

Strengere EMC-eisen koelinstallatie in co

Sinds de invoering van de EMC-richtlijn moeten installaties die elektromagnetische storing kunnen veroorzaken of daar gevoelig voor zijn, voldoen aan bepaalde eisen om het CE-merk te krijgen. Voor een klimaatinstallatie is het relatief eenvoudig aan de eisen te voldoen. Dat wordt anders bij een koelinstallatie voor een computerruimte. Zeker als de invloed en beschikbaarheid voor het productieproces groot is. Dit artikel beschrijft hoe meerdere partijen dankzij een goede voorbereiding en samenwerking een 'First Time Right' hebben bereikt in de kwalificatie van een koelinstallatie in een project van de Gasunie.

D.J. Groot Boerle, Thales Nederland BV, M. van der Knaap, Climate Solutions Holland (CSH) BV en F. van Velsen, Ingenieursbureau Oranjewoud BV.

■ WAT IS EMC?

EMC staat voor Elektromagnetische Compatibiliteit, ofwel het 'compatibel' zijn van een elektrisch product in zijn omgeving. Een wat meer formele definitie volgens het IEC, het Internationaal Elektrotechnisch Comité, is: EMC is het vermogen van een apparaat, een systeem of een installatie om in de elektromagnetische omgeving waarin het moet functioneren, bevredigend te kunnen functioneren, zonder zelf ontoelaatbare stoorsignalen voor andere apparatuur in die omgeving toe te voegen. Belangrijk punt is dat EMC een eigenschap van een product is, die behoort te worden gespecificeerd. We zijn wel gewend om van een product, bijvoorbeeld het toegestane temperatuurbereik te specificeren, maar de EMC-eigenschappen vermelden is vaker uitzondering dan regel. Het zou zeer wenselijk zijn dat in de specificaties staat dat het product alléén geschikt is voor bijvoorbeeld een lichtindustriële omgeving. Binnen de veel toegepaste Generieke Normen voor de EMC-Richtlijn

wordt onderscheid gemaakt in de lichtindustriële (inclusief huishoudelijke) omgeving en de industriële omgeving. Wanneer we het over EMC hebben moeten we ons steeds realiseren dat het altijd tweeledig is: naast de vraag of er gevoeligheid is voor storing moet tevens de vraag worden gesteld of er storing wordt veroorzaakt. Hier kan gelijk aan worden toegevoegd dat als er geen gevoeligheid is, er zeer waarschijnlijk ook geen storing wordt

veroorzaakt. Uiteraard zijn hier uitzonderingen, bijvoorbeeld als er bewust een signaal naar buiten wordt gebracht, zoals het geval is bij radiozenders en mobiele telefoons.

Is er sprake van een te hoge emissie, dan kan dat leiden tot EMI ofwel elektromagnetische interferentie. Er is dan een stoormaprobleem. Het stoorsignaal heeft altijd een koppelweg nodig om de beïnvloeding te kunnen veroorzaken, zie figuur 1.



- Figuur 1 -

voor een mputerruimten

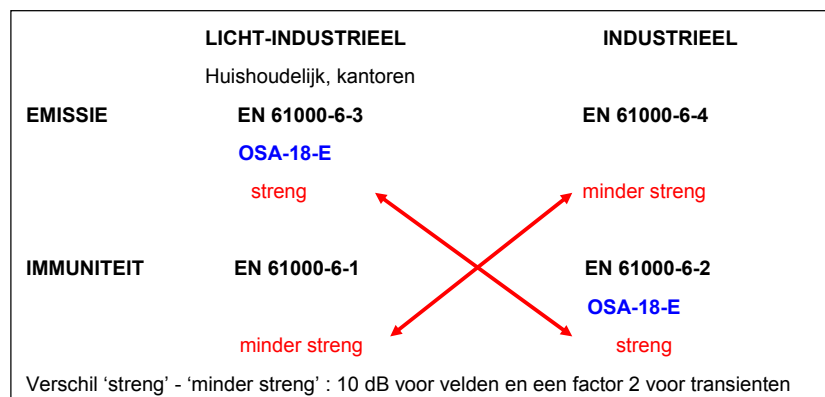
Een kenmerk van elektromagnetische signalen is dat deze zich zowel via geleiding als straling kunnen voortplanten. Om de koppelweg te kunnen opheffen moet deze bekend zijn. De snelste manier is het uitvoeren van testen.

