

Toekomst & Trends 2020

TVVL

ENERGIE VOOR DE TOEKOMST

'Stikstofbeleid moet integraal aansluiten op klimaatakkoord'

'Circulair begint met nieuwe manier van denken'

'Van bezitten naar benutten: ... as a Service'

Het nieuws van straks lees je nu in deze uitgave



Op je beeldscherm staat alweer de vijfde editie van Toekomst en Trends. Het thema van dit jaar is Energie voor de Toekomst. De oplettende lezer weet dat dit ook het TVVL jaarthema was in 2019. Het bestuur heeft het advies van de Maatschappelijke Adviesraad overgenomen om Energie voor de Toekomst in 2020 voort te zetten. Er is namelijk nog heel veel energie nodig voor een gezonde en duurzame woon-, werk- en leefomgeving. Deze uitgave van Toekomst en Trends geeft hier, zoals je gewend bent, nieuwe inzichten in. Maar hoe anders is de wereld ineens nadat het coronavirus als een zandstorm over ons heen is gekomen? Zijn deze inzichten nog iets waard? Ik weet heel zeker van wel.

Op het moment dat we de onderwerpen voor deze uitgave bedachten, was er helemaal geen sprake van dat Nederland, net als bijna de rest van de wereld, tot stilstand zou komen. Waar hadden we het pre-coronacrisis over? Het ging over stikstof en PFAS, boerenprotesten, de filedruk, waterstof als brandstof om onze huizen en kantoren te verwarmen, het klimaatakkoord, de KNVB bekerfinale, racen op Zandvoort. Je kunt het je vast nog herinneren. Nederland komt nu langzaam weer in beweging in een nieuwe 1,5 meter economie. Het nieuwe normaal. Dus ook de onderwerpen van vóór de coronacrisis komen straks weer op de agenda en gaan de koppen van de kranten weer innemen.

Ik wens je nu alvast veel leesplezier. De nieuwskoppen van straks zijn nu al te lezen in Toekomst en Trends! Deze koppen gaan over waterstof, stikstof en het klimaatakkoord, circulair begint met een nieuwe manier van denken, warmte als een service, hightech teeltflats enzovoort. En wat te denken van het rondetafelgesprek met de TVVL Kennispartners. Er is gediscussieerd over in welke business men nu echt zit, over de gedachte dat ieder bedrijf aan urban mining gaat doen en welk bedrijfseconomisch gedrag of welke technologie hun businessmodel blijvend gaat veranderen.

Tot slot wil ik jullie attenderen op het artikel met Marcel de Leeuwe. Hij zegt dat we leren als onderdeel van ons werkproces moeten zien. Workflow learning noemt hij het. Zie op pagina 22 hoe TVVL hiermee bezig is. Hoe je het ook noemt, feit is dat we blijvend moeten investeren in mensen door hen op te leiden en ze Energie voor de Toekomst mee te geven.

John Lens, directeur TVVL

COLOFON

Redactie en vormgeving

Stijlmeesters
Schiedamsedijk 126
3134 KK Vlaardingen
T 010 233 17 30
info@stijlmeesters.nl
www.stijlmeesters.nl

Fotografie

Schols Fotografie en Film
info@scholsfotografie.nl
www.scholsfotografie.nl
T 030 294 66 63

Behoudens uitzondering door de Wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbende(n) op het auteursrecht niets uit deze uitgave verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op de gehele of gedeeltelijke bewerking. TVVL is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen van kopiëren, als bedoeld in artikel 17 lid 2 van de Auteurswet van 1912 en in het Koninklijk Besluit van 20 juni 1974 (Stb. 351) ex-artikel 16b van de Auteurswet 1912, te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden.
© TVVL 2020

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, in whole or in part, by photocopy or print or otherwise, without the prior permission of TVVL. Whilst every care is taken to ensure that the articles published in this publication are accurate, the Publisher and TVVL cannot accept responsibility for any omissions or inaccuracies appearing or for any consequences arising there from.

'We moeten een generiek emissiebeleid gaan voeren' Hoogleraar Wim de Vries over de stikstofproblematiek en het klimaatakkoord	4
Diverse waterstofprojecten moeten Nederland voortrekkersrol geven	7
'Bij circulair zet je, bij alles wat je doet, 'Re' ervoor'	11
Van bezitten naar benutten: warmte as a service 'Deze pilot leert ons meer over dit nieuwe verdienmodel'	14
Voeden we de grote steden straks met hightech teeltflats?	16
'Kennis blijft minder lang houdbaar dan vroeger' Marcel de Leeuwe: 'maak leren een continu onderdeel van het werkproces'	20
'De cyberdreiging verandert elke dag' Alleen als bewustzijn groeit, worden slimme gebouwen veiliger	23
IoT-chip van Nowi haalt energie uit omgeving	26
Qlayers print de coatings van de toekomst	27
PHYSEE's slimme ramen wekken stroom op	28
Rondetafelgesprek	29
Bedrijfsleden	36

Hoogleraar Wim de Vries over de stikstofproblematiek en het klimaatakkoord

Wie met prof.dr.ir.

