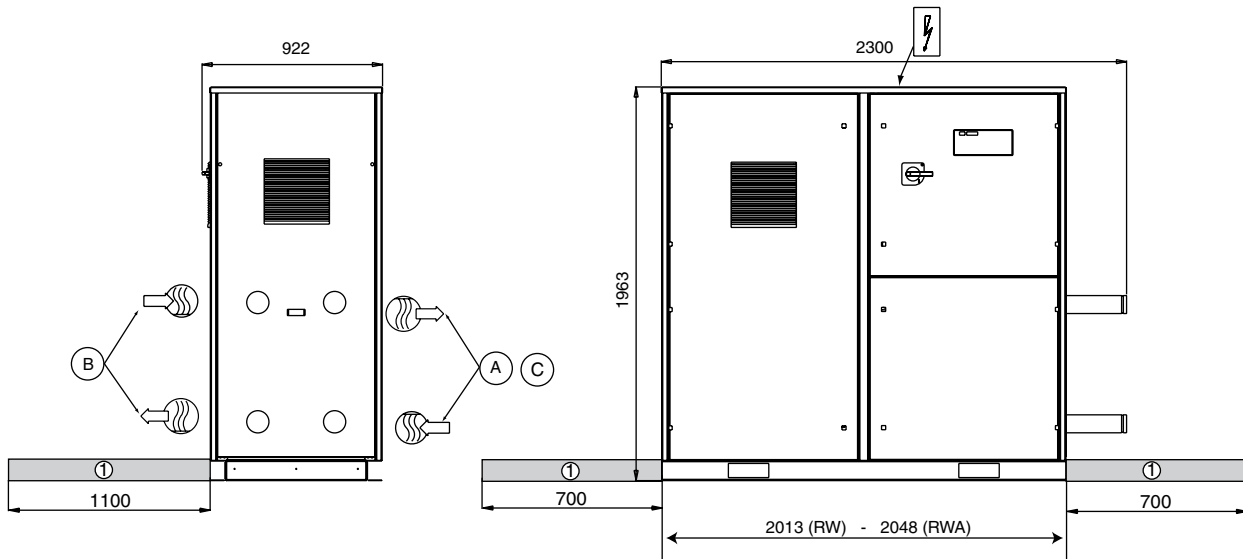
All dimensions are given in mm.

-  Water inlet
-  Water outlet
- A Condenser (water inlet/outlet for 30RW unit)
- B Evaporator
- C Refrigerant inlet/outlet (30RWA units only)
-  Required clearances for maintenance
-  Power supply

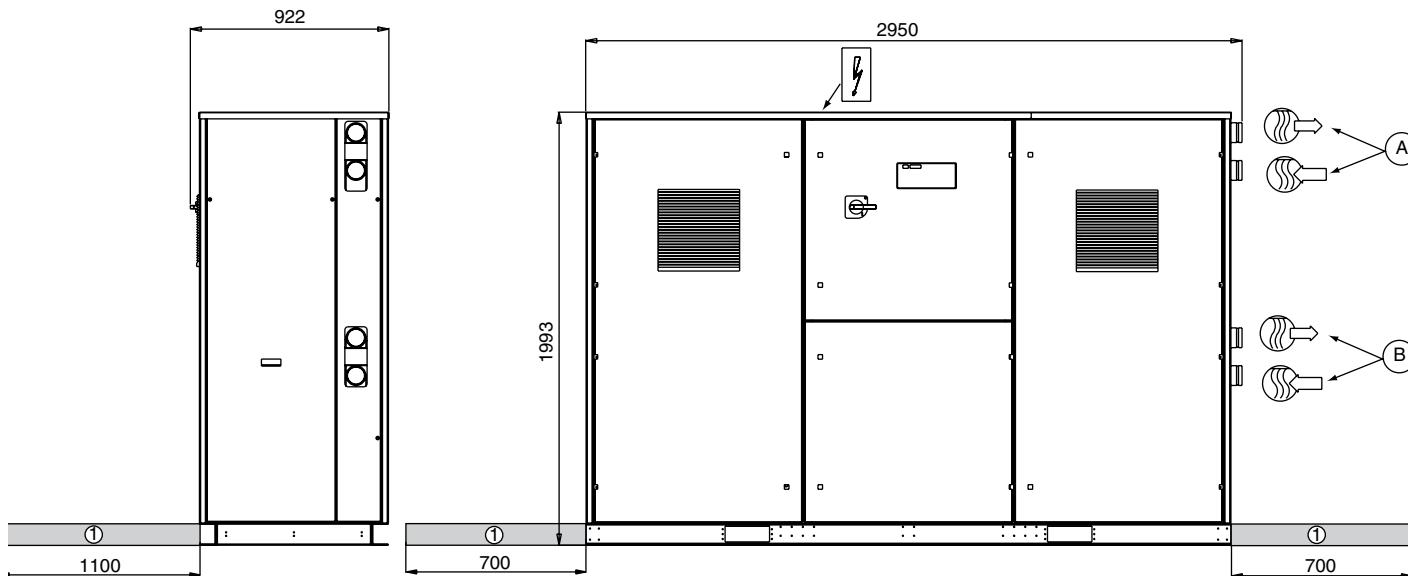
NOTE: Drawings are not contractually binding. Before designing an installation, consult the certified dimensional drawings, available on request.