■ WETTELIJKE EMC-EISEN

Het CE-markeren van producten, systemen en installaties, die in Europa op de markt worden gebracht is door middel van wetgeving verplicht gesteld. Fabrikanten en importeurs hebben hierbij een grote eigen verantwoordelijkheid. Zo dienen zij zelf na te gaan welke Richtlijnen voor hun product van toepassing zijn. Dat EMC niet van de laatste tijd is, en de regelgeving evenmin, blijkt uit het feit dat we in Nederland al sinds 1935 wetgeving kennen in de vorm van de Radio-Omroep-Zender-Wet. Met deze wet verplichtte de overheid zich om een omroepsysteem in stand te houden. In dezelfde periode zijn ook de eerste emissie-normen ontstaan. Uiteraard zijn de normen aangepast aan de huidige situatie, maar zijn er toch ook nog veel erfenissen uit het verleden. In de huidige tijd hebben we dus te maken met Europese Richtlijnen en het vaststellen van welke Richtlijnen van toepassing zijn, zal niet altijd eenvoudig zijn. Dit verklaart ook het grote aantal CE-consultants dat actief is. Uiteraard kan men ook zelf op zoek gaan, bijvoorbeeld via de website van het Ministerie van Economische Zaken: www.evd.nl/info/CEmarkering met een overzicht van alle 29 Europese Richtlijnen. Ook op de site van de Europese Commissie is veel te vinden: <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach>. Het is een zeer uitgebreide site, van elke Richtlijn is de volledige tekst te vinden aan de hand van het identificatienummer, evenals de bijbehorende geharmoniseerde normen. De Richtlijnen waar we nu mee te maken hebben zijn opgesteld volgens de Nieuwe Aanpak, de New Approach. Hierin vinden we alleen essentiële eisen. Veel mensen die een Richtlijn voor het eerst lezen zijn teleurgesteld. Een aantal pagina's juridische tekst geven de indruk dat je niet weet waar je aan toe bent, maar er zit een goede filosofie achter. Het

is eerst van belang om er op te wijzen dat we voor concrete eisen zijn aangewezen op normen. Per Richtlijn bestaat er een lijst van geharmoniseerde normen die mogen worden gebruikt om het voldoen aan die Richtlijn aan te tonen. Deze lijst is te vinden op de website van de Europese commissie: http://europa.eu.int/comm/enterprise/electr_equipment/emc/index.html Bij het kiezen van geschikte normen moet eerst worden gekeken of er een Product(-familie) norm bestaat, zo ja dan moet deze worden toegepast. Belangrijk punt is dat de normen het **minimale niveau** bevatten dat nodig is om een product op de markt te mogen brengen. Hiermee wordt dan voldaan aan de basisdoelstelling van elke Richtlijn: het wegnemen van handelsbelemmeringen binnen de Europese Unie. De CE-markering is uitsluitend bedoeld om de controle daarop te vereenvoudigen. Het is een systeem 'van ambtenaren voor ambtenaren', en niet bedoeld voor de consument. Er kunnen goede redenen zijn om zwaardere eisen te hanteren dan de minimaal noodzakelijke, vooral de immuniteitseigenschappen zijn een onderdeel van de kwaliteit van een product. Een nog steeds bestaand misverstand is dat het uitvoeren van testen verplicht is. Hier komen we bij de essentie van de nieuwe Richtlijnen: alléén de essentiële eis is wettelijk verplicht. Een fabrikant of importeur moet wel schriftelijk verklaren dat zijn product aan die eis voldoet, maar hij hoeft dat niet op voorhand te bewijzen aan de hand van een testrapport. Een CE-merk hoort **altijd** ver-