Wim de Vries in gesprek gaat over de gevolgen van energie- en voedselproductie voor stikstofverliezen naar lucht en water, krijgt het vanzelf ook over ons klimaatbeleid. Dit onderwerp noemt hij namelijk in 1 adem met de stikstofproblematiek. Als hoogleraar Milieusysteemanalyse aan de Wageningen University & Research (WUR) met de leerstoel 'Integrale stikstofeffectanalyse' weet Wim de Vries enorm veel over dit thema.

'Het is van belang dat we integraal gaan denken. Door het staren naar ammoniak en stikstofoxiden zitten we naar één dingetje te kijken. Het stikstofbeleid moet veel integraler en ook meer aansluiten op het klimaatakkoord.'



'We moeten een generiek emissiebeleid gaan voeren'

In mei 2019 oordeelde de Raad van State dat het Programma Aanpak Stikstof (PAS) niet voldoet. Het in 2015 geïntroduceerde PAS moest de stikstofuitstoot verder verminderen en de negatieve gevolgen ervan beperken. Deze stikstofuitspraak raakt onder meer de bouwwereld keihard. 'Soms vragen mensen zich af waarom dit stikstofprobleem nú ineens speelt', zegt De Vries. 'De stikstofproblematiek is namelijk helemaal niet nieuw, het speelt al 40 jaar. 40 jaar geleden hadden we het over zure regen, wat bestaat uit stikstofoxide, ammoniak en zwavel. De zwavel is in Nederland vanaf dat moment met 90% gereduceerd, en ook stikstofoxide en ammoniak met ruim 50%. Maar we zijn er nog niet. In ongeveer 75% van de ruim 160 Natura 2000-gebieden in Nederland is de stikstofdepositie boven de kritische depositiewaarde: het aantal kilo stikstof per hectare wat een natuurgebied per jaar aankan. Dus het probleem is nog niet weg. Door de uitspraak van de Raad van State speelt de stikstofproblematiek in de bouwsector nu ineens zo'n grote rol, omdat de bouw juridisch gezien ook onder de PAS-regeling viel. De regering kan uiteraard niet zeggen dat de ene sector zich wel aan de uitspraak van een rechter moet houden en de andere sector niet. Het is heel jammer dat de bouw onderdeel was van het PAS, want hun bijdrage - als je puur naar bouwprojecten kijkt - is verwaarloosbaar klein.'

Niks met niks compenseren

De bouwsector levert met 0,6 procent echt een heel kleine bijdrage aan het stikstofprobleem. Heel grof gezegd is de geschatte eigen bijdrage van Nederland aan de stikstofdepositie op Nederlandse natuurgebieden circa 60%; de overige 40% komt uit het buitenland (35%) of uit zee (circa 5%). Die 60% is opgebouwd uit 41% vanuit veehouderij en 19% vanuit verkeer, industrie, consumenten en onder andere dus ook de bouw. 'De Commissie-Remkes kreeg als eerste vraag hoe de vastgelopen situatie in de bouw weer kon worden vlot getrokken', vertelt de hoogleraar van WUR. 'De oplossing hoefde maar minimaal te zijn, omdat het er alleen om ging het aandeel van de bouw in de stikstofbijdrage te vereffenen. Zo zijn ze in hun eerste rapport met name uitgekomen op langzamer rijden op de snelwegen. Want als je vandaag zachter rijdt, is direct aantoonbaar dat er minder stikstofemissie is. Maar daarmee zijn we natuurlijk niks met niks aan het compenseren. In het 2e rapport wat in juni moet uitkomen, gaat het om de langetermijnoplossing. Dat rapport zal vrijwel zeker veel drastischer maatregelen behelzen.'

Onbalans

Omdat stikstof de belangrijkste voedingsstof is voor planten wordt het in de landbouw toegediend als meststof. 'Zonder stikstof kunnen we de wereld niet voeden', legt De Vries uit. 'Maar je krijgt er ook zure grond van, waarbij een tekort aan calcium, kalium en magnesium

kan ontstaan. Op een bepaald moment remt die verzuring de groei. Elke boer weet dan ook dat als hij de bodem stikstof geeft, hij deze later weer moet bekalken.' Een deel van de stikstof komt als ammoniak in de lucht terecht. Daarnaast stoten vooral het verkeer en de industrie stikstofoxiden uit. Het slaat neer op natuurterreinen waar het door de verzuring en de overmaat aan stikstof een onbalans in voedingsstoffen in de grond veroorzaakt. Bepaalde planten, die stikstof minnend zijn en goed tegen verzuring kunnen, gaan andere planten verdringen. De diversiteit aan plantensoorten neemt daardoor af, wat weer funest is voor insecten, veel vogels en andere dieren. Stikstofoxide in de lucht heeft invloed op het ontstaan van smog en de verspreiding van fijnstof. Via het stikstofbeleid moeten we onder meer de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden verminderen.