Dimensions/clearances

30RW/30RWA 160-300 - unit without hydronic module (standard)







30RW/30RWA 160-300 - unit with hydronic module (option)



Legend

All dimensions are given in mm.

-  Water inlet
-  Water outlet
- A Condenser (water inlet/outlet for 30RW unit)
- B Evaporator
- C Refrigerant inlet/outlet (30RWA units only)
-  Required clearances for maintenance
-  Power supply

NOTE: Drawings are not contractually binding. Before designing an installation, consult the certified dimensional drawings, available on request.

Cooling capacities in accordance with EN14511-3 : 2011



30RW units

	LWT °C	Condenser entering air temperature, °C																			
		30				35				40				45				50			
		Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa
110	5	108	4.46	5.17	27	102	3.81	4.91	24	96	3.22	4.62	22	90	2.72	4.32	19	83	2.25	4.00	16
120		123	4.21	5.89	29	116	3.68	5.58	26	110	3.15	5.26	23	103	2.66	4.92	21	95	2.20	4.57	18
135		139	4.41	6.66	29	132	3.77	6.34	26	125	3.22	6.00	23	117	2.71	5.62	21	109	2.28	5.22	18
150		148	4.31	7.11	26	142	3.72	6.79	24	134	3.15	6.43	22	126	2.67	6.04	19	117	2.25	5.61	17
160		161	4.94	7.74	27	154	4.23	7.37	24	146	3.60	6.98	22	137	3.01	6.57	20	128	2.51	6.14	17
185		183	4.67	8.75	30	174	3.99	8.32	27	164	3.37	7.85	24	153	2.83	7.33	21	141	2.31	6.78	19
210		215	4.76	10.30	21	205	4.10	9.80	19	193	3.45	9.26	17	182	2.94	8.69	15	169	2.45	8.09	13
245		246	4.64	11.80	27	234	4.03	11.20	24	221	3.45	10.60	22	208	2.93	9.96	20	194	2.46	9.29	17
275		282	4.78	13.50	23	269	4.08	12.90	21	255	3.49	12.20	19	240	2.96	11.50	17	224	2.49	10.70	14
300		307	4.72	14.70	27	295	4.10	14.10	25	280	3.46	13.40	22	264	2.93	12.70	20	247	2.47	11.80	17
110	7	116	4.73	5.54	31	110	4.06	5.26	28	103	3.43	4.96	25	97	2.90	4.64	22	90	2.42	4.30	19
120		132	4.46	6.32	33	125	3.92	5.99	30	118	3.35	5.64	27	110	2.81	5.28	24	102	2.34	4.91	21
135		149	4.67	7.13	33	142	4.01	6.79	30	134	3.42	6.43	27	126	2.90	6.03	24	117	2.42	5.60	20
150		159	4.58	7.61	30	152	3.93	7.27	27	144	3.35	6.89	25	135	2.83	6.47	22	126	2.38	6.02	19
160		173	5.26	8.29	30	165	4.51	7.90	28	156	3.81	7.49	25	147	3.22	7.05	22	138	2.71	6.59	20
185		195	4.95	9.37	34	186	4.24	8.91	31	176	3.60	8.41	28	164	2.98	7.87	24	152	2.49	7.28	21
210		230	5.04	11.00	24	219	4.38	10.50	22	208	3.71	9.94	19	195	3.15	9.33	17	181	2.59	8.69	15
245		264	4.98	12.60	30	251	4.25	12.00	28	237	3.65	11.40	25	223	3.10	10.70	22	208	2.60	9.99	20
275		302	5.03	14.50	26	288	4.36	13.80	24	274	3.70	13.10	21	258	3.15	12.30	19	241	2.65	11.50	17
300		329	5.06	15.70	30	315	4.32	15.10	28	300	3.70	14.40	26	283	3.11	13.60	23	264	2.61	12.70	20
110	10	128	5.14	6.13	37	121	4.40	5.82	34	115	3.78	5.50	30	107	3.17	5.15	27	100	2.65	4.77	23
120		143	4.75	6.84	38	135	4.17	6.49	35	128	3.58	6.12	31	120	3.02	5.74	28	111	2.52	5.34	24
135		164	5.05	7.89	40	157	4.36	7.52	36	148	3.71	7.11	32	139	3.14	6.68	29	130	2.65	6.22	25
150		175	4.94	8.40	36	168	4.26	8.03	33	159	3.64	7.62	30	149	3.07	7.16	27	139	2.57	6.67	23
160		191	5.72	9.18	37	183	4.93	8.75	33	173	4.19	8.30	30	163	3.54	7.82	27	153	2.94	7.32	24
185		216	5.41	10.40	40	206	4.64	9.86	37	194	3.93	9.32	33	182	3.31	8.72	30	169	2.73	8.08	26
210		255	5.52	12.20	29	243	4.76	11.60	26	230	4.04	11.00	24	216	3.43	10.40	21	202	2.89	9.65	18
245		292	5.41	14.00	37	278	4.63	13.30	34	263	3.98	12.60	30	248	3.40	11.90	27	232	2.86	11.10	24
275		334	5.48	16.00	31	319	4.76	15.30	29	303	4.04	14.50	26	285	3.43	13.70	23	267	2.90	12.80	20
300		363	5.42	17.40	37	348	4.64	16.70	34	331	3.99	15.90	31	313	3.40	15.00	28	293	2.87	14.00	24