gezeld te gaan van een conformiteitverklaring, ofwel de Declaration of Conformity (DoC). Een dergelijke conformiteitverklaring zonder 'bewijs' is, evenals een verklaring met 'bewijs', geldig totdat het tegendeel wordt aangetoond. Dat aantonen moet gedaan worden door het AT-Agentschap Telecom (de voormalige Rijksdienst voor Radio Communicatie). Het AT werkt op basis van klachten en steekproeven. Uiteraard zal een steekproef niet zo snel leiden tot nader onderzoek als op de conformiteitverklaring staat dat deze is gebaseerd op een testrapport van een laboratorium dat een bijzondere erkenning heeft in het kader van de EMC-Richtlijn, de Notified Body. Het EMC-laboratorium van THALES heeft een dergelijke erkenning evenals o.a. TUV-EPS en DARE. De normen zijn dus leidend, een norm bevat een meetmethode, eisen en beoordelingscriteria. Een voorgeschreven meetmethode is van belang om te bereiken dat meetresultaten van verschillende laboratoria onderling kunnen worden vergeleken. Het niveau van de eisen is afhankelijk van de omgeving waarvoor een product is ontwikkeld en het meest gebruikte onderscheid is dat tussen de lichtindustriële en de industriële omgeving, zie figuur 2. De beoordelingscriteria zijn vooral van belang tijdens immuniteitstesten. Welk gedrag van het product mag worden geaccepteerd tijdens de aanwezigheid van een elektromagnetisch fenomeen. In de generieke normen vinden we daarvoor de volgende classificatie:



- Figuur 2 - Relatie tussen eisen voor de twee meest voorkomende omgevingen.

Fenomeen	Severity	Level	Criterion	OSA-18-E
Basis norm	EN 61000-6-1 Licht-industrieel	EN 61000-6-2 Industrieel		
61000-4-2 Electrostatic Discharges	4 kV	8 kV	B	A
61000-4-3 Radiated Immunity 80-6000MHz	3 V/m	10 V/m	A	A
61000-4-4 Fast Transient/Burst	1 kV	2 kV	B	A
61000-4-5 Surges	1 kV	2 kV	B	A
61000-4-6 Conducted Immunity 0,15-80MHz	3 V _{emf}	10 V _{emf}	B	A
61000-4-11 Netspanningsonderbre- kingen en verlagingen	-100 %_10ms -60 %_200ms	-100 %_10ms -60 %_200ms	B C	A A

- Tabel 1 - Overzicht van de meest gangbare elektromagnetische fenomenen voor immuniteitstesten.

A - beïnvloeding niet toegestaan, volgens specificaties blijven werken;

B - tijdelijke beïnvloeding toegestaan, zelfherstellend;

C - handmatige reset toegestaan.

We zien deze classificatie terug in tabel 1 waarin een overzicht is gegeven van de meest gangbare elektromagnetische fenomenen waarvoor normen zijn gemaakt waarin we dus ook de eisen c.q. testniveaus zien.

