

RAPPORT

Conceptueel ontwerp koelcentrale VU

Klant: VU

Referentie: BH9817-RHD-XX-XX-RP-X-0001

Status: Definitief/02

Datum: 28 juni 2024

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB Nijmegen
Netherlands
Industry & Buildings

+31 88 348 70 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Conceptueel ontwerp koelcentrale VU

Sub titel:
Referentie: BH9817-RHD-XX-XX-RP-X-0001
Uw kenmerk
Status: Definitief/02
Datum: 28 juni 2024
Projectnaam: Koelcentrale VU
Projectnummer: BH9817
Auteur(s): Johan van Houten

Opgesteld door: Johan van Houten, Bogdan Ciobica,
Tom Hundertmark, Dion Wirokarso

Gecontroleerd door: Johan van Houten

Datum: 28-06-2024

Goedgekeurd door: Peter Schumacher

Datum: 28-06-2024

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Procesbeschrijving	1
2.1	Gekoeldwater	1
2.2	Koelwater	2
2.3	Koeltoren	2
2.3.1	Waterafvoer	2
2.3.2	Watertoevoer met voorbehandeling	2
2.3.3	Waterbehandeling	3
3	Ventilatie installatie	3
3.1	Ruimteventilatie afvoer warmte	3
3.2	Afzuigventilatie koudemiddellekkage	4
4	Elektrotechnische installatie	4
4.1	Trafo's	4
4.2	Hoofdverdeelkasten en distributie	5
4.3	Gebouwinstallaties	5
4.4	Aarding	5
5	Besturingsfilosofie	5
5.1	Algemeen	5
5.2	Chiller Plant Manager	6
5.2.1	Algemeen	6
5.2.2	Regelen	6
5.2.3	Bedienen	6
5.2.4	Sturen	6
5.2.5	Optimaliseren	7
5.2.6	Bewaken	7
5.2.7	Beheren	7
5.3	Koelmachine	7
5.3.1	Algemeen	7
5.3.2	Regelen	8
5.3.3	Bedienen	8
5.3.4	Sturen	9
5.3.5	Bewaken	10
5.3.6	Beheren	10
5.4	Koeltoren	11
5.4.1	Regelen	11
5.4.2	Bedienen	11

5.4.3	Sturen	11
5.4.4	Bewaken	12
5.4.5	Beheren	12
6	Interfaces en nutsvoorzieningen	13
7	Uitgangspunten constructieve en bouwkundige voorzieningen	13

Bijlagen

A1	Equipment
A1.1	Equipmentlijst
A1.2	Koelmachines KM7, KM8, KM9
A1.3	Koeltorens KT 7, KT8, KT9
A1.4	Pompen gekoeld water P7.1, P8.1, P9.1
A1.5	Pompen koelwater P7.2, P8.2, P9.2

1 Inleiding

In dit document wordt op hoofdlijnen het conceptueel ontwerp beschreven van de nieuwe koude opwekking (8MW) in de energiecentrale van het CCE, VU/VUmc Amsterdam.

Een deel van de huidige koelcentrale (koelmachine KM1 en KM2 en de bijbehorende koeltorens en buffervaten) is verouderd en wordt door derden verwijderd. De nieuwe koude opwekking wordt ingepast in de huidige koelhal en zal de basisvraag koude leveren. De huidige koelmachines KM3 en KM4 zullen worden ingezet voor de piekvraag koude.

Tot de scope van het conceptueel ontwerp behoort op hoofdlijnen:

- Koelmachines en koeltorens, inclusief leidingwerk en appendages;
- Waterbehandeling en waterafvoerinstallatie van de koeltorens;
- Ventilatie installatie koelmachineruimte;
- Elektrotechnische installatie;
- Meet- en regeltechnische installatie;
- Bouwkundige en constructieve voorzieningen.

Bij dit ontwerp behoren de schema's, plattegronden en (concept) uitvoeringsplanning zoals vermeld in de documentenlijst met kenmerk "BH9817-RHD-XX-XX-NT-Z-0002 Documentenlijst", versie 3.

Het conceptueel ontwerp dient in de volgende projectfasen te worden uitgewerkt naar een definitief ontwerp en vervolgens een detailontwerp voor uitvoering. Het ruimtebeslag van de installaties dient in de definitief ontwerpfase gecontroleerd te worden met een 3D installatiemodel, met name in de koelmachineruimten en in de kelder.

2 Procesbeschrijving

2.1 Gekoeldwater

De nieuwe koude opwekking heeft een koelvermogen van totaal 8,0 MW. Dit wordt opgewekt met drie koelmachines van elk 2.667kW. Het ontwerp temperatuurtraject is als volgt:

- Retourtemperatuur: 16°C (intrede koelmachine)
- Aanvoertemperatuur: 6°C (uittrede koelmachine)

De gekoeldwater aansluitleidingen van een koelmachine zijn voorzien van:

- Driewegmengregelklep ten behoeve van regeling van de uittredetemperatuur (als de uittredetemperatuur van de koelmachine hoger is dan het setpoint);
- Circulatiepomp;
- Appendages ten behoeve van inblokken componenten, aftappen/vullen/ontluchten, drukmeting, overdrukbeveiliging;
- Instrumentatie voor temperatuurmeting en debietmeting, inclusief rekeneenheid voor energiemeting.

De nieuwe koude opwekking wordt ingekoppeld op de bestaande gekoeldwater installatie in de kelder ter plaatse van interfacepunt IP3 en IP4. De gekoeldwaterleidingen volgen zoveel mogelijk het tracé (en sparingen) van de vervallen gekoeldwaterleidingen van KM1 en KM2. De retourleiding volgt in de kelder het vrijgekomen leidingtracé in de gang. De aanvoerleiding wordt in de kelder in een nieuw tracé aangebracht boven en achter bestaande installaties, wat deels lastiger bereikbaar is.

2.2 Koelwater

De warmteproductie van de koelmachine's (3.100 kW per koelmachine) wordt met koelwater afgevoerd naar de koeltorens op het dak. Het ontwerp temperatuurtraject over de koelmachine is als volgt:

- Intredetemperatuur: 28°C
- Uittredetemperatuur: 34°C

De ontwerp nattebol temperatuur van de buitenlucht is 23°C.

De koeltorens zijn van het type 'open' waarbij het koelwater boven in de koeltoren over een pakket wordt uitgesproeid. De ventilator van de koeltoren bevindt zich bovenop de koeltoren en zuigt de buitenlucht in tegenstroom door het vallende sproeiwater waardoor de adiabatische verdamping optimaal werkt. Het afgekoelde water wordt opgevangen in de koeltorenbak en stroomt vervolgens naar de koelmachine. Bij lage buitentemperaturen kan een deel van het warme koelwater ook laag boven de koeltorenbak worden toegevoerd.