Kwaaltjes

'De kritische depositiewaarde varieert per gebied van 5 tot 25 kg stikstof', zegt De Vries. 'Zo kan bijvoorbeeld heide of ven minder stikstof verdragen dan bos op rijke zandgrond. In Nederland zaten we in 1990 op een gemiddelde stikstofdepositie van circa 40 kilo per hectare. Nu op een dikke 20. Dat is natuurlijk een forse verbetering, maar voor veel gebieden zijn we er dus nog lang niet. Bovendien zullen we een aantal jaren, en soms wel decennia, moeten wachten voor het zichtbaar een beetje opknapt, want het is een geaccumuleerd probleem van vele decennia. Het is vergelijkbaar met eten: je kunt best een tijdje veel eten en geen last krijgen van je gezondheid. Maar als je een paar jaar 6000 Kcal per dag eet, in plaats van 2500, krijg je na een jaar of 2 overgewicht en kwaaltjes. Als je dan gaat minderen en je eet 5000 Kcal, en wat later ga je over naar 3500, dan eet je nog altijd te veel. Het belabberde is: je gezondheid gaat dus nog steeds niet vooruit! Het probleem hoopt zich op, al gebeurt het iets minder snel dan het jaar ervoor. Je gaat pas echt herstellen als je gaat lijnen. En zelfs dan ben je niet in een mum van tijd op gewicht. Dit is ook met onze natuurgebieden aan de hand. Dat we nu minder uitstoten betekent niet dat we voldoende doen om de natuur 'op haar goede gewicht' te brengen.'

Integraal denken

Maar een veel belangrijkere methode, zegt de hoogleraar, om de stikstofproblematiek aan te pakken is integraal denken. Dat betekent dat we bij maatregelen niet alleen moeten kijken naar het effect op de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden en daarmee op de stikstofdepositie. 'Door het staren naar alleen die vormen stikstof zitten we naar één dingetje te kijken. Bij stikstofgebruik spoelt ook nitraat uit naar grondwater en oppervlaktewater met gevolgen voor de drinkwaterkwaliteit en biodiversiteit in watersystemen. Verder stoot je ook lachgas uit: een broeikasgas 300 maal sterker dan CO₂. Als je dus

maatregelen bedenkt die alleen de ammoniakuitstoot beperken, terwijl de aanvoer van stikstof gelijk blijft, vererger je die problemen. Verder moet je bij vergunningverlening af van die enorme nadruk op lokale effecten. Je kunt heel ingewikkeld bij elk natuurterrein gaan rekenen of een project leidt tot een toename van 1 gram stikstof per hectare - wat al te veel is. Maar het is eigenlijk allemaal geneuzel. Stikstof verwaait over honderden – als ammoniak - tot duizenden – in de vorm van stikstofoxiden- kilometers. Al die uitstoot bij elkaar leidt tot een deken van een te hoge stikstofbelasting. Je moet dus veel intensiever nadenken waar het de komende 30 jaar met de totale emissie van ammoniak en stikstofoxiden naartoe moet, en dat in samenhang met het klimaatakkoord. Dat is een nog serieuzer vraagstuk dan het stikstofprobleem.'

Meekoppel-effect

In het voorstel 'Bouwstenen voor een nieuw stikstofbeleid' dat De Vries onlangs schreef, stelt hij dan ook voor een generiek emissiebeleid in te voeren. 'Mijn voorstel is ten 1e: voer een emissiebeleid. Ten 2e: stel een haalbaar doel voor de komende 30 jaar. Stap 3: sluit dat doel aan op het klimaatakkoord. En ten 4e: geef mensen stikstofrechten. Oók aan de bouw. De rechten zijn gekoppeld aan wat iemand nu uitstoot, en daar gaat elk jaar een bepaald percentage vanaf. Bijvoorbeeld 2%. De auto-industrie krijgt nu al opgelegd dat ze over 10 jaar 5 tot 10% minder stikstof moeten uitstoten. Daarvoor zijn innovaties aan de auto nodig. Zo kun je ook van de bouwwereld eisen dat het schoner wordt, maar je hoeft dan niet meer per project vergunningen te verlenen.'

Hoewel de industrie niet het meest bijdraagt aan het stikstofprobleem, is de hoogleraar van mening dat in het kader van solidariteit iedereen moet bijdragen om schadelijke milieueffecten te voorkomen. En dan heeft hij het, zoals eerder vermeld, niet alleen over stikstof, maar

ook over CO₂. De Vries: 'Aan het CO₂-probleem moeten we vanwege het Klimaatakkoord tóch werken. En daarin draagt de industrie méér bij dan landbouw; even afgezien van de CO₂ -emissies uit veenweidegebieden door ontwatering. Het meekoppel-effect moet ontstaan: de CO₂ moet omlaag én stikstof ook. Dus stap af van die lokale vergunningen, maar stel eisen aan de apparatuur die wordt gebruikt, en voer een generiek emissiebeleid.'