■ BOVENWETTELIJKE EMC-EISEN

Zoals eerder genoemd zijn de eisen in de normen het minimale niveau waaraan een product moet voldoen. Dat minimale niveau houdt bijvoorbeeld in dat de goede werking van een product mag worden beïnvloed tijdens de aanwezigheid van een elektromagnetische stoorbron en afhankelijk van het type storing mag er een automatische herstart plaats vinden of is zelfs een handmatige herstart toegestaan. Wanneer een dergelijk systeem verantwoordelijk is voor complexe processen kan ook het tijdelijk uitvallen grote economische gevolgen hebben. De bedrijfszekerheid is dan zo belangrijk dat het voor de hand ligt dat er aanvullende eisen worden gesteld. Er zijn diverse voorbeelden van de zogenaamde 'company standards', zo kennen we in de chemische proces industrie de NAMUR Empfehlung en bedrijven als Shell en Aramco hebben standaarden die daarop lijken. Dat geldt ook voor de Nederlandse Gasunie die haar verantwoordelijkheid voor een betrouwbare gasdistributie daarmee zo goed mogelijk heeft ingevuld. Zoals in de introductie aangegeven staat in dit artikel een Gasunie toepas-

sing centraal en kijken we daarom in meer detail naar de Gasunie Technical Standard OSA-18-E, 'Equipment requirements relating to environmental factors'. Dit is een 'design specification' die vooraf aan toeleveranciers beschikbaar wordt gesteld. Het primaire doel is het garanderen van een bepaalde mate van bedrijfszekerheid onder invloed van realistische omgevingscondities. In dit geval beperken we ons tot EMC en de essentie van de OSA-18-E is dat voor producten, systemen en installaties die deel uitmaken van het primaire proces van Gasunie - de distributie en opslag van aardgas - strengere beoordelingscriteria gelden bij immuniteitstesten. We zien dat in tabel 3: Gasunie accepteert niet dat een installatie tijdelijk uitvalt, omdat de gevolgschade te groot is. Formeel gesproken bevat de OSA-18-E dus geen strengere eisen of meetmethodes, maar alleen de beoordelingscriteria zijn strenger.

■ COMMERCIEËLE VOORDELEN VAN HET VOLDOEN AAN BOVENWETTELIJKE EISEN

Wanneer een systeem aan hogere eisen voldoet en bijvoorbeeld een betere immuniteit heeft die resulteert in een hogere beschikbaarheid, dan zit hier een commercieel voordeel in. Het is dan ook zinvol om dit kwaliteitsaspect te benadrukken en op te nemen in de lijst met specificaties in plaats van het alleen maar te beschouwen als een kostenverhogende factor. Vooral wanneer de wat hogere eisen vanaf het eerste ontwerpstadium worden meegenomen zullen de kosten beperkt zijn. Op deze manier kan een leverancier zich onderscheiden en een aanzienlijk concurrentievoordeel behalen.

■ VAN ONTWERP NAAR KWALIFICATIE

De koelinstallatie

Voor het project 'Aardgasbuffer te Zuidwending', een project waarbij Gasunie en Nuon als eigenaren en opdrachtgevers samenwerken om aardgas te bufferen in ondergrondse cavernes, is door de adviseur Oranjewoud gezocht naar een goed ontwerp van de koelinstallaties. Het ontwerp moest voldoen aan de strenge eisen van Gasunie en tegelijk een energiebewust ontwerp zijn. Allerlei elektronische apparatuur en installaties zijn nodig om het bufferen en weer oppompen van aardgas in goede banen te leiden en de koelinstallatie speelt daarin een grote rol. Gasunie beschouwt deze koelinstallatie daarom als relevant voor het primaire proces en heeft daarom haar OSA-18-E van toepassing verklaard. Dit heeft geresulteerd in een koelinstallatie met zogenaamde watergekoelde close controle airconditioners. Oranjewoud heeft voor de uitvoering hiervan een partner gevonden in CSH Climate Solutions Holland. Omdat er in de markt geen of weinig ervaringen zijn met koelinstallaties die voldoen aan de gestelde EMC-eisen, is in samenwerking met Thales gezocht naar oplossingen om aan deze eisen te kunnen voldoen. Dit heeft geresulteerd in de volgende koelinstallatie.

■ KOELINSTALLATIE ALGEMEEN

De koelinstallatie wordt per ruimte redundant uitgevoerd met twee stuks identieke close controle airconditioners. Het koelvermogen is gebaseerd op de totale koellast, deze bestaat voornamelijk uit de interne warmte van de opgestelde apparatuur.