Het koelwater komt in contact met de buitenlucht waardoor rekening gehouden wordt met vervuiling van het koelwater (filtering en voorzieningen voor reiniging).

De koelwater aansluitleidingen van een koelmachine zijn voorzien van:

- Kortsluitleiding met tweewegregelklep om de intredetemperatuur van de koelmachine te kunnen regelen bij opstart van de koelmachine;
- Circulatiepomp;
- Appendages ten behoeve van inblokken componenten, aftappen/vullen/ontluchten, filtering, drukmeting, overdrukbeveiliging, ;
- Instrumentatie voor temperatuurmeting en debietmeting, inclusief rekeneenheid voor energiemeting;
- Meetpunten voor kwaliteitsmeting medium.

De koelwaterleidingen volgen zoveel mogelijk het tracé (en sparingen) van de vervallen koelwaterleidingen van KM1 en KM2. In de uittredeleidingen van de koelmachines wordt op de begane grond een geflensd passtuk aangebracht (lengte circa 2 meter) om later een inkoppeling te kunnen maken voor hergebruik van condensorwarmte.

2.3 Koeltoren

2.3.1 Waterafvoer

Door verdamping van het koelwater zal dit indikken en zal periodiek een deel van het koelwater worden gespuid. De spuihoeveelheid wordt per koeltoren gemeten met een watermeter. De spuihoeveelheid wordt gereduceerd door waterbehandeling waardoor de CoC (Cycles of Concentration) wordt verhoogd van 2 naar circa 3.

Het spuiwater van de koeltorens wordt verzameld op een gemeenschappelijke afvoer en afgevoerd op interface punt IP1.1 op het dak. De afvoer van de in pandig opgestelde waterbehandelingssystemen wordt afgevoerd op interface punt IP1.2.

2.3.2 Watertoevoer met voorbehandeling

Het verdampte water en spuiwater wordt aangevuld met suppletiewater vanuit de aansluiting bedrijfswater (IP2), met tussenkoppeling van een waterontharder. Per koeltoren wordt in de watertoevoer een watermeter opgenomen.

Kwaliteit bedrijfswater (IP2):

Het bedrijfswater ter plaatse van interfacepunt 2 (IP2) wordt geleverd vanuit een breekwatertank. De breekwatertank wordt gevuld via een open uitstroom met drinkwater, kwaliteit Amsterdams drinkwater. Waternet geeft een waarde op van 7,8°dH.

Kwaliteit onthard water:

De waterontharder maakt water met een hardheid van 0,5°dH. Middels een interne bypass in de waterontharder kan de hardheid van het water eventueel worden verhoogd.

2.3.3 Waterbehandeling

In de koeltorenbak wordt een deelstroom waterbehandeling ingekoppeld. Het systeem werkt op basis van een elektrolyse reactie tussen kathode en anode platen. Kalk (CaCO_3) slaat neer op de kathode plaat en wordt als vaste stof middels een schraper verwijderd. Op de anode plaat wordt vrije chlorine (Cl_2) en radicalen gevormd welke als desinfectant werken. Het systeem is tevens voorzien van een zandfilter en een zouttank met doseerpomp om elektrolyt toe te voeren. Het uitgangspunt is één systeem voor drie koeltorens (bijvoorbeeld fabrikaat Albalco).

3 Ventilatie installatie

3.1 Ruimteventilatie afvoer warmte

De twee koelmachineruimten in de kelder worden voorzien van een gemeenschappelijke mechanische ventilatie-installatie (luchttoevoer en luchtafvoer) ten behoeve van de afvoer van warmteafgifte van de koelmachines en overige installaties in de ruimte.

Ventilatie debiet

Uitgaande van een dT van 10K tussen toevoerlucht en afvoerlucht bedraagt de benodigde ventilatiecapaciteit circa 5.000 m³/h in de koelmachineruimte KM7, KM8 (stramien 8-10 / 115-117), en 2.500 m³/h in de nieuwe koelmachineruimte KM9 (stramien 10-12 / 115-117). In de nieuwe koelmachineruimte kan in de toekomst een 4^e koelmachine of warmtepomp worden opgesteld. Het ventilatiesysteem wordt ontworpen op de eindsituatie met een luchtdebiet van 5.000 m³/h per ruimte, totaal luchtdebiet 10.000 m³/h. De benodigde ventilatiecapaciteit wordt in een volgende ontwerpfase nader vastgesteld op basis van een warmtelastberekening.

Ventilatie regeling

Het ventilatiedebiet is regelbaar middels frequentieregeling van de toevoer- en afvoerventilator, en het luchtdebiet is per ruimte statisch inregelbaar op ontwerpdebiet. Frequentieregeling tussen instelbare grenswaarden (min, max) op basis van ruimtetemperatuurmeting in beide koelmachineruimten, waarbij de hoogste ruimtetemperatuur leidend is.

Het ventilatiesysteem wordt voorzien van een recirculatieklep om retourlucht met toevoerlucht te mengen ten behoeve van een minimale inblaastemperatuur. De toevoerlucht wordt deels op plafondniveau en deels op vloerniveau toegevoerd, en de lucht wordt hoog in de ruimte afgevoerd.

Buitenluchtaanzuig en afvoer ruimtelucht

Het buitenlucht aanzuigrooster wordt in de noordgevel aangebracht, geïntegreerd in de ventilatieroostergevel van de traforuimten. De buitenlucht wordt gefilterd aan de ruimten toegevoerd.

De afvoerlucht wordt afgeblazen via een kanaal dat bovendaks uitmondt, en regeninslagvrij uitblaast. Het geluidvermogen ter plaatse van de luchtaanzuig en de luchtafvoer bedraagt maximaal 70 dB(A).

3.2 Afzuigventilatie koudemiddellekkage

De twee koelmachineruimten worden voorzien van koudemiddeldetectie en een afzuigventilatiesysteem conform de NEN-EN 378 (Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements). De afzuighoeveelheid in een ruimte bedraagt circa 1.200 m³/h (op basis van 700 kg koudemiddelinhoud). De lucht wordt op vloerniveau afgezogen en naar het dak afgevoerd. De luchttoevoer en luchtafvoer dient gewaarborgd te zijn.