CO₂-neutraal

Welke transitie-paden ziet hij dan richting CO₂-neutraal? Volgens Wim de Vries zijn daar 2 transities voor nodig: 1 in de samenleving, en 1 in de landbouw. 'CO₂-neutrale landbouw', zegt hij, 'vraagt natuurlijk iets van zowel de landbouw als van de samenleving. De helft minder vlees eten bijvoorbeeld, en bereid zijn meer te betalen voor eten. De problematiek ontstaat onder andere doordat we te weinig betalen voor ons voedsel. Toen ik 50 jaar geleden voor mijn moeder naar de slager ging, betaalde ik ongeveer 11 gulden voor een kilo rundvlees. Dat kost het omgerekend naar euro's nu nog! Daar is iets niet helemaal goed gegaan. We hebben een hoogproductieve, grootschalige landbouw geproduceerd, tegen enorme vervuilingproblemen. In de landbouw kan de gewenste reductie niet alleen ontstaan door technische maatregelen, maar zullen we ook het aantal dieren moeten reduceren. De grote hoeveelheden lachgas en methaan die vrijkomen bij de veeteelt vormen een zeer forse bijdrage aan de uitstoot van broeikasgas. Die zal dus omlaag moeten. We moeten als Nederland onder andere gaan bedenken in welke mate we hier nog intensieve landbouw willen hebben, en waar.'

Bemesten met sensoren

Over hoe de technologiesector kan bijdragen om de voedselproductie te verduurzamen, heeft hij ook ideeën. 'Er bestaan bijvoorbeeld goedkope oplossingen om de

uitstootemissies van ammoniak te verminderen. Zo zijn er stallen waar urine en poep van elkaar worden gescheiden. Dit zijn puur technologische innovaties die bedrijven in de agrarische sector helpen. Maar daarnaast moet je vooral ook denken aan zeer innovatieve IT-diensten, waardoor boeren efficiënter kunnen bemesten. Zoals sensoren op het land om te meten wanneer en op welke plek kunstmest kan worden gegeven. Op die manier zorg je dat de stikstof echt in de plant gaat. Dit zal veel vakmanschap vereisen. Ik durf de stelling wel aan dat in de toekomst nog veel meer boeren dan nu minimaal hbo of universiteit hebben gedaan.'



De inzet van groene waterstof als energiedrager van duurzame energie kan een sleutelrol vervullen in de energietransitie van Nederland. Op dit moment staat de toepassing van groene waterstof als energiedrager nog in de kinderschoenen; via pilots en speciale onderzoeksprojecten doen we - buiten de industriële sector - de eerste ervaringen op met deze schone energiedrager. Hoe snel en op welke manier zien we waterstof straks in onze dagelijkse omgeving terug?

Diverse waterstofprojecten moeten Nederland voortrekkersrol geven



Een van de pilots waarin waterstof voor een duurzame invulling van de energiebehoefte zorgt, is het project Waterstofwijk Hoogeveen. Een consortium van 22 partijen – van overheid, hoger onderwijs en bedrijfsleven – werkt mee aan dit project, dat een blauwdruk moet worden voor een toekomstbestendige warmtevoorziening voor een deel van de Nederlandse woningvoorraad. Kees Boer is als projectmanager voor de gemeente Hoogeveen verantwoordelijk voor de Waterstofwijk Hoogeveen. 'Het doel van dit soort pilotprojecten is tweeledig', legt Boer uit. 'Enerzijds helpen ze bij het in de praktijk toepassen van een nieuwe, duurzame energiebron. Ze maken het fenomeen bij meer mensen bekend en vergroten zo de acceptatie van deze techniek. Anderzijds zorgt een pilot als deze ervoor dat we antwoorden krijgen op vragen die we alleen met praktijkervaringen kunnen toetsen. Bijvoorbeeld de vraag of je een standaard gasmeter kunt aansluiten om de hoeveelheid waterstof te meten. Andersom is het ook zo dat we door deze pilot tegen nieuwe dingen aanlopen die we pas tegenkomen als we iets in de praktijk toepassen. Met die uitdagingen kunnen we weer aan de slag. Het leren van praktijkervaringen is zeer waardevol; we komen niet verder als we ergens alleen maar over blijven praten.'

Eerste stapjes

Fenna van de Watering is business developer waterstof en adviseur energie en chemie bij advies- en ingenieursbureau Witteveen+Bos. Zij is namens dit bureau ook betrokken bij een waterstofpilot in Deventer waarin ze met de projectpartners samenwerkt aan de lokale productie en benutting van groene waterstof. 'Pilots zoals de Waterstofwijk Hoogeveen en het pilotproject in Deventer helpen om alvast stapjes te zetten in de energietransitie.' Boer vult aan: 'Het project Waterstofwijk Hoogeveen helpt bijvoorbeeld nu al om op wijkniveau huishoudens te verduurzamen en woningen klaar te maken voor de toekomst.' De elektriciteitsnetten in de provincie Drenthe en Overijssel zitten al behoorlijk vol, waardoor duurzame energie-opwekkers hun energie niet aan het net kwijt kunnen. Van de Watering: 'We kunnen deze lokaal opgewekte zonne- en windenergie wel opslaan in lokaal geproduceerde groene waterstof. Hierdoor is er toch ruimte voor het plaatsen van meer zonnepanelen of windmolens. Doordat we waterstof ook via het aardgasnet of met vrachtwagens kunnen vervoeren, kunnen we op die manier ook elektriciteitsnetten ontzien, omdat we de energie op een andere manier transporteren. Het doel van het waterstofproject in Deventer is om een blauwdruk te creëren. Met deze blauwdruk is het mogelijk om in de toekomst ook op andere plaatsen, waar overbelasting van het net een probleem is, de energietransitie verder te helpen met zo'n 'waterstofhub'. Tegelijkertijd



Fenna van de Watering



doen we hiermee ook alvast het voorwerk voor als we over 10 jaar grootschalig waterstof kunnen opwekken en via het aardgasnet kunnen transporteren. De lokale infrastructuur is dan alvast gerealiseerd. Dat maakt eventuele grootschalige inzet van waterstof in de toekomst goedkoper en minder tijdrovend.'