Voor elke close controle airconditioner is een droge koeler buiten opgesteld. De installatie wordt geregeld door één digitaal regelsysteem per ruimte. De installatie is zo uitgevoerd dat de twee stuks close controle airconditioners elkaars reserve zijn.

Close controle airconditioners

De close controle airconditioners bevatten de benodigde inbouwdelen voor het aanzuigen, filteren, koelen en inblazen van de geconditioneerde lucht. Een en ander inclusief de bijbehorende temperatuurregeling. De airconditioners worden uitgevoerd volgens de machinerichtlijn 89/392 CEE (CEM89/336CEE). De airconditioners zijn uitgerust met de onderstaande componenten:

- uitneembaar geplisseerd cassettefilter met een G4 filterklasse;
- gekoeldwaterbatterij vervaardigd uit koperen pijpen met opengewerkte aluminium lamellen geschikt voor vrije koeling en voorzien van

- drieweg regelafsluiter;
- directe expansiebatterij vervaardigd uit koperen pijpen met opengewerkte aluminium lamellen;
- scroll compressoren van het fabrikaat Copeland gekoppeld aan twee koudemiddel circuits;
- condensor, type gesoldeerde warmtewisselaar, vervaardigd uit roestvast staal AISI 316;
- het koudemiddelcircuit (R407C) is voorzien van filterdroger, kijkglas en een expansieventiel;
- de installatie voldoet aan de Regeling Lekdichtheidsvoorschriften;
- een direct gedreven ventilator met een hoog rendement;
- stoombevochtiging;
- elektrische naverwarmer;
- lekdetectoren in de computervloer.

Het elektrotechnisch gedeelte is voorzien een schakelkast met o.a.

- hoofdschakelaar (400V);
- stuurstroom circuit (230V);
- zwakstroomtrafo (24VAC);
- stalen wartels;
- EMC bekabeling;
- cos-phi compensatie;
- EMC-afschermplaat;
- microprocessor.

De microprocessor is voorzien van een LCD-display met o.a. de volgende functies:

- temperatuurregeling op basis van retourlucht condities;
- relatieve vochtigheidsregeling op basis van retourlucht condities;
- omschakelen naar vrije koeling op basis van aanvoertemperatuur en buitentemperatuur;
- potentiaalvrij contact voor vrijgave unit;
- potentiaalvrij contact voor algemene storingsmelding en signalering;
- uitlezing bedrijfsstatus / alarmhistorie;
- koppeling van de twee stuks close controle airconditioners in een netwerk;
- tiptoetsbediening voor configuratie en gegevensinvoer.

■ DROGE KOELERS

Buiten, naast het gebouw, zijn per ruimte droge koelers aangebracht. Deze worden gebruikt om het koelwater van de close controle airconditioners te koelen met buitenlucht. Ook deze installatie is redundant uitgevoerd met twee stuks identieke droge koelers. Het koelvermogen is gebaseerd op het totale koelvermogen van één close controle airconditioner, vermeerderd met de vrijkomende warmte van de compressoren van de close controle airconditioners. Doordat de droge koelers redundant zijn

uitgevoerd, is het ook aantrekkelijk geworden om vrije koeling toe te passen. In de normale bedrijfssituatie is één close controle airconditioner in bedrijf. Als de buitentemperatuur dit toelaat, lager dan 18 °C, zullen de twee droge koelers worden ingezet om vrije koeling in de close controle airconditioners te realiseren.