Vooralsnog is het meest kosteneffectief om één gemeenschappelijk afzuigsysteem aan te brengen voor beide ruimten, met een totale capaciteit van circa 2.400 m³/h. Bij koudemiddeldetectie in één van de koelmachineruimten wordt een visueel (flitslicht) en akoestisch alarmsignaal (hoorn) gegenereerd in de betreffende ruimte, en buiten de koelmachineruimte een visueel alarmsignaal (LUTO).

4 Elektrotechnische installatie

4.1 Trafo's

De bestaande trafo's 1, 4 en 6 (elk 800 kVA) worden verplaatst naar drie nieuw te realiseren traforuimten op de begane grond van de koelhal. Aan de middenspanningszijde van de trafo's worden 10 kV kabels aangelegd vanaf de interfacepunten IP5, IP6, IP7 naar de nieuwe opstelplaats van de trafo's. Het tracé loopt deels door het binnenterrein. Aan de laagspanningszijde worden de nieuwe laagspannings hoofdverdeelkasten aangesloten. Het principe is op het Single Line Diagram van de elektrotechnische installatie aangegeven.

Traforuimte

De eisen aan de traforuimte en de benodigde voorzieningen zijn als volgt:

- Buitenwand uitgevoerd als roostergevel ten behoeve van natuurlijke ventilatie (piektemperatuur max. 40°C, daggemiddelde ruimtetemperatuur 30°C);
- Toegangsdeur, visueel uitgevoerd conform roostergevel;
- Bouwkundige uitvoering vloer, dak, wanden:
 - 60 minuten brandwerend;
 - vloer en dak uitgevoerd in beton;
 - wanden uitgevoerd in beton (120 mm) of metselwerk (150 mm);
 - zonodig voorzien van stalen profielen ter versterking;
- Mogelijkheid voor aanbrengen EMC bescherming: MU metaal;
- Vrije ruimte rondom trafo: circa 1,0 meter rondom;
- Verlichting: 200 Lux op vloerniveau;
- Noodverlichting: 15 Lux op vloerniveau;
- Aspiratie branddetectiesysteem;
- Ringaardrail rondom de ruimte, aangesloten op een aardplaat of aardingssysteem

4.2 Hoofdverdeelkasten en distributie

Op de begane grond van de koelhal worden drie hoofdverdeelkasten opgesteld achter de traforuimten, welke aangesloten worden op de drie trafo's. Elke hoofdverdeelkast voedt een koelmachine/koeltoren combinatie inclusief de regelkast. De pompen worden gevoed vanaf de regelkast.

De kleinere afnemers, zoals waterbehandeling en ventilatie-installatie worden gevoed vanaf een nader te bepalen regelkast (niet aangegeven op het SLD). De regelkast CPM wordt op een nader te bepalen hoofdverdeelkast aangesloten.

4.3 Gebouwinstallaties

In de koelmachineruimten wordt algemene verlichting (200 Lux/4000K) en noodverlichting aangebracht. De algemene verlichting wordt uitgevoerd in LED en handmatig aan- en uitgeschakeld. Tevens worden de ruimten voorzien van wandcontactdozen, per ruimte 6 stuks 230V en 1 stuks krachtaansluiting 400V CEE.

4.4 Aarding

De nieuwe installaties dienen aangesloten te worden op het bestaande aardingsstelsel.

5 Besturingsfilosofie

5.1 Algemeen

In het CCE worden 3 combinaties van een koelmachine met koeltoren geplaatst en ingekoppeld in de bestaande koudecentrale. De koelmachines zijn centrifugaal machines en hebben een koelzijdig vermogen van ieder 2,67 MW. De koeltorens waarmee de condensorwarmte wordt afgevoerd zijn open natte koeltorens afgestemd op de koelmachine.

De nieuwe koudeopwekking (KM7 t/m KM9 inclusief de koeltorens) worden automatisch aangestuurd op basis van vraag vanuit de gebruikersinstallaties. De bestaande koelmachines KM3 en KM4 worden handmatig in- en uitgeschakeld om bij piek vraag in voldoende koude opwekking te voorzien.

Voor de centrale aansturing van de koelmachines dient een Chiller Plant Manager (CPM) te worden aangebracht. De gewenste functionaliteit wordt hieronder beschreven en dient in programmatuur te worden aangebracht in een Siemens PCS7 PLC, opgenomen in een separate regelkast. De aansturing door de Chiller Plant Manager vindt plaats door middel van hardware matige signalen naar de regeling van de koelmachine / koeltoren combinatie.

In de onderstaande beschrijving worden de functionaliteit van de koelmachine en koeltorens afzonderlijk beschreven. De automatisering van beide processen vindt plaats door een automatiseringsstation Siemens PCS7 ondergebracht in een regelkast. De beschreven informatie uitwisseling tussen de 2 functionele delen vinden dan ook binnen het automatiseringsstation plaats.

5.2 Chiller Plant Manager

5.2.1 Algemeen

De Chiller Plant Manager zorgt er voor dat de opgewekte hoeveelheid GKW debiet altijd iets meer is dan door de afnemende gebouwen gevraagd wordt. Hiervoor worden koelmachines geactiveerd en gedeactiveerd en het benodigd debiet aan de koelmachines doorgegeven.

5.2.2 Regelen

Het gewenste debiet dat door de koelmachines wordt geleverd is gelijk aan het gemeten debiet van alle afnemende gebruikers inclusief een positieve verstelling van 30 m³/h. Het gewenste debiet wordt evenredig verdeeld over het aantal actieve koelmachines.

5.2.3 Bedienen

De Chiller Plant Manager geeft navolgende (hardware) signalen door aan de koelmachine regelingen:

- Activering koelmachine
- Gewenst debiet
- Gewenste aanvoertemperatuur

5.2.4 Sturen

Activering / deactivering koelmachine

Bij een actieve Chiller Plant Manager regeling is altijd minimaal 1 koelmachine vrijgegeven.

Een extra koelmachine wordt ingeschakeld indien:

OF Gewenste debiet per actieve koelmachine is > 90% van zijn maximaal debiet

OF Het gemeten debiet van de actieve koelmachines gezamenlijk is gedurende een instelbare tijd (1 minuut) minder dan het gemeten debiet van alle afnemende gebruikers inclusief een positieve verstelling van 10 m³/h.

Een koelmachine wordt uitgeschakeld indien:

OF Gewenste debiet per actieve koelmachine is < 40% van zijn maximaal debiet

OF Het gemeten debiet van de actieve koelmachines gezamenlijk is gedurende een instelbare tijd (1 minuut) meer dan het gemeten debiet van alle afnemende gebruikers inclusief een positieve verstelling van 50 m³/h.