Kiezen of delen

Omdat de beschikbare hoeveelheid groene energie en elektrolyzers nu nog beperkt zijn, is het nog niet mogelijk om in alle potentiële sectoren waterstof toe te passen. Op de vraag welke sector voorrang verdient bij een overstap op waterstof, geven Boer en Van de Watering aan dat dit ligt aan het uitgangspunt van de omzetting. Van de Watering: 'Als we puur voor verduurzaming kiezen, dan behalen we de grootste winst in de industrie. Daar gebruikt men al op grote schaal 'grijze' waterstof; waterstof waarbij tijdens de productie CO₂ wordt uitgestoten. Als we die waterstof vergroenen, reduceren we dus meteen CO₂-uitstoot. Die keuze heeft alleen wel een keerzijde. Als we groene waterstof eerst in de industrie toepassen, duurt het langer voordat we waterstof in de andere sectoren kunnen inzetten. En we willen juist dat de toepassing van waterstof zich ook in die segmenten kan ontwikkelen.' Boer sluit zich aan bij de woorden van Van de Watering. 'Als je puur naar verduurzaming kijkt, zou het goed zijn om bij de industrie te beginnen. De overheid moet daarvoor wel beleid maken, anders komt het niet van de grond. Vanuit financieel oogpunt zou het weer praktischer zijn om te starten met de introductie van waterstof voor de mobiliteit. Waterstof is op dit moment al bijna even duur als benzine; waterstof is dus

betaalbaar voor de automobilist. Tot slot is er nog het maatschappelijk belang, dat we dienen met waterstofpilots in de gebouwde omgeving. Hierdoor maken we de energietransitie tastbaar, wat tot versnelling van de maatschappelijke acceptatie leidt. Het lijkt mij daarom verstandig om waterstof toe te passen waar de kansen zich voordoen, onafhankelijk van de sector.'

Toepassingstechnieken

De energie die in waterstof zit opgeslagen, kan door verbranding of in een brandstofcel worden 'vrijgemaakt' zodat deze inzetbaar is als warmte en/of elektriciteit. De beschikbaarheid en toepassingen van technieken die op een efficiënte manier energie uit waterstof halen, bepalen in grote mate welke rol de energiedrager in de toekomst zal spelen. De omzettingsprocessen van elektriciteit naar waterstof en waterstof naar elektriciteit zijn niet 100% efficiënt; er gaat namelijk een deel 'verloren' aan warmteproductie. Van de Watering: 'Daarom moet je ook niet kosten wat het kost waterstof gebruiken, maar altijd kijken naar de beschikbare alternatieven. Als bijvoorbeeld duurzame batterijen voor elektrische auto's of warmtepompen voor gebouwverwarming betere alternatieven zijn, dan pleit ik ervoor om die te gebruiken. Als alternatief kun je kijken hoe je die warmte positief kunt benutten, zodat je toch tot een hogere efficiëntie komt. In ons waterstofproject in Deventer kijken we daarom nadrukkelijk ook naar het benutten van deze warmte en ook de zuurstof. Het mooie aan innovatie is dat we de efficiëntie voor in ieder geval de waterstofprocessen nog gaan verbeteren in de toekomst. Het kan dus goed zijn dat waterstof nu nog niet de efficiëntste oplossing ►



is, maar over 10 jaar wel.' Boer ziet daarnaast kansen voor brandstofcellen met een laag vermogen. 'Deze kun je inzetten voor huishoudelijke toepassingen of bijvoorbeeld voor een 'waterstoffiets', die je een dag lang kunt gebruiken zonder tussendoor op te laden. Er wacht een enorm breed assortiment aan toepassingen die op waterstof kunnen werken wanneer we investeren in laagvermogen brandstofcellen.'

Opties voor opslag en opwekking

Om de toepassingen van waterstof te vergroten, zijn de mogelijkheden om de energiedrager op te slaan en te transporteren essentieel. 'Een belangrijke vraag is hoe en in welke vorm we de opslag precies realiseren', aldus Van de Watering. 'Bringen we de energie die in waterstof zit opgeslagen naar de gebruiker in de vorm van elektriciteit en warmte, of als waterstofgas? Het is ook mogelijk om waterstof met behulp van een scheikundig omzettingsproces in vloeibare vorm op te slaan of om te zetten in een poeder. Wellicht zijn deze vormen beter toepasbaar voor de verschillende gebruikers. Maar ook de vraag waar we waterstof opwekken is relevant; doen we dit al direct op zee – waar windmolens en zonnepanelen groene energie opwekken – of doen we dat verderop in de keten? Het uitgangspunt voor elke keuze is altijd welke oplossing het meest efficiënt is, het minste kost en het beste is toe te passen.'