De droge koelers worden geleverd volgens de machinerichtlijn 89/392 CEE (CEM89/336CEE) en zijn uitgerust met de onderstaande componenten:

- hoogrendement warmtewisselaar, vervaardigd uit koperen pijpen met open geperste aluminium lamellen;
- corrosiebestendige omkasting, vervaardigd uit gegalvaniseerde panelen gemonteerd met roestvast stalen schroeven en moeren met coating;
- direct aangedreven axiaal ventilatoren, voorzien van dubbel geprofileerde intrede conussen, corrosie- en UV-bestendige beschermgrilles en gebalanceerde aluminium ventilatorbladen met motoren, IP55, Klasse F, zijn elk opgebouwd uit een aluminium motorhuis en beschermd tegen waterinfiltratie;
- de motoren (400V-3ph-50Hz) zijn elk voorzien van een werkschakelaar.

Het elektrisch gedeelte is uitgevoerd met gearmeerde bekabeling.

Alle doorvoeringen door RVS wartels.

■ LEIDINGENNET

De close controle airconditioners en de droge koelers zijn verbonden via het leidingnet. In het leidingwerk zijn de nodige appendages opgenomen zoals: pompen, afsluiters, instelafsluiters, thermometers, temperatuur-opnemers, expansievat e.d. Voor een optimale koudeverdeling is een open verdeler/verzameelaar aangebracht. Hierdoor is het hydraulische systeem goed te regelen. Dit is nodig omdat de volumestromen primair (vanaf de droge koelers) en secundair (naar de close controle airconditioners) niet gelijk behoeven te zijn.

■ REGELING

Er is één regelinstallatie aangebracht per ruimte, uitgevoerd met regelpanelen, hard- en software, temperatuuropnemers, veldapparatuur en bekabeling.

De close controle airconditioners en de droge koelers worden geregeld met een digitaal regelsysteem waarbij de zwakstroom- en sterkstroombekabeling is uitgevoerd met gearmeerde EMC-bekabeling.

De regelinstallatie heeft o.a. de navolgende functies:

- cyclisch wisselen droge koelers op basis van draaiuren;

- overname droge koeler bij storing;
- aansturing pompen droge koelers;
- aansturing pompen gekoeldwatersysteem;
- schakelen van de reserve droge koeler bij vrije koeling op basis van de buiten temperatuur-opnemer;
- aansturen van hoog/laag setpoint droge koelers bij vrije koeling op basis van de buiten temperatuur-opnemer;
- aansturing stoombevochtiging;
- aansturing elektrische naverwarmer;
- storingsmelding naar een centraal meldpunt.

■ EMC-adviezen tijdens het ontwerptraject

Een technische handleiding voor ontwerpers valt buiten de scope van dit artikel. In het EMC-lab van Thales Nederland in Hengelo kunnen klanten desgewenst een training op maat krijgen. Dit is een begeleidingstraject vanaf het ontwerpstadium met als doel een 'First Time Right' kwalificatie test. We geven een beeld van de aspecten waaraan moet worden gedacht. In figuur 1 is al duidelijk gemaakt dat de koppelweg moet worden aangepakt en dat we onderscheid maken in geleiding en velden.

■ GELEIDING

Installaties zijn altijd voorzien van kabels. Laten we beginnen met de energievoorziening d.m.v. een aansluiting op het openbare laagspanningsnet. Hiermee wordt in feite een verbinding gemaakt met de 'grote boze buitenwereld'. Het is onvermijdelijk dat er zowel ongewenste signalen binnenkomen als naar buiten gaan. Omdat er sprake is van een directe verbinding heeft een afgeschermd kabel hier maar beperkte zin. Daarom moet worden nagedacht over netfilters voor de continue signalen en een overspanningsbeveiliging voor hoge piekspanningen, zoals veroorzaakt door het in- en uitschakelen van grote naburige belastingen of door een indirecte bliksem-inslag. De wijze waarop deze voorzieningen moeten worden ingebouwd is uitermate belangrijk en bepaalt de effectiviteit.

Daarnaast moet worden nagedacht over de gevolgen van het voor korte of langere tijd afwezig zijn van de netspanning, als zoals bij de Gasunie OSA-18-E de beschikbaarheid cruciaal is kan met een 'netwachter' een no-break voeding worden ingeschakeld.