Om er voor te zorgen dat de installatie eerst stabiel werkt voordat er op bovengenoemde parameters weer een koelmachine wordt geactiveerd of gedeactiveerd dient er te worden voorzien in een instelbare stabilisatie tijd (5 minuten) na een schakeling.

Indien een koeltoren niet beschikbaar signaleert zal de CPM deze betreffende koelmachine ook niet inschakelen, dan wel dat het signaal komt tijdens bedrijf, worden direct een andere koelmachine ingeschakeld.

Periodiek wisselen

De koelmachines dienen periodiek op basis van bedrijfsuren gewisseld te worden. Hiervoor wordt het toegewezen debiet geleidelijk omgezet tussen beide koelmachines.

5.2.5 Optimaliseren

Debiet verdeling

Bij vrijgave van een koelmachine dient in eerste instantie minimum debiet (40 m³/h) te worden gevraagd, waardoor de koelmachine op minimum debiet functioneert. Bij signalering voor beschikbaarheid verdamperspomp debietregeling dient het debiet tussen de actieve koelmachines verdeeld te worden. Dit dient te gebeuren door de nieuwe actieve machine door middel van een ramp-up in debiet te vermeerderen naar het gewenste debiet en het her te verdelen verminderde debiet wordt verdeeld over de reeds actieve koelmachine(s).

Bij het afschakelen van een koelmachine dient eerst het gewenste debiet van de machine die afgeschakeld wordt door middel van een ramp-down naar het minimum debiet te worden teruggebracht. Het her te verdelen debiet wordt verdeeld over de nieuwe stage actieve koelmachines.

Handmatig inschakelen koelmachine 3 of 4

De operator kan KM3 en KM4 handmatig inschakelen. Dit zal worden gedaan als de nieuw te plaatsen koelmachines bijna op >90% draaien (drempelwaardemelding). Vanwege de hydraulische inpassing, geen buffer voorziening voor KM3 en KM4, is het noodzakelijk dat het gevraagde debiet van de nieuwe koelmachines wordt teruggebracht. Met de handmatige activering van een van de koelmachines 3 en 4 zal het gevraagd debiet van de beschikbare nieuwe koelmachines met een ramp-down worden teruggebracht naar maximaal 80% van het maximale debiet.

Bij hierboven beschreven handmatige inschakeling is er vanuit gegaan dat de vrijgave van de bestaande koelmachines door middel van bediening op SCADA plaatsvindt. Dit activeringssignaal dient dan beschikbaar te komen in de CPM.

Als de handmatige inschakeling van koelmachine 3 en / of 4 vervalt, vervalt met een ramp-up ook de maximering van gewenste debiet.

5.2.6 Bewaken

Drempelwaardemelding

Indien alle beschikbare koelmachines actief zijn en de debiet vraag >90% wordt er een melding gegenereerd. De operator kan dan beslissen om een extra koelmachine handmatig in te schakelen.

5.2.7 Beheren

Bedrijfsurentelling

Door de Chiller Plant Manager wordt het aantal uren geregistreerd hoeveel koelmachines tegelijk actief zijn. Dit dient per dag, maand en jaar geregistreerd te worden in combinatie met de buitentemperatuur.

5.3 Koelmachine

5.3.1 Algemeen

De Chiller Plant Manager bepaalt de inzet van de koelmachines, de gewenste gekoeldwater temperatuur en de gewenste hoeveelheid GWK. De koelmachine regeling regelt, bestuurt en bewaakt de koelmachine en bijbehorende installatiedelen.

De koelmachine is voorzien van een autonoom automatiseringssysteem die voorziet in het regelen besturen en bewaken van de machine zelf

De verdamper 3-wegregelafsluiter en de condensor 2-wegregelafsluiter zijn pneumatisch aangedreven regelafsluiters in verband met de benodigde snelheid van verstelling.

5.3.2 Regelen

Koelmachine

De koelmachine regelt de verdamper uittredetemperatuur autonoom op de gewenste GKW temperatuur.

Debietregeling

Het GKW debiet dient proportioneel integrerend geregeld te worden op het gewenste debiet door in volgorde de 3-wegregelafsluiter en verdamperpomp aan te sturen.

Verdamperpomp

De uittrede temperatuur van de koelmachine dient tevens geregeld te worden door proportioneel integrerend de rotatiefrequentie van de verdamperpomp te regelen op dezelfde temperatuur als de gewenste temperatuur van de koelmachine inclusief een verstelling van +1K (instelbaar).

De laagste waarde van de uittrede temperatuur regeling en de debiet regeling dient doorgezet te worden naar de verdamperpomp.

Verdamper intrede temperatuur

De intrede temperatuur van de verdamper van de koelmachine wordt proportioneel integrerend geregeld op een maximale temperatuur van $T_{\text{gew}} + 10\text{K}$ (afhankelijk van het GKW temperatuurtraject). Met het regelsignaal wordt de 3-wegregelafsluiter aangestuurd

De laagste waarde van de verdamperintrede temperatuur regeling en de debiet regeling dient doorgezet te worden naar de verdamper 3-wegregelafsluiter.

Condensorpomp

Het debiet door de condensor wordt proportioneel integrerend geregeld op een constante gewenste waarde.

Het temperatuurverschil over de condensor wordt proportioneel integrerend op een minimaal verschil van 2K geregeld.

De laagste uitsturing van de debietregeling en temperatuurverschil regeling dient doorgezet te worden naar de condensorpomp. De aansturing van de condensor pomp heeft een minimum waarde zodat het minimum benodigd debiet door de condensor en koeltoren gegarandeerd is.

Condensor intrede temperatuur

De intrede temperatuur van de condensor van de koelmachine wordt proportioneel integrerend geregeld op een minimale temperatuur van 7°C. Met het regelsignaal wordt de 2-wegregelafsluiter aan de condensorzijde aangestuurd.

5.3.3 Bedienen

De bediening van de koeling dient automatisch te geschieden door de overkoepelende Chiller Plant Manager.

Door de koelmachine regeling dienen navolgende (hardware) signalen naar de Chiller Plant Manager worden gestuurd:

- Koelmachine beschikbaar / niet beschikbaar
- Koelmachine operationeel
- Verdamperspomp aan / uit / storing
- Debietregeling beschikbaar
- Vermogen van de koelmachine [%]
- Actieve temperatuurverstelling [K]

De koelmachine regeling dient navolgende (hardware) signalen te sturen naar de koelmachine:

- Activatie koelmachine
- Gewenste uittredetemperatuur [°C]

De koelmachine regeling dient navolgende (hardware) signalen te ontvangen van de koelmachine:

- Koelmachine uit / bedrijf
- Koelmachine storing
- Vermogen [%]

5.3.4 Sturen

Verdamperspomp

Bij de start van de koelmachine dient de verdamperspomp te worden vrijgegeven op een minimale rotatiefrequentie behorende bij het minimale verdamper debiet, waarna de verdamperspomp regeling wordt vrijgegeven

Na stoppen van de koelmachine wordt de verdamperspomp na een instelbare vertragingstijd gestopt.