Randvoorwaarden

'Als we in de toekomst op grote schaal waterstof willen toepassen in Nederland, moet de overheid de handschoen oppakken', meent Boer. 'Alleen als de politiek zorgt voor de randvoorwaarden voor grootschalige elektrolyse, komen meer en bredere toepassingen met waterstof op gang.' Van de Watering vult aan dat de overheid een toekomstig subsidiebudget in subcategorieën moet verdelen, voor de verschillende toepassingen van waterstof. Boer geeft aan dat als de grootschalige elektrolyse op gang komt, het aanbod van waterstof stijgt en dat Gasunie dan zijn huidige infrastructuur – de zogeheten 'backbone' – voor waterstof geschikt kan maken. 'De ambitie van Gasunie is om deze backbone in 2030 functioneel te hebben. Wanneer de waterstofinfrastructuur in gebruik is, kun je ook een deel van de woningvoorraad gefaseerd op waterstof overzetten.' 'Dat is dan nog maar het begin', vertelt Van de Watering. 'In 2030 weten we wat de mogelijke rol van waterstof zou kunnen zijn. Pas dan hebben we een goed beeld van de sectoren waar we waterstof kunnen en willen gaan toepassen en op welke schaal.'

'Made in the Netherlands'

Hoewel we pas over 10 jaar een goed beeld kunnen schetsen, ziet Van de Watering nu al volop kansen voor de duurzame energiedrager. 'Nederland beschikt over een aantal pluspunten als je kijkt naar de toepassingskansen van waterstof. We hebben al een uitgebreide

aardgasinfrastructuur die we met weinig investeringen geschikt kunnen maken voor waterstoftransport. Bovendien liggen we aan de Noordzee, waar we in potentie veel duurzame energie kunnen opwekken die in Nederland aan land komt. Daarnaast beschikken we over grote havens en hebben we een strategische ligging in Europa, waardoor we waterstof ook vrij laagdrempelig kunnen importeren en/of exporteren. Verder is er veel kennis over waterstoftechnologie beschikbaar. Deze factoren zorgen dat we als B.V. Nederland een voortrekkersrol kunnen vervullen. Die rol moeten we ook zeker nemen. Juist dan kunnen we in de toekomst de kosten voor de opwekking en het gebruik van waterstof omlaag brengen. Wie weet kunnen we dan waterstof en alle technologie eromheen exporteren naar andere landen, zodat we kunnen zeggen 'Made in the Netherlands'.'

Highlights Waterstofwijk Hoogeveen

Het project Waterstofwijk Hoogeveen bestaat uit 4 fases met als uitgangspunt een ambitieuze toekomstvisie: minimaal 1 miljoen woningen voorzien van een waterstof cv-ketel.

- 2020 – 2022: Realisatie Fase 1:** 100 woningen in de wijk Nijstad Oost voorzien van waterstof cv-ketels
- 2021: Planning Fase 2:** Planning van de omzetting van 1100 woningen in de wijk Erflanden naar verwarmen met waterstof cv-ketels.
- 2022 – 2030: Realisatie Fase 2:** Voorzien van 1100 woningen in de wijk Erflanden van waterstof cv-ketels.
- 2024: Realisatie Fase 3:** Lokale opwekking waterstof op NAM-locatie Ten Arlo via omzetting van lokaal opgewekte zonne-energie naar waterstof.
- Na 2024: Realisatie Fase 4:** Aansluiten Hoogeveen aan de H2-backbone van Gasunie
- 2040: Hoogeveen CO₂-neutraal**

Waterstof Community TVVL

TVVL wil kennis over waterstof als mogelijke oplossing binnen de energietransitie in de gebouwde omgeving delen en overdragen. Voor dit doel heeft TVVL onder meer de Waterstof Community opgericht; een (online) kennisgroep waarin leden inzichten in de kansen en bedreigingen over waterstof onderzoeken en delen. Fenna Van de Watering is een van de leden van de Waterstof Community en verzorgde vanuit die rol een aantal presentaties met de titel 'Waterstof voor Dummies' voor TVVL. Van de Watering geeft aan dat ze met haar presentaties het publiek vooral wil informeren en inspireren. Een ander initiatief waarmee TVVL kennisdeling over waterstof wil bevorderen, is een mogelijke cursus voor installateurs over installaties die op waterstof werken. Van de Watering onderzoekt samen met TVVL de mogelijkheden voor een dergelijke cursus, om installateurs een goede basis te geven voordat ze met waterstofinstallaties aan de slag gaan.

Een volledig circulaire gebouwde omgeving vraagt om een geheel andere aanpak dan het huidige bouwproces. Dit begint met een volledig nieuwe manier van denken (Re-think), ontwerpen (Re-design), enzovoorts. Deze aanpak zie je terug in zowel het Europese Horizon 2020 project Drive0, dat zich richt op de renovatie in de bouw, als ook bij de voorgestelde strategie van de TVVL Community Circulaire Installaties. Bij beiden is het doel gelijk: een volledig circulaire gebouwde omgeving.