Legend

LWT Leaving water temperature, °C
 Qc Cooling capacity, kW
 EER Energy efficiency ratio, kW/kW
 q Evaporator water flow rate, l/s
 Δp Evaporator pressure drop, kPa

Application data

Standard units, refrigerant: R-407C
 Evaporator and condenser entering/leaving water temperature difference: 5 K
 Evaporator and condenser fluid: chilled water
 Fouling factor: 0.18×10^{-4} (m² K)/W

Performances in accordance with EN14511-3:2011.

Cooling capacities

30RW units

		Condenser entering air temperature, °C																			
		30				35				40				45				50			
		Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa	Qc kW	EER kW/ kW	q l/s	Δp kPa
110	5	108	4.66	5.17	27	103	3.98	4.91	24	97	3.36	4.62	22	90	2.79	4.32	19	84	2.32	4.00	16
120		123	4.38	5.89	29	117	3.85	5.58	26	110	3.24	5.26	23	103	2.72	4.92	21	96	2.27	4.57	18
135		139	4.59	6.66	29	133	3.93	6.34	26	125	3.32	6.00	23	118	2.80	5.62	21	109	2.32	5.22	18
150		149	4.52	7.11	26	142	3.83	6.79	24	135	3.26	6.43	22	126	2.73	6.04	19	117	2.29	5.61	17
160		162	5.16	7.74	27	154	4.38	7.37	24	146	3.70	6.98	22	138	3.10	6.57	20	129	2.58	6.14	17
185		183	4.85	8.75	30	174	4.12	8.32	27	164	3.47	7.85	24	153	2.89	7.33	21	142	2.37	6.78	19
210		215	4.90	10.30	21	205	4.19	9.80	19	194	3.59	9.26	17	182	2.98	8.69	15	169	2.49	8.09	13
245		247	4.84	11.80	27	235	4.12	11.20	24	222	3.52	10.60	22	208	2.97	9.96	20	194	2.49	9.29	17
275		283	4.96	13.50	23	270	4.22	12.90	21	256	3.56	12.20	19	241	3.01	11.50	17	225	2.53	10.70	14
300		308	4.89	14.70	27	295	4.21	14.10	25	281	3.56	13.40	22	265	3.01	12.70	20	247	2.52	11.80	17
110	7	116	4.96	5.54	31	110	4.23	5.26	28	104	3.57	4.96	25	97	2.98	4.64	22	90	2.47	4.30	19
120		132	4.66	6.32	33	125	4.07	5.99	30	118	3.46	5.64	27	111	2.91	5.28	24	103	2.42	4.91	21
135		149	4.89	7.13	33	142	4.16	6.79	30	134	3.53	6.43	27	126	2.97	6.03	24	117	2.47	5.60	20
150		159	4.77	7.61	30	152	4.06	7.27	27	144	3.44	6.89	25	135	2.90	6.47	22	126	2.42	6.02	19
160		174	5.52	8.29	30	165	4.67	7.90	28	157	3.96	7.49	25	148	3.32	7.05	22	138	2.76	6.59	20
185		196	5.19	9.37	34	187	4.42	8.91	31	176	3.71	8.41	28	165	3.11	7.87	24	152	2.53	7.28	21
210		231	5.24	11.00	24	220	4.48	10.50	22	208	3.78	9.94	19	195	3.20	9.33	17	182	2.64	8.69	15
245		264	5.18	12.60	30	252	4.42	12.00	28	238	3.78	11.40	25	224	3.15	10.70	22	209	2.65	9.99	20
275		303	5.22	14.50	26	289	4.45	13.80	24	274	3.81	13.10	21	258	3.23	12.30	19	241	2.68	11.50	17
300		329	5.22	15.70	30	316	4.45	15.10	28	301	3.81	14.40	26	284	3.19	13.60	23	265	2.68	12.70	20
110	10	128	5.45	6.13	37	122	4.66	5.82	34	115	3.92	5.50	30	108	3.29	5.15	27	100	2.72	4.77	23
120		143	5.00	6.84	38	136	4.39	6.49	35	128	3.71	6.12	31	120	3.12	5.74	28	112	2.60	5.34	24
135		165	5.36	7.89	40	157	4.55	7.52	36	149	3.87	7.11	32	140	3.26	6.68	29	130	2.72	6.22	25
150		176	5.22	8.40	36	168	4.44	8.03	33	159	3.76	7.62	30	150	3.18	7.16	27	140	2.64	6.67	23
160		192	6.06	9.18	37	183	5.15	8.75	33	174	4.37	8.30	30	164	3.67	7.82	27	153	3.06	7.32	24
185		217	5.73	10.40	40	206	4.85	9.86	37	195	4.09	9.32	33	183	3.39	8.72	30	169	2.82	8.08	26
210		256	5.77	12.20	29	244	4.93	11.60	26	231	4.20	11.00	24	217	3.50	10.40	21	202	2.93	9.65	18
245		293	5.63	14.00	37	279	4.81	13.30	34	264	4.13	12.60	30	249	3.51	11.90	27	232	2.90	11.10	24
275		334	5.76	16.00	31	320	4.92	15.30	29	304	4.16	14.50	26	286	3.53	13.70	23	267	2.93	12.80	20
300		364	5.69	17.40	37	349	4.85	16.70	34	332	4.15	15.90	31	314	3.49	15.00	28	293	2.93	14.00	24