3-Weg regelafsluiter

Indien de koelmachine niet operationeel is dient de sturing van de regelklep volledig over de by-pass te staan. Bij start van de koelmachine heeft de 3-weg regelafsluiter een minimale uitsturing van 0% (koude draaien). Indien de verdamperuittrede temperatuur een afwijking heeft van minder dan 3K met de gewenste temperatuur wordt de debietregeling en verdamper intrede temperatuurregeling vrijgegeven op de 3-wegregelafsluiter. De uitsturing van de 3-wegregelafsluiter wordt met een ramp-up gelijk gemaakt aan het prevalerende regelsignaal.

Condensor

Bij de start van de koelmachine dient de condensorpomp te worden vrijgegeven op een minimale rotatiefrequentie behorende bij het minimale condensordebiet. Na openmelding van de sproeiafsluiter afsluiter wordt de condensor debietregeling vrijgegeven.

Na een instelbare tijd (stabilisatietijd, 5 minuten) na de vrijgave van de condensorpomp debiet regeling wordt de temperatuurverschil regeling vrijgegeven.

Na het wegvallen van de bedrijfsmelding van de koelmachine wordt de condensor pomp naar minimum toeren gestuurd en de regelingen gestopt. Na een instelbare tijd (1 minuut) wordt de condensorpomp gestopt.

De condensor van de koelmachine dient maandelijks doorspoeld te worden. Hiervoor dient het condensor circuit, indien de koelmachine in een maand niet operationeel is geweest, gedurende een instelbare tijd (15 minuten) operationeel te zijn.

Indien het koelwaterniveau in de koeltoren te laag is wordt de condensorpomp uitgeschakeld en de koelmachine vrijgave wordt ingetrokken, waarna de koelmachine regeling een storingsmelding genereert.

Periodieke pompstart

De verdamper en condensorpomp krijgen wekelijks een periodieke pompstart indien deze de voorgaande week niet operationeel zijn geweest. De verdamperpomp zal dit doen met de verdamper driewegregelafsluiter in by-pass positie. De condensorpomp met de condensor tweewegregelafsluiter in doorstromende positie echter tijdens vorstbedrijf in by-pass positie.

5.3.5 Bewaken

Debiet meting

Indien de debietmeter in het koelmachine circuit een fout signaleert dient de sturing naar de verdamperpomp en condensor pomp terug gebracht te worden naar een minimale rotatiefrequentie benodigd voor het functioneren van de koelmachine. Hierna wordt de koelmachine als niet beschikbaar gesignaleerd en uitgeschakeld en wordt op signalering van het wegvallen bedrijfsmelding de verdamper en condensor pomp uitgeschakeld.

Pompen

Indien een van de pompen gestoord is dient de koelmachine als geheel niet beschikbaar worden gesignaleerd.

Positie bewaking

De positie van de regelafsluiters wordt bewaakt ten opzichte van de uitsturing. Indien niet binnen een instelbare tijd (90 seconden) de gewenste positie niet binnen een instelbare bandbreedte van de gewenste positie is, wordt er een melding gegenereerd.

Systeemdrukbewaking

De systeemdruk van het condensorcircuit wordt bewaakt op LL / L / H / HH niveau. Indien een grenswaarde wordt overschreden wordt er een melding gegenereerd. Indien het LL niveau wordt overschreden wordt de koelmachine uitgeschakeld, waarna de verdamper en condensor pompen worden uitgeschakeld. Het systeem wordt als niet beschikbaar gesignaleerd.

Koelmachine storing

Indien een van de installatie componenten (b.v. pompen, etc) of installatie systemen (b.v. koeltoren) een storing geeft waardoor de koelmachine niet meer kan functioneren wordt het signaal 'koelmachine storing' aan de CPM gegeven.

5.3.6 Beheren

Bedrijfsuren telling

Per koelmachine dient het aantal bedrijfsuren cumulatief per dag, maand, jaar en totaal geregistreerd te worden.

Energiemeting:

Per koelmachine dient het elektrische en werktuigkundige aan de verdamper en condensor zijde momentane [kW] en cumulatieve vermogen [kWh] geregistreerd te worden. De cumulatieve waarden in dag, maand, jaar en totaal.

5.4 Koeltoren

5.4.1 Regelen

Koeltoren temperatuurregeling

De uittrede temperatuur van de koeltoren wordt proportioneel integrerend geregeld op gewenste koelwater temperatuur $xx^{\circ}\text{C}$ (natte boltemperatuur + offset). De uitsturing van de ventilator varieert daarvoor tussen 25% en 100% uitsturing. Tijdens vorstbedrijf varieert de aansturing tussen 50% en 100%.

5.4.2 Bedienen

Tijdens vorstbedrijf bestaat de kans voor aanrijping van het spoeipakket wat visueel dient te worden vastgesteld. Middel bediening op SCADA kan de ventilator tijdelijk in draairichting worden omgedraaid.

5.4.3 Sturen

Koeltoren vrijgave

Tegelijk met de koelmachine wordt ook de koeltoren vrijgegeven. Hiervoor wordt de leegloop afsluiter gesloten en waarna de sproeiafsluiter geopend. Bij openmelding van de sproeiafsluiter wordt de temperatuurregeling vrijgegeven.

Indien de uittredetemperatuur tijdens vorstbedrijf daalt onder de gewenste temperatuur met een negatieve verstelling van 3K wordt de ventilator uitgeschakeld. Indien de uittredetemperatuur weer stijgt boven de gewenste temperatuur met een positieve verstelling van 5K wordt de ventilator weer ingeschakeld.

Indien de uittredetemperatuur tijdens vorstbedrijf daalt onder de gewenste temperatuur met een negatieve verstelling van 5K wordt de ventilator uitgeschakeld en wordt de by-pass afsluiter geopend, de sproeiafsluiter gesloten en de leegloopafsluiter geopend. Indien de uittredetemperatuur weer stijgt boven de gewenste temperatuur met een positieve verstelling van 3K wordt de leegloopafsluiter gesloten, de sproeiafsluiter geopend en de by-passafsluiter gesloten.