‘Bij circulair zet je, bij alles wat je doet, ‘Re’ ervoor’

Op bezoek bij Huygen op Brightlands Campus in Geleen kom je direct in circulaire sferen. De gebouwen zijn flexibel en zoveel mogelijk demontabel ontworpen. Zo kunnen ze bijvoorbeeld eenvoudig veranderen van kantoor naar laboratorium. De enthousiaste ontvangst door Ana Tisov, Project Leader en Researcher en Peter op 't Veld, senior Consultant, bepaalt direct de sfeer van het gesprek. Beiden zijn werkzaam bij Huygen Installatie Adviseurs en betrokken bij het Europese Horizon2020 project Drive0. Tisov valt meteen met de deur in huis: 'Het doel van Drive0 is om woningrenovaties circulair te maken.' Het belang om te werken aan een circulaire gebouwde omgeving is namelijk groot vervolgt Tisov. 'Zeker als je bedenkt dat globaal gezien de gebouwde omgeving verantwoordelijk is voor 50% van het grondstoffengebruik en 40% van het energiegebruik. Daarbij is 60% van de genoemde 40% energiegebruik bedoeld voor de verwerking van grondstoffen.'

Doelstelling van Drive0

Het project Drive0, gestart in oktober 2019, heeft een looptijd van 4 jaar. In het project werken bedrijven en kennisorganisaties uit heel Europa samen aan de ►



De Circulariteitsschijf

ontwikkeling van succesvolle technische en circulaire renovatieconcepten. Huygen Installatie Adviseurs coördineert het project. 'Bij circulariteit spelen technologische, sociale en economische aspecten. Drive0 richt zich in eerste instantie vooral op de technologische aspecten. Door bedrijven en kennisorganisaties te laten samenwerken, worden circulariteit, product- en procesinnovatie gecombineerd. Daarnaast starten we demonstratieprojecten met lokaal gerichte oplossingen. Hiermee willen we de weg naar een duurzaam en circulair bouwproces versnellen', geeft Tisov aan.



Ana Tisov

De focus bij Drive0 is bewust op renovatie gericht, omdat hier de grootste potentie ligt. Alle aspecten in het bouwproces, zoals toepasbaarheid, flexibiliteit, sloop en hergebruik komen hier aan de orde. Tisov vervolgt: 'Helaas zijn sloop en nieuwbouw vaak goedkoper en sneller dan renovatie. Hergebruik is meestal duurder dan het kopen van nieuwe materialen. Dit betekent dat waardevolle materialen verloren gaan.'

Actieve rol voor overheid

Op 't Veld vult aan: 'De overheid moet hier een actievere rol in spelen. Ze zal wet- en regelgeving moeten aanpas-

sen, in combinatie met eventuele andere stimulerende maatregelen. Hierbij kun je denken aan bijvoorbeeld een dure sloopvergunning, een verbod op afvalverwijdering of hogere btw op nieuwe materialen. Het instellen van een sloopoptax zal een verandering teweeg kunnen brengen. Gelukkig is er inmiddels aandacht voor circulariteit vanuit zowel het nationale als Europese parlement. Binnen het project stellen we ook een Circular Readiness Indicator op, zoals we nu ook een Smart Readiness Indicator hebben voor gebouwen. Een soort prestatienorm voor circulariteit.'

Tisov is enthousiast over de doelstellingen van Drive0: 'Met het hergebruik van materialen, lokale hulpbronnen, duurzame energie en een langetermijnfocus, kunnen we transformeren van een lineaire naar een circulaire economie. Een economie waarin we stoppen met dingen weggoien en bestaande gebouwen koesteren. Wij geloven dat samenwerking de sleutel is tot het ontwikkelen van succesvolle technische en bedrijfsbewuste circulaire renovatieconcepten.'

100% circulaire renovatie

Tisov: 'Zodra je op Google zoekt naar circulariteit dan krijg je een enorm aantal hits met ook meerdere definities.' De definitie die men binnen Drive0 gebruikt voor een 100% circulaire renovatie luidt:

*Een circulaire grootschalige renovatie die bijdraagt aan een circulaire gebouwde omgeving, is gebaseerd op **100% duurzame levenscyclus-energie**, en alle materialen die binnen de systeemgrenzen worden gebruikt, maken deel uit van **oneindige technische of biologische cyclus met zo min mogelijk kwaliteitsverlies**.*