Legend

LWT Leaving water temperature, °C
 Qc Cooling capacity, kW
 EER Energy efficiency ratio, kW/kW
 q Evaporator water flow rate, l/s
 Δp Evaporator pressure drop, kPa

Application data

Standard units, refrigerant: R-407C
 Evaporator and condenser entering/leaving water temperature difference: 5 K
 Evaporator and condenser fluid: chilled water
 Fouling factor: 0.18×10^{-4} (m² K)/W

Gross performances, not in accordance with EN14511-3:2011. These performances do not take into account the correction for the proportional heating capacity and power input generated by the water pump to overcome the internal pressure drop in the heat exchanger.

Guide specifications

Liquid chillers
Nominal cooling capacity range: 20 to 315 kW
Carrier model:
30RW water-cooled
30RWA condenserless

Part 1 - General

System description

- Water-cooled (30RW) or condenserless (30RWA) liquid chiller for indoor installation, equipped with scroll compressors, auto-adaptive microprocessor control and operating with HFC-407C refrigerant that has no effect on the ozone layer.

Quality assurance

- 30RW units comply with requirements of European directives:
 - machinery directive 98/37/CE, modified,
 - low voltage directive 73/23/EEC, modified,
 - electromagnetic compatibility directive 89/336/EEC, modified and with the applicable recommendations of European standards:
 - machine safety, electrical equipment in machines, general regulations: EN 60204-1,
 - radiated electromagnetic emissions: EN 50081-1,
 - conducted electromagnetic emissions: EN 50081-2,
 - electromagnetic immunity EN 50082-2. 30RW and 30RWA units have been designed and tested in a facility with a quality assurance system certified ISO 9001.
 - 30RW and 30RWA units have been assembled in a facility with an environment management system certified ISO 14001. All units undergo a run test before shipment (electrical test only for 30RWA units).

Part 2 - Product equipment

Compressors

- Hermetic scroll compressor with only three moving parts, 2-pole electric motor, cooled by suction gas. Overload protection through an internal thermostat. Polyolester synthetic oil charge, and oil level sight glass.

Evaporator

- Stainless steel plate heat exchanger with welded copper connections. From size 30RW 160 upwards the evaporator has two interlaced independent refrigerant circuits. Closed-cell thermal foam insulation.

Condenser (30RW only)

- Stainless steel plate heat exchanger with welded copper connections. From size 30RW 160 upwards the condenser has two interlaced independent refrigerant circuits.

Refrigerant circuit

- Each circuit includes: one or two compressors, liquid line valve, moisture sight glass, filter drier, thermostatic expansion device, high and low pressure transducers, manually reset high pressure switch, high and low-pressure safety valve (except sizes 30RW 020-045) and HFC-407C refrigerant charge. The main components of the refrigerant circuit are welded.

Note: On 30RWA units the refrigerant circuit also includes a check valve on the discharge piping, a solenoid valve on the liquid piping, refrigerant piping and a nitrogen holding charge.

Control and power circuit control box

- The control box is accessible via a hinged door. It includes a main disconnect switch, fuses and circuit breakers, compressor and evaporator water pump contactors, thermal relays, low-voltage control circuit transformer (24 V control circuit) and the Pro-Dialog control system. The whole unit is supplied via a single power connection point (three-phase supply without neutral).
- Extraction fans protecting the electrical components against overheating.

Chassis/cabinet

- Chassis and cabinet made of galvanised sheet steel. Painted in oven-baked polyester powder paint in light grey colour (RAL 7035). Removable side and rear panels. Front access via hinged doors.

Evaporator hydronic module

- Integrated hydronic module, including: removable screen filter, expansion tank, single monocell centrifugal water pump (dual water pump optional from sizes 30RW 110 upwards) - three-phase motor with internal thermal protection, water flow switch, safety valve set to 4 bar, flow control valve, pressure gauge and purge valves. Internal piping made of galvanised steel. Thermal piping and water pump insulation to prevent condensation. Victaulic water connections at the top (30RW 110-150) or on the right-hand side (30RW 160-300) with welded connection sleeve.

Note: Units without hydronic module (standard): water flow switch installed as standard and water piping protected against condensation.

Condenser hydronic module

- Integrated hydronic module, including: removable screen filter, expansion tank, single monocell centrifugal water pump (dual water pump optional from sizes 30RW 110 upwards) - three-phase motor with integrated frequency converter, safety valve set to 4 bar, pressure gauge and purge valves. Internal piping made of galvanised steel with thermal insulation. Victaulic water connections at the top (30RW 110-150) or on the right-hand side (30RW 160-300) with welded connection sleeve.