Aanrijping

Als de aanrijping bediening wordt geactiveerd zal de ventilator eerst tot stilstand worden teruggetoerd. Hierna zal de ventilator in tegengestelde draairichting worden opgetoerd naar 50%. Na een instelbare tijd (10 minuten) zal weer naar 0% worden teruggetoerd en wordt de normale werking weer geactiveerd.

Tracing / heating

Indien de buiten temperatuur lager is dan 2°C wordt de tracing (zelfregulerend) van buiten aangebrachte leidingen geactiveerd.

Indien een koeltoren niet actief is en de buiten temperatuur lager is dan 2°C wordt de bakverwarming geactiveerd.

Indien de buitentemperatuur gedurende een instelbare tijd (1 uur) hoger is dan 3°C wordt de tracing en de bakverwarming uitgeschakeld. De bakverwarming wordt ook uitgeschakeld als de koeltoren actief wordt.

Koelwater behandeling

De kwaliteit van het koelwater wordt door middel van een autonoom werkende waterbehandelingunit gecontroleerd en geregeld. Op melding van deze unit wordt de spui-afsluiter aangestuurd.

De suppletie van koelwater vindt plaats doormiddel van een mechanische werkende afsluiter.

Laag waterniveau

Indien het signaal 'laag waterniveau' wordt gegeven wordt de koeltoren als geheel geblokkeerd en wordt ook de bakverwarming geblokkeerd.

5.4.4 Bewaken

Vorstbedrijf

Indien de buitenconditie lager wordt dan 0°Cnb wordt de status vorstbedrijf actief. Indien de buitenconditie gedurende een instelbare tijd hoger is dan 0°Cnb vervalt de status vorstbedrijf.

Tracing

De werking van de tracing wordt door middel van een bedrijfsmelding ingelezen.

Looptijdbewaking

Van alle open/dicht afsluiters, inclusief de leegloop afsluiter, worden bewaakt op looptijd. Indien na een instelbare tijd (90 seconden) niet de verwachte positiemelding wordt gegeven wordt er een melding gegenereerd.

Koelwaterniveau

Het koelwaterniveau in de bak van de koeltoren wordt bewaakt op een laag niveau en een hoog niveau. Indien een van beide niveaus wordt overschreden wordt er een melding gegenereerd.

5.4.5 Beheren

Energiemeting:

Per koeltoren dient het elektrische momentane [kW] en cumulatieve vermogen [kWh] geregistreerd te worden. De cumulatieve waarden in dag, maand, jaar en totaal.

6 Interfaces en nutsvoorzieningen

De interfaces tussen de nieuwe en bestaande installatie zijn in de volgende tabel samengevat, inclusief de benodigde nutsvoorzieningen.

Tabel 2-1: Interfaces nieuw – bestaand.

Nr.	Installatie	Omschrijving	Capaciteit	Bedrijfs- druk (kPa)/ spanning (V)	Bedrijfs temperatuur (°C)	Afmeting Nieuw - bestaand
IP1.1	Vuilwaterafvoer Spui koeltorens	afvoer	1.6 kg/s	100 kPa	5 - 40°C	PE110 - PE110
IP1.2	Vuilwaterafvoer Spui water- behandeling	afvoer	Circa 0,5 kg/s	100 kPa	5 - 40°C	PE110 - PE110
IP2	waterinstallatie	aanvoer	4,8 kg/s	400-600 kPa	10 - 25°C	63 mm ABS PN16 - 50 mm ABS PN16
IP3	gekoeldwater	aanvoer	192 kg/s	650-850 kPa	05 - 08°C	DN400 - ntb
IP4	gekoeldwater	retour	192 kg/s	500-700 kPa	12 - 20°C	DN400 - ntb
IP5	E-installatie	Trafo 4 (MS zijde)	550 kVA	10 kV	-	3x 70 mm ² Multicore - ntb
IP6	E-installatie	Trafo 6 (MS zijde)	550 kVA	10 kV	-	3x 70 mm ² Multicore - nrh
IP7	E-installatie	Trafo 1 (MS zijde)	550 kVA	10 kV	-	3x 70 mm ² Multicore - nrh
IP8	M&R installatie	communicatie	ntb	-	-	ntb

De locatie van de interfaces is op de schema's en indicatief op de plattegronden aangegeven.

7 Uitgangspunten constructieve en bouwkundige voorzieningen

De uitgangspunten voor de constructieve en bouwkundige voorzieningen zijn als volgt.

Opstelling koeltorens

De koeltorens worden opgesteld op de bestaande bovendakse stalen balkconstructie op de assen A, 118, 117 en 116, conform de (verwijderde) huidige koeltorens. Ten behoeve van de uitlijning tussen de afmetingen van de nieuwe koeltorens en de bestaande balkconstructie wordt rekening gehouden met een aanvullende nieuwe verzinkt stalen ondersteuningsconstructie onder de koeltoren, welke afsteunt op de bestaande balkconstructie. Het bedrijfsgewicht van de koeltorens is circa 11.600 kg per stuk. Aangezien het gewicht lager is dan van de huidige koeltorens is de verwachting en het uitgangspunt dat geen constructieve aanpassingen aan de dakconstructie nodig zijn.

Traforuimten

Zie hoofdstuk elektrotechnische installatie. Tevens wordt naast de traforuimten een kooiladder aangebracht om het dak van de traforuimten te bereiken ten behoeve van de installaties op dit dak.

Dichtleggen vloer buffervaten koude

Ter plaatse van de vervallen buffervaten koude dient de vloer deels demontabel dicht te worden gelegd ten behoeve van het transport van de koelmachine(s) in de kelder. Uitgangspunt voor de vloerbelasting van de demontabele vloer is tabel NB.2-6.4, klasse E2 - overig industrieel gebruik:

- $Q_k = 4 \text{ kN/m}^2$;
- $Q_b = 4 \text{ kN}$ (puntlast op $0,1 \times 0,1$ meter).

Uitgangspunt voor de constructie is het plaatsen van een ondersteuningskolom op as 11 / 116, het aanbrengen van stalen randbalken tegen de omliggende wanden, het plaatsen van een stalen balkconstructie en het dichtleggen van de balkconstructie met demontabele plaatstalen vloerpanelen.

Het overige deel van de vloer dient niet demontabel te worden dichtgelegd middels een betonnen vloer. Op deze vloer worden de nieuwe traforuimten gerealiseerd, en wordt een koelwaterpomp opgesteld.

Deur koelmachineruimten

De bestaande en nieuwe koelmachineruimte in de kelder worden voorzien van een dubbele toegangsdeur, voorzien van raam met geluidwerend glas (circa $0,5 \times 0,5$ meter).