Uiteraard zal er ook sprake zijn van I/O kabels. Indien zowel de input als de output van deze kabels in eigen beheer zijn, kan een goed ontwerp worden gemaakt. Waar nodig kan net als bij de netspanning worden gefilterd of schakelspanningen worden 'afgevangen'. Soms kan in plaats van een hardware-matige oplossing worden gekozen voor een goedkopere digitale

filtering. Een input waarde zou pas kunnen worden gevalideerd nadat drie samples op rij identiek zijn om zo ongevoelig te zijn voor kortdurende tijdelijke verstoringen.

■ VELDEN

Het omgaan met velden is lastiger dan het omgaan met geleiding. Velden zijn lastiger te meten en dus veel moeilijker te 'zien' dan stromen. Velden zijn alom aanwezig, zowel continu voor bijvoorbeeld radiocommunicatie als tijdelijk door een ontlading, want elke stroom veroorzaakt een veld. We moeten nagaan of ons systeem immuun zal zijn voor velden die in de praktijk kunnen voorkomen en we moeten ook nagaan of ons systeem geen velden veroorzaakt, waarvan anderen last kunnen hebben. Voor de koppelpweg moeten we nu zowel naar de kabels kijken – die fungeren als antennes – en de elektrische en elektronische componenten, zoals sensoren, printkaarten, PLC's, PC's en power supplies. Wat deze componenten betreft maken we eerst onderscheid in kooldelen en maaddelen. Als er uitsluitend kooldelen worden gebruikt is de vraag aan de orde of we al die delen kunnen kopen met een CE-merk. Daarbij zal wel altijd verder moeten worden gekeken, want aan het CE-merk zelf kun je niet zien voor welke omgevingscategorie de fabrikant heeft gekozen, zie nog eens figuur 2. Als bovendien de Gasunie OSA-18-E van toepassing is, zal het zelden lukken om kooldelen te vinden die al aan de juiste eisen voldoen. Als er dan bovendien nog zelf ontwikkelde componenten worden toegevoegd, de maaddelen, dan zijn aanvullende maatregelen onvermijdelijk. Voor de kabels geldt dat we dan al snel zullen kiezen voor afgeschermd kabels en dan bij voorkeur met een foliemantel. Die mantel moet dan aan beide zijden worden aangesloten en dit gaat het beste met een EMC-wartel waarmee we een aansluiting verkrijgen die over 360° dicht is. Het is wel zaak dat echt alle kabels zijn afgeschermd, want de zwakste schakel is bepalend voor de uiteindelijke mate van afscherming, één plastic wartel betekent dat alle andere moeite voor niets is geweest. De afscherming van de kabels moet vervolgens worden doorgezet in de behuizing van het systeem, in feite maken we een kooi van Faraday waarbij de kabelmantel in feite een wespentaille is tussen de systeemdelen. Een kast zal worden ingekocht en leveranciers als Eldon, Rittal en Schroff bieden een grote keuze. Je kunt kiezen voor de meest dichte kast, maar dat is dan wel de duurste keuze. Uiteraard speelt het aantal te produceren een grote rol bij het bepalen van de hoeveelheid tijd die wordt besteed aan een meer afgewogen keuze. We kijken dan naar de eigenschappen van de eerdere genoemde

componenten. De wijze waarop dat gaat, komt aan de orde bij het eerder genoemde ontwerptraject dat samen met een EMC-specialist wordt doorlopen.