Carrier Pro-Dialog Plus control system

Pro-Dialog Plus ensures the following functions:

Control

- Entering or leaving chilled or hot water (heat pump option) temperature control by PID loop with compressor run time and start-up equalising. The system permanently adjusts the system inertia and ensures complete protection against excessive compressor cycling.
- Head pressure control by auto-adaptive algorithm:
 - Control of the frequency converter, integrated into the condenser water pump
 - Activating a maximum of 8 fan stages with operating time equalising or fan speed control (with Carrier glycol cooler or air-cooled condenser)
 - Fan rotation speed control (with Carrier air-cooled condenser)
- Evaporator and condenser water pump control (optional dual pump with automatic change-over in case of a fault from size 30RW 110 upwards).
- Control at the second setpoint (example: unoccupied room).
- Leaving water temperature reset, based on the air temperature (with Carrier glycol cooler or air-cooled condenser) or the difference between entering/leaving water temperature.

Safety

- The system checks the evolution of the parameters (temperatures, pressures etc.), and responds to maintain the compressor within the operating range. If despite this one parameter exceeds its limit, an alert message is generated or the unit is shut down. The following faults cause the refrigerant circuit or the unit to be shut down:
 - Low suction pressure
 - High discharge pressure
 - Low suction temperature
 - Compressor, water pump overload
 - Reverse compressor rotation
 - Temperature sensor and pressure transducer fault
 - Board and loss of communication fault
 - Customer safety device tripping
 - Water heat exchanger anti-freeze protection
 - More than 50 alert or fault codes to facilitate fault detection.

Operator interface

Includes status or fault LEDs, two numerical displays, a refrigerant system synoptic diagram and a command keyboard.

- Immediate display of parameters: entering/leaving chilled water temperature, compressor suction/discharge pressures and temperatures, setpoint, run times and number of compressor start-ups.
- Diagnosis and complete parameter set by selection of one of the following ten menus: information, temperatures, pressures, setpoints, input values, test, configuration, alarms, alarm history and run times.

Remote chiller management

- Volt-free contact inputs permit:
 - Start/stop control
 - Selection of cooling or heat reclaim mode (override mode at high condensing temperature)
 - Integration of a customer safety device
 - Operation at the second setpoint* (example: room unoccupied)
 - Maximum demand limit* (three limit levels from size 30RW 160 upwards)

* One or the other for 30RWA 110-160

- Outputs are available for:
 - Start-up of a boiler
 - Signalling of a general fault condition for each circuit.

Note: For units without hydronic module (standard) a 0-10 V output is available to control a three-way valve or a variable-speed condenser water pump.

- The optional CCN Clock Board permits:
 - Control in master/slave configuration of two chillers operating in parallel
 - Programming of operating time schedules (up to 8 periods per week)
 - Programming of operating time schedules for the second setpoint (up to 8 periods per week)
 - Definition of an operating time period with a reduced number of fans (for example during the night)
 - Definition of an operating time period with demand limitation
 - Integration of the chiller into a building monitoring system (BMS): serial port RS 485.



Order No. 13430-20, **10.2012**. Supersedes: 13430-20, **03.2009**.
Manufacturer reserves the right to change any product specifications without notice.
The cover photo is solely for illustration purposes, and is not contractually binding.

Manufactured by Carrier SCS, Montluel, France.
Printed in the **European Union**.

Bijlage 7. Technische gegevens Remeha Quinta Pro 115

Quinta Pro			45	65	90	115
Zekeringen	hoofd PCU	A	6,3 2,0	6,3 2,0	6,3 2,0	6,3 2,0
(1) Spatwaterdicht; de ketel mag onder bepaalde voorwaarden in vochtige ruimtes, zoals badkamers, worden geplaatst.						

Tab.7 Gegevens overige

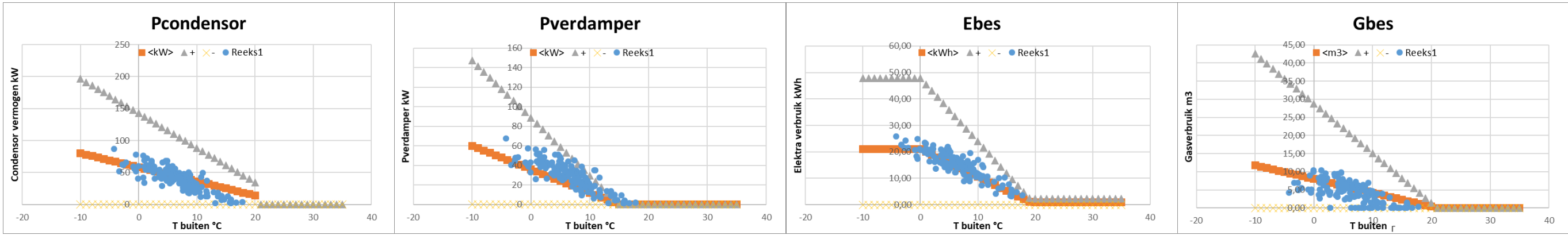
Quinta Pro			45	65	90	115
Totaal gewicht (leeg)		kg	53	60	67	68
Totaal gewicht (met pomp)		kg	55	62	-	-
Minimale montagegewicht ⁽¹⁾		kg	49	56	65	65
Gemiddelde geluidsniveau op een afstand van 1 meter van de ketel		dB(A)	45	45	52	51
(1) Zonder frontmantel.						