Aanrijbeveiliging hoofdverdeelkasten elektra

De hoofdverdeelkasten elektra worden op de begane grond van de koelhal geplaatst. Deze worden beschermd met een demontabele aanrijbeveiliging.

Opstortingen

De hoofdverdeelkasten worden opgesteld op betonnen opstortingen, hoogte circa 10 cm. De pompen worden opgesteld op een stalen fundatieframe met massa minimaal gelijk aan de pomp. Het fundatieframe wordt zonodig verzwaaard met staal of beton.

A1 Equipment

A1.1 Equipmentlijst

De hoofdcomponenten zijn samengevat in de equipment lijst.

Equipment	Code	Capaciteit per stuk	Afmeting (m) (BxLxH), circa	Gewicht (kg)
Koelmachines	KM7, KM8, KM9	2.667 kW	2,7 x 5,2 x 3,4	17.300
Koeltorens	KT7, KT8, KT9	3.100 kW	3,6 x 6,1 x 5,6	11.600
Pompen gekoeldwater	P7.1, P8.1, P9.1	64 kg/s	0,3 x 1,05 x 0,6	250
Pompen koelwater	P7.2, P8.2, P9.2	124 kg/s	0,55 x 1,50 x 0,7	900

A1.2 Koelmachines KM7, KM8, KM9

Fabrikaat: York, Carrier, Trane of gelijkwaardig

Koelvermogen en rendement:

- Koelvermogen: 2.667 kW
- Capaciteitsregeling: traploos 10-100% (minimum koelvermogen langdurig stabiel leverbaar (> 2 uur);
- Opgenomen netto elektrisch vermogen: 422 kWe
- EER (vollast): minimaal 6,3
- EER deellast, als functie van de condensorintrede (of gelijkwaardig, te bepalen door opdrachtgever, rekening houdend met pompenergie):

% load / Tcond.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
100%	10.75	10.59	10.43	10.27	10.11	9.95	9.79	9.63	9.47	9.31	9.14	8.97	8.80	8.56	8.31	8.07	7.74	7.41	7.08	6.83	6.58	6.33
90%	12.27	12.11	11.95	11.79	11.57	11.35	11.13	10.92	10.72	10.51	10.24	9.97	9.70	9.36	9.01	8.67	8.31	7.95	7.59	7.26	6.94	6.61
80%	14.34	14.10	13.87	13.63	13.33	13.02	12.72	12.29	11.87	11.44	11.04	10.64	10.24	9.86	9.48	9.10	8.71	8.31	7.92	7.49	7.07	6.64
70%	17.33	16.87	16.40	15.94	15.38	14.83	14.27	13.64	13.01	12.38	11.84	11.29	10.75	10.28	9.81	9.34	8.92	8.50	8.08	7.53	6.97	6.42
60%	19.25	18.90	18.56	18.21	17.49	16.77	16.05	15.13	14.20	13.28	12.54	11.81	11.07	10.53	9.99	9.45	8.91	8.37	7.83	7.29	6.75	6.21
50%	28.99	26.26	23.53	20.80	19.51	18.21	16.92	15.91	14.91	13.90	12.97	12.03	11.10	10.42	9.75	9.07	8.52	7.98	7.43	6.94	6.45	5.95
40%	34.89	31.34	27.79	24.24	21.92	19.60	17.28	16.06	14.83	13.61	12.58	11.54	10.51	9.80	9.10	8.39	7.88	7.36	6.85	6.39	5.92	5.46
30%	36.35	32.63	28.91	25.19	22.53	19.87	17.21	15.54	13.88	12.21	11.20	10.19	9.19	8.54	7.90	7.26	6.75	6.24	5.73	5.31	4.89	4.47
20%	32.24	29.33	26.42	23.51	20.77	18.04	15.30	13.48	11.65	9.83	8.88	7.93	6.99	6.45	5.92	5.38	5.02	4.66	4.30	3.94	3.59	3.24
min. 10-15%	19.38	17.86	16.35	14.83	13.17	11.51	9.85	8.52	7.18	5.85	5.25	4.66	4.07	3.81	3.55	3.29	3.05	2.82	2.58	2.49	2.41	2.32

Verdamper:

- Medium: water
- Temperatuurtraject: 16-6°C
- Debiet: 64 l/s
- Debiet regelbereik: 40 – 100%
- Drukverlies (max.): 22 kPa
- Fouling factor: 0,018 (m²K/kW)
- Aansluiting: flenzen

Condensor:

- Medium: water van open koeltoren (deels onthard)
- Vermogen: 3.100 kW
- Temperatuurtraject: 28-34°C
- Nominaal debiet: 124 l/s
- Drukverlies (maximaal): 43 kPa
- Fouling factor: 0,044 (m²K/kW)
- Laagste koelwaterintrede: 7°C
- Aansluiting: flenzen

Koudemiddelcircuit:

- Compressor type: centrifugaal
- Compressor regeling: variabele speed drive
- Compressor lagering: olievrij
- Expansieventiel: elektronisch
- Koudemiddel (type): R-1233Zd(E) (klasse A1)
- Inhoud: 655 kg

Elektrische aansluiting:

- Opgenomen vermogen: 422 kWe
- Power factor: > 0,98
- Vollaststroom: 623 A

- Aanloopstroom: 30 A
- Aansluitspanning: 400-3-50 (V-Ph-Hz)
- Inclusief: actief harmonisch netfilter

Afmetingen, gewicht, geluid:

- Bronvermogen: max. 103 dB(A)
- Bedrijfsgewicht: circa 17.300 kg
- Afmetingen (LxBxH): 5.180 x 2,690 x 3,435 m

Besturingskast, voorzien van:

- Hoofdschakelaar;
- Benodigde regel-, schakel-, en beveiligingsapparatuur;
- Potentieelvrije contacten t.b.v. vrijgave, bedrijfs- en storingsmelding;
- Setpointinstelling condensoruitrede- en verdamperuitrede middels 4-20 mA signaal;
- Modbus t.b.v. uitlezing parameters;

Toebehoren koelmachine:

- Dubbele veerveiligheid met wisselklep;
- Inblokafsluiters koudemiddelcircuit (gas- en vloeistofzijdig);
- Automatische purge-unit;
- Isolatie verdamper;
- Trillingdempers ten behoeve van opstelling koelmachine;
- Marine box in de aansluiting van het koelwater ten behoeve van reiniging;
- FAT test van 1 machine (vollast en minimum deellast);
- Inbedrijfstelling door leverancier.