De definitie bevat 3 essentiële elementen. Tisov legt uit: 'Als eerste moet het duidelijk zijn dat voor circulariteit de benodigde energie bij hergebruik 100% duurzaam is. Niet alleen bij de verwerking van (sloop-)materiaal naar een nieuwe toepassing maar ook bij het transport van de materialen. Daarom wordt vooral gekeken naar lokaal georiënteerde projecten. Het tweede aspect is de levenscyclus van de materialen. Aandachtspunt hierbij is het verschil in de cyclus tussen technische en biobased materialen. Voor duurzame materialen (biobased) is de circulariteitscyclus korter dan bijvoorbeeld die van technologische materialen (zoals aluminium).' Dit punt zie je terug bij geïntegreerde installaties in de bouwkundige constructie. Op 't Veld gaat verder: 'Leidingwerk, opgenomen in de bouwkundige constructie, levert problemen op bij hergebruik. Als je het leidingwerk echter opneemt in een voorzetwand dan kan hergebruik wel goed.' 'Het derde belangrijke punt is het kwaliteitsverlies', vertelt Tisov. 'Bij hergebruik kan de kwaliteit veranderen waardoor de technische levensduur of de toepasbaarheid verandert.' Op 't Veld legt uit dat dit problemen geeft bij de uitvoering: 'Door hergebruik van materialen vervalt

bijvoorbeeld een certificering of voldoet het niet meer aan een norm waardoor een vergunning niet afgegeven wordt.' Tisov: 'Hier zou 'Product as a Service' een rol kunnen spelen, bijvoorbeeld een gevel leasen. Alleen heeft dit voor bouwkundige elementen nog een aantal haken en ogen.'

4 onderdelen uit 10R model

Net als in de TVVL Community Circulariteit gebruikt het Drive0 project ook het 10R model van prof. dr. Jacqueline Cramer (oud-minister van VROM). Ze gebruiken de belangrijkste 4 onderdelen: Re-think, Re-use, Re-manufacture en Re-cycle. Zoals Tisov aangeeft: 'Bij circulair moet je, bij alles wat je doet, een 'Re' ervoor zetten. Tegelijk vereist dit daadwerkelijke proces een verandering in de bouwketen van klant, architect, leveranciers, aannemers en gebruikers.'

Een mooi voorbeeld van de ambitie, die past binnen de definitie van Drive0, maar ook van het gebruik van het 10R model, is het Super Circular Estate project (SUPER-LOCAL) Bleijerheide in Kerkrade. Het aantal inwoners van de Parkstad krimpt de komende 30 jaar met 27%. De circulaire ambitie vertaalt zich door de materialen van 2 leegstaande hoogbouwflats te hergebruiken voor de bouw van circa 130 nieuwe eengezinswoningen en de inrichting van het openbare gebied. De aspecten uit de eerder gegeven definitie zie je hier terug. Het is lokaal georiënteerd waardoor transportenergie wordt voorkomen. Op 't Veld: 'Hergebruik vindt onder andere plaats door sloopmateriaal te gebruiken voor de fundering (re-manufacture en recycle). Hier zie je het kwaliteitsaspect terug. Dit is een fundering zonder wapening waarvoor we speciale ontheffing verkregen. Dit is een voorbeeld van drempels die de wet- en regelgeving opwerpen. Gelukkig zijn er in Nederland, vanuit de Circulaire Bouwagenda met Elphi Nelissen als voorzitter, wel experimenten mogelijk. Maar dit is zeker nog niet in alle landen het geval. Daarnaast zullen we delen van de flat in zijn geheel hergebruiken voor de nieuwe woningen (re-use).'

Product as a Service

Bij het Drive0 project bekijken de deelnemers ook in hoeverre zij woninginstallaties circulair kunnen maken. Dit doet Factory Zero op basis van hun huidige prefab installatieplatforms voor woningen. Alleen kijkt men in Drive0 nog niet gericht naar hergebruik van installaties. Als het om circulariteit gaat, dan zijn installaties complex en zitten ze verspreid in het gebouw. Voor installaties biedt het concept Product as a Service wel mogelijkheden. In tegenstelling tot bouwkundige elementen gebeurt dit bij installatie-onderdelen al vaker, bijvoorbeeld door het leasen van een warmtepompinstallatie. Dit was ook een aandachtspunt in het TVVL onderzoekproject Circulaire Gebouwinstallaties. Doel van dit project is het ontwikkelen van een ontwerpstrategie voor circulaire

gebouwinstallaties (vergelijkbaar met de trias energetica). De TVVL Community Circulaire Installaties ontwikkelde met behulp van 3 ontwikkelsessies een stappenplan/ontwerptool waarmee circulaire gebouwinstallaties kunnen worden ontworpen.

Bij het project keek men naar een strategie op basis van hetzelfde 10R-model, dat de deelnemers terugbrachten tot een 4R-model (Re-think, Re-use, Re-manufacture en Recycle). Daarbij hanteren zij een strategie op basis van bepalende parameters, zoals herindeelbaarheid, aanpasbaarheid, verbindingsmethodiek, vervangbaarheid,



Peter op 't Veld

losmaakbaarheid, herkomst, levensduur en onderhoud. De conclusie luidt dat we de strategie met het 10R-model kunnen gebruiken om een circulaire mindset te creëren, terwijl met we met het parameter-model, circulariteit meer concreet kunnen maken.

De circulariteitsschijf is op 13 november 2019 tijdens de TVVL Techniekdag gepresenteerd en aangeboden aan architect Thomas Rau. Meer informatie over het TVVL project Circulaire Gebouwinstallaties en de bouwplaat voor het maken van je eigen circulariteitsschijf zijn te vinden op TVVL Connect.

Eén manier om de circulaire economie aan te zwengelen, is via het verdienmodel Product as a Service. Daarbij blijft het product eigendom van