Tab.8 Technische parameters

Quinta Pro			45	65	90	115
Ketel met rookgascondensor			Ja	Ja	Ja	Ja
Lagetemperatuurketel ⁽¹⁾			Nee	Nee	Nee	Nee
B1-ketel			Nee	Nee	Nee	Nee
Ruimteverwarmingstoestel met warmtekrachtkoppeling			Nee	Nee	Nee	Nee
Combinatieverwarmingstoestel			Nee	Nee	Nee	Nee
Nominale warmteafgifte	P_{rated}	kW	41	62	84	104
Nuttige warmteafgifte bij nominale warmteafgifte en werking op hoge temperatuur ⁽²⁾	P_4	kW	40,8	61,5	84,2	103,9
Nuttige warmteafgifte bij 30% van de nominale warmteafgifte en werking op lage temperatuur ⁽¹⁾	P_1	kW	13,7	20,5	27,9	34,7
Seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming	η_s	%	94	94	-	-
Nuttig rendement bij nominale warmteafgifte en werking op hoge temperatuur ⁽²⁾	η_4	%	89,3	89,4	88,2	87,5
Nuttig rendement bij 30% van de nominale warmteafgifte en werking op lage temperatuur ⁽¹⁾	η_1	%	99,6	99,5	97,4	97,3
Supplementair elektriciteitsverbruik						
Vollast	el_{max}	kW	0,068	0,088	0,125	0,199
Deellast	el_{min}	kW	0,018	0,023	0,020	0,045
Stand-by-stand	P_{SB}	kW	0,005	0,006	0,004	0,007
Andere kenmerken						
Warmteverlies in stand-by	P_{stby}	kW	0,101	0,110	0,123	0,123
Energieverbruik van ontstekingsbrander	P_{ign}	kW	-	-	-	-
Jaarlijks energieverbruik	Q_{HE}	GJ	124	187	-	-
Geluidsvermogensniveau, binnen	L_{WA}	dB	53	53	60	59