Te voorzien door aannemer:

- Koudemiddel afblaasleiding (RVS316L) voorzien van trillingsdempers en condensaftap. Uitmonding bovendaks regeninslagvrij;
- Koudemiddeldetectie in ruimte;
- KVI;
- Aansluiting aarding;
- Aansluiting met afgeschermd elektrakabels;
- Controle EMC (richtlijn 2014/30/EU).

A1.3 Koeltorens KT 7, KT8, KT9

Fabricaat: Evapco, EWK of gelijkwaardig.

Koeltorentype: natte (verdampings) koeltoren met open koelwatercircuit

Technische specificatie per koeltoren:

Koelwatercircuit:

- Koelvermogen: 3.100 kW
- Koelwater medium: water (deels onthard)
- Koelwater temperatuur in: 34,0°C
- Koelwater temperatuur uit: 28,0°C
- Koelwater debiet: 123,6 l/s
- Verdampingsverlies: 1,07 l/s
- Drukverlies: max. 21 kPa
- Ontwerpdruk: 6 Bar
- Aansluitingen: flens

Luchtzijdig:

- Natte bol temperatuur aanzuiglucht: 23,0°C
- Luchtdebiet: 64 m³/s
- Aantal ventilatoren: 1
- Ventilatormotor aansluitvermogen (400V/3ph/50Hz): 22,0 kW
- Ventilatormotor nominaal stroomopname: 43 A
- Ventilatormotor energieklassen: IE3
- Ventilatormotor geschikt voor frequentieregeling (PTC thermistor)

Suppletiewater:

- Kwaliteit: deels onthard bedrijfswater (resthardheid nader te bepalen)

Afmetingen, gewicht, geluid:

- Afmetingen (LxBxH): 6,100 x 3,600 x 5,600 m
- Bedrijfgewicht: circa 11.600 kg (inclusief platform en motor David base)
- Geluidvermogen (dB(A)): max. 89
- Geluiddrukkniveau (dB(A) 10 m): max: 62 (elke zijde)

Materialen:

- materialen in contact met koelwater: standaard gegalvaniseerd staal (725 gr Zink per m²)

Besturingskast, voorzien van:

- Hoofdschakelaar;
- Benodigde regel-, schakel-, en beveiligingsapparatuur;
- Potentieelvrije contacten t.b.v. vrijgave, bedrijfs- en storingsmelding;
- Setpointinstelling rotatiefrequentie ventilator middels 4-20 mA signaal;
- Modbus t.b.v. uitlezing parameters;

Toebehoren:

- Aansluitingen conform P&ID;
- Aansluitmogelijkheid voor Bio Control Feeder;
- Aftapmogelijkheid op laagste punt van de koeltorenbak;

- Water silencer;
- Ventilator motor space heaters;
- Super low sound fan;
- Motor Davit met Base;
- Frequentieregelaar ventilatormotor (fabricaat Danfoss, serie VLT, inclusief werkschakelaar);
- Bakverwarming met vorstthermostaat;
- Level switches laag en hoog niveau;
- Extern service platform met kooiladder;
- Vibration switch;
- CTI certificaat (201 RS);
- Eurovent certificaat.

A1.4 Pompen gekoeld water P7.1, P8.1, P9.1

Fabricaat: Grundfos, KSB of gelijkwaardig

Pomptype: centrifugaal, fundatiepomp

Energetisch rendement (pomp + motor): 80% (minimaal)

Procesdata:

- Medium: 100% water
- Debiet: 64 kg/s
- Opvoerhoogte: 80 kPa
- Procestemperatuur: 6°C
- Werkdruk: max. 850 kPa
- NPSHa (available): circa 600 kPa(abs)
- Pomp te selecteren met 10% extra debiet en 15% extra opvoerhoogte.

Ontwerpdata:

- Ontwerpdruk: 1.600 kPa
- Ontwerptemperatuurrange: 0 - 40°C
- Omgevingstemperatuur: max. 55°C
- NPSHr (required): max. 300 kPa(abs)

Materialen:

- pomphuis: gietijzer (EN-GJL-250)
- waaier: gietijzer (EN-GJL-200)
- huis: staal (EN1.3401)

Aansluitingen: flens

Motor:

- elektrisch aansluitvermogen: 11 kWe
- opgenomen vermogen: 7 kWe
- aansluiting: 400-3-50 (V, ph, Hz)
- cosinus phi: minimaal 0,85
- energie efficiency klasse: IE4
- motor efficiency (vollast, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ deellast): 90, 90, 90 (minimaal)
- toerental: max. 1.500 rpm
- aantal polen: 4
- IP klasse: 55

Gewicht: 244 kg

Afmetingen, LxBxH (mm): 1.050 x 350 x 600

Toebehoren:

- Fundatieplaat;
- Contraflenzen;
- Separate frequentieregelaar, fabricaat Danfoss, type VLT, inclusief werkschakelaar.
- Automatische ontluchter.

A1.5 Pompen koelwater P7.2, P8.2, P9.2

Fabricaat: Grundfos, KSB of gelijkwaardig

Pomptype: centrifugaal, fundatiepomp

Energetisch rendement (pomp + motor): 80% (minimaal)

Procesdata:

- Medium: water open koeltoren (deels onthard)
- Debiet: 124 kg/s
- Opvoerhoogte: 140 kPa
- Procestemperatuur: 5 – 35°C
- Werkdruk: max. 200 kPa
- NPSHa (available): circa 100 kPa(abs)

Ontwerpdata:

- Ontwerpdruk: 600 kPa
- Ontwerptemperatuurrange: 0 - 50°C
- Omgevingstemperatuur: max. 55°C
- NPSHr (required): max. 50 kPa(abs)

Materialen:

- pomphuis: gietijzer (EN-GJL-250)
- waaier: gietijzer (EN-GJL-200)
- huis: staal (EN1.3401)

Aansluitingen: flens

Motor:

- elektrisch aansluitvermogen: 30 kWe
- opgenomen vermogen: 22 kWe
- aansluiting: 400-3-50 (V, ph, Hz)
- cosinus phi: minimaal 0,85
- energie efficiency klasse: IE4
- motor efficiency (vollast, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ deellast): 90, 90, 90 (minimaal)
- toerental: max. 1.500 rpm
- aantal polen: 4
- IP klasse: 55

Gewicht: 900 kg

Afmetingen, LxBxH (mm): 1.500 x 550 x 700

Toebehoren:

- Fundatieplaat;
- Contraflenzen;
- Separate frequentieregelaar, fabricaat Danfoss, type VLT, inclusief werkschakelaar.
- Automatische ontluucher.