■ EMC KWALIFICATIETESTEN

De kwalificatietesten worden uitgevoerd in een EMC testlab, waarvan we in figuur 3 de grote deuren uitnodigend open zien staan. Aangezien dit een relatief dure testfaciliteit is, de afgebeelde ruimte kost € 260,-- per uur en dat is inclusief de assistentie van een test-engineer, is een goede voorbereiding belangrijk. Dit gebeurt door het maken van een goed testplan, waarin bijvoorbeeld ook vastligt hoe lang de testkabels moeten zijn, hoe de voedingsaansluiting er uitziet en hoe de representatieve werking wordt gesimuleerd en vervolgens bij de immuniteitstesten kan worden geregistreerd. Wat bij het CSH klimaatsysteem een aanzienlijke besparing opleverde, was het feit dat in de afgebeelde testruimte koelwater beschikbaar is waarmee tot 50 kW opgewekt vermogen kan worden gedissipeerd. Hiermee kon het bijplaatsen van de gebruikelijke koelunit worden voorkomen. Door goed overleg tussen opdrachtgever en test-engineer kan de opbouwtijd beperkt zijn en kan er tevens efficiënt worden getest. Het testen zelf begint met de emissietesten. De eerste test bestaat uit het meten van de mogelijk door het systeem veroorzaakte 'netvervuiling'. Dit is een geheel geautomatiseerde meting, waarbij op zowel de fase(n) als de nul, de spanningsniveaus worden gemeten ten opzichte van de wettelijke limietlijn in de frequentieband van 150 kHz tot 30 MHz. Afhankelijk van het opgenomen vermogen wordt dan ook nog de harmonische vervorming gemeten en de mogelijk veroorzaakte netspanningsfluctuaties. Na deze geleidende emissie zijn de velden aan de beurt en wordt met een ontvangstantenne en een meetontvanger het opgewekte veld gemeten. Voor deze metingen hebben we de bijzondere ruimte nodig zoals te zien is in figuur 3. De ruimte bestaat enerzijds uit een kooi van Faraday, een elektromagnetisch dichte doos om geen last te hebben van de mogelijke zenders in de omgeving. Uiteraard is dit ook effectief bij de immuniteitstesten, waarbij we velden opwekken en de omgeving niet mogen beïnvloeden. Daarnaast is de ruimte anechoïsch, d.w.z. geen echo's ofwel reflecties door de wanden en het plafond. Dat wordt bereikt met absorbers in de vorm van de blauwe 'punten' en de ferriettegels die daarachter en daarboven zitten. De 'radiated emissie' is een geautomatiseerde meting, waarbij we direct het uitgezonden niveau zien ten opzichte van de wettelijke limietlijn - de wet die bedoeld is om draadloze

communicatie in stand te kunnen houden - in de frequentieband van 80 MHz tot 6 GHz. Daarna worden de immuniteitstesten uitgevoerd en in feite wordt dan het lijstje met normen afgewerkt, zoals weergegeven in de linker kolom van figuur 2. Elk van deze normen bevat een testmethode en testniveaus die bij de vooraf vastgestelde omgeving horen. Een belangrijk aspect is dat we in staat moeten zijn om een eventuele beïnvloeding van het systeem te zien. Omdat we niet zelf "in het veld" willen zitten, moet dit remote gebeuren en wordt vooraf besproken hoe de logging van de relevante signalen plaats kan vinden. Daarnaast zijn er camera's beschikbaar zoals zichtbaar op de driepoot in figuur 4. Uiteraard worden de testen afgerond met een gedetailleerd testrapport, dat wordt gebruikt als onderbouwing voor de Declaration of Conformity voor de CE-makering en natuurlijk als 'bewijs' voor het voldoen aan strengere eisen, zoals de Gasunie OSA-18-E. First time right betaalt zich uit en in het geval van CSH was dat op enkele details na het geval, waardoor de totale testtijd uitkwam op slechts drie dagen. Maar misschien nog belangrijker was de voldoening dat het was gelukt om vanuit een situatie, waarin niet eerder een klimaatsysteem als functie-critisch was aangemerkt, te voldoen aan tot dan toe onbekende eisen.



- Figuur 3 - De EMC testruimte van Thales.



- Figuur 4 - De CSH installatie in de testruimte.