Bijlage 8. Verwachte waarde als functie van de buitentemperatuur





% afwijking	0,75	0,63	0,45	0,28	0,57	0,77	0,39	0,51	1,79	1,54	0,68	1,77	0,58	0,68	1,53	0,79	1,46	1,46	1,28	2,61	1,84
	STOOKLIJN CV				STOOKLIJN GKW				Bron Koude				Bron warmte				Condensator	Verdamper	Everbruik	Gverbruik	COP
Buitemtemp °C	Vermogen <kW>	Taanvoer <°C>	Tretour CV <°C>	Qv CV <m3/h>	Vermogen <kW>	Taanvoer <°C>	Tretour GK <°C>	Qv GK <m3/h>	Vermogen <kW>	T injectie <°C>	T ontkin <°C>	Qv <m3/h>	Vermogen <kW>	T injectie <°C>	T ontkin <°C>	Qv <m3/h>	Vermogen <kW>	Vermogen <kW>	Everbruik <kWh>	kWh <m3>	- <COP>
-10	110	45	32	10	20	16	19	2,5	85	10	10	15	25	16	14	3	80	60	21	11,78	3,2
-9	106,333	44,5	31,8333	9,667	20	16	19	2,733	82,2	10	10	14,5	25	16	14	3	77,8	57,6	21	11,4	3,2
-8	102,666	44	31,6666	9,334	20	16	19	2,966	79,4	10	10	14	25	16	14	3	75,6	55,2	21	11,02	3,2
-7	98,999	43,5	31,4999	9,001	20	16	19	3,199	76,6	10	10	13,5	25	16	14	3	73,4	52,8	21	10,64	3,2
-6	95,332	43	31,3332	8,668	20	16	19	3,432	73,8	10	10	13	25	16	14	3	71,2	50,4	21	10,26	3,2
-5	91,665	42,5	31,1665	8,335	20	16	19	3,665	71	10	10	12,5	25	16	14	3	69	48	21	9,88	3,2
-4	87,998	42	30,9998	8,002	20	16	19	3,898	68,2	10	9,8	12	25	16,5	14	3	66,8	45,6	21	9,5	3,2
-3	84,331	41,5	30,8331	7,669	20	16	19	4,131	65,4	10	9,8	11,5	25	16,5	14	3	64,6	43,2	21	9,12	3,2
-2	80,664	41	30,6664	7,336	20	16	19	4,364	62,6	10	9,8	11	25	16,5	14	3	62,4	40,8	21	8,74	3,2
-1	76,997	40,5	30,4997	7,003	20	16	19	4,597	59,8	10	9,8	10,5	25	16,5	14	3	60,2	38,4	21	8,36	3,2
0	73,33	40	30,333	6,67	20	16	19	4,83	57	10	9,5	10	25	16,5	14	3	58	36	21	7,98	3,2
1	69,663	39,5	30,1663	6,337	20	16	19	5,063	54,2	10	9,5	9,5	25	16,8	14	3	55,8	33,6	19,95	7,6	2,5
2	65,996	39	29,9996	6,004	20	16	19	5,296	51,4	10	9,8	9	25	16,8	14,3	3	53,6	31,2	18,9	7,22	2,5
3	62,329	38,5	29,8329	5,671	20	16	19	5,529	48,6	10	9,8	8,5	25	16,8	14,3	3	51,4	28,8	17,85	6,84	2,5
4	58,662	38	29,6662	5,338	20	16	19	5,762	45,8	10	9,8	8	25	17	14,3	3	49,2	26,4	16,8	6,46	2,5
5	54,995	37,5	29,4995	5,005	20	16	19	5,995	43	10	10	7,5	25	17	14,5	3	47	24	15,75	6,08	2,5
6	51,328	37	29,3328	4,672	20	15,99988	19	6,228	40,2	10	10	7	25	17	14,5	3	44,8	21,6	14,7	5,7	2,5
7	47,661	36,5	29,1661	4,339	20	15,99751	19	6,461	37,4	10	10,5	6,5	25	17	14,7	3	42,6	19,2	13,65	5,32	2,5
8	43,994	36	28,9994	4,006	20	15,97444	19	6,694	34,6	10	10,5	6	25	17	14,7	3	40,4	16,8	12,6	4,94	2,5
9	40,327	35,5	28,8327	3,673	20	15,90976	18,5	6,927	31,8	10	10,5	5,5	25	17	14,7	3	38,2	14,4	11,55	4,56	2,5
10	36,66	35	28,666	3,34	20	16	18	7,16	29	10	10,5	5	25	17	14,7	3	36	12	10,5	4,18	2,5
11	32,993	34,5	28,4993	3,007	20	15,5	18	7,393	26,2	10	10,8	4,5	25	17	14,7	3	33,8	9,6	9,45	3,8	2,1875
12	29,326	34	28,3326	2,674	20	15	18	7,626	23,4	10,5	11	4	25	17	14,7	3,3	31,6	7,2	8,4	3,42	1,875
13	25,659	33,5	28,1659	2,341	20	14,5	18	7,859	20,6	10,5	11	3,5	25	17	15	4,1	29,4	4,8	7,35	3,04	1,5625
14	21,992	33	27,9992	2,008	20	14	18	8,092	17,8	10,5	11	3	25,04	17	16	5,05	27,2	2,4	6,3	2,66	1,25
15	18,325	32,5	27,8325	1,675	20	13,5	18	8,325	15	10,5	10,8	2,5	34,8	17	16	6	25	0	5,25	2,28	0,9375
16	14,658	32	27,6658	1,342	26	13	18	8,558	12,2	10,5	10,5	2	44,56	17	16	6,95	22,8	0	4,2	1,9	0,625
17	10,991	31,5	27,4991	1,009	32	12,5	18	8,791	9,4	10,5	10,5	1,5	54,32	17,3	16	7,9	20,6	0	3,15	1,52	0,3125
18	7,324	31	27,3324	0,676	38	12	18	9,024	6,6	10,5	10,5	1	64,08	17,3	17	8,85	18,4	0	2,1	1,14	0
19	3,657	30,5	27,1657	0,343	44	11,5	18	9,257	3,8	10,5	10,3	0,5	73,84	17,5	17	9,8	16,2	0	1,05	0,76	0
20	0	30	26,999	0,01	50	11	18	9,49	1	10,5	10,3	0	83,6	17,5	17	10,75	14	0	1	0,38	0
21	0	20	20	0	56	11	19	9,723		10,5	10		93,36	17,8	17	11,7		0	1	0	0
22	0	20	20	0	62	11	19	9,956		10,5	10		103,12	17,8	17	12,65		0	1	0	0
23	0	20	20	0	68	11	19	10,189		10,5	10		112,88	17,8	17	13,6		0	1	0	0
24	0	20	20	0	74	11	19	10,422			10		122,64	17,8		14,55		0	1	0	0
25	0	20	20	0	80	11	18,98625	10,655			10		132,4	18		15,5		0	1	0	0
26	0	20	20	0	86	11	19,03947	10,888			10		142,16	18		16,45		0	1	0	0
27	0	20	20	0	92	11	20	11,121			10		151,92	18		17,4		0	1	0	0
28	0	20	20	0	98	11	20	11,354			10		161,68	18		18,35		0	1	0	0
29	0	20	20	0	104	11	20	11,587			10		171,44	18		19,3		0	1	0	0
30	0	20	20	0	110	11	20	11,82			10		181,2	19		20,25		0	1	0	0
31	0	20	20	0	110	11	20	12,053			10		190,96	19		21,2		0	1	0	0
32	0	20	20	0	110	11	20	12,286			10		200,72	19		22,15		0	1	0	0
33	0	20	20	0	110	11	20	12,519			10		210,48	19		23,1		0	1	0	0
34	0	20	20	0	110	11	20	12,752			10		220,24	19		24,05		0	1	0	0
35	0	20	20	0	110	11	20	12,985			10		230	19		25		0	1	0	0

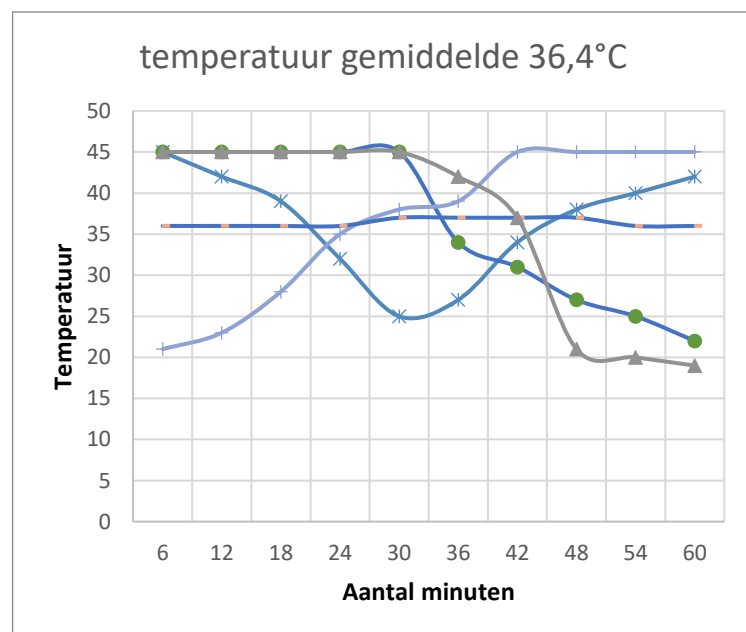
Bijlage 9. Meetnauwkeurigheid

Deze bijlage zal gaan over de meetnauwkeurigheid CUSUM analyse die wordt uitgevoerd tijdens het monitoren van bodem energiesystemen.

Er wordt voor het monitoren van de data een CUSUM-analyse gebruikt (cumulatieve opsomming). Dit houdt in dat er meerdere data punten bij elkaar worden gevoegd om zo de trend te vertonen waar het systeem op dat moment zich in bevindt. Bij een CUSUM-analyse is de richtingscoëfficiënt een belangrijke parameter om in de gaten te houden. Hoe hoger deze is (steilere lijn) hoe agressiever er wordt bij geregeld. Dit is voor de energiecentrale niet wenselijk, omdat hierdoor de energieprestatie van de warmtepomp niet optimaal worden benut. Dit zou wel gebeuren als het systeem langzamer op opkomende trend kan reageren, waardoor de PID's niet veel hoeven bij te regelen en/of de bijstook ketels niet aan hoeven.

De data die wordt aangeleverd door het GBS is in de huidige situatie per uur. Het GBS logt echter wel met een tijdreeks van 6 minuten. Het uur wordt dus verdeelt in 10 stukken welke worden opgeteld of uitgemiddeld om uiteindelijk te worden weergegeven via Monavisa. Het is voor dit systeem niet mogelijk om de kleine tijdreeks te achterhalen, omdat dit systeem zo niet is ingeregeld (Tijsma, 2018).

Bij het middelen van de data van 10x 6 minuten naar 1x een uur bestaat er een kans dat er een trend niet goed wordt gelogd. Als er in de laatste 6 minuten een warmte vraag is zal de warmte pomp aangaan en elektra gebruiken. Dit zal een temperatuursverandering te weer brengen dat mogelijk niet goed wordt gelogd als deze pas in de laatste delen van het uur wordt aangezet. Hierdoor zal de geproduceerde energie uitgemiddeld worden over het gehele uur. Voor de volumestroom is het uitmiddelen niet van toepassing, omdat deze cumulatief wordt opgeteld en hierdoor juist een betere trend weer geeft.



Figuur 9-1: verschillende trend bij een gelijke gemiddelde temperatuur

Voor extra toelichting over het uitmiddelen van de temperatuur is Figuur 9-1 toegevoegd. Hier zijn verschillende trends/temperatuur verlopen weergegeven, maar over het uur gezien hebben ze allemaal de zelfde gemiddelde temperatuur. Dit geeft een voorbeeld van welke marge er kan zitten bij de gelogde data.

tijdreeks [min]	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
temperatuur	45	42	39	32	25	27	34	38	40	42
	45	45	45	45	45	34	31	27	25	22
	21	23	28	35	38	39	45	45	45	45
	36	36	36	36	37	37	37	37	36	36
	45	45	45	45	45	42	37	21	20	19

Figuur 9-2: gegevens van Figuur 9-1

De nauwkeurigheid van de meetresultaten zijn van invloed om de gemeten data, maar ook de validiteit van de data die gebruikt is voor het bepalen van het model. Vanuit de historische dataset en de leeswijzer is niet bekend welke offset en nauwkeurigheid moet worden aangehouden. Er zal worden uitgegaan van een 5% foutmarge op de meetdata. Dit is op aanraden van een expert aangenomen (Wisse, 2018).

De combinatie van het uitmiddelen van de temperatuur en de onnauwkeurigheid op de gemeten data maakt het lastig om in detail het functioneren van de energiecentrale te monitoren. Er moet daarom rekening gehouden worden dat er vanuit een helicopterview gemonitord zal worden. Het aansturen op de juiste schakelingen binnen het systeem zal daarom moeten voorkomen uit terugkerende trend en niet uit eenmalige vertoning, omdat hier relatief veel foutmarge in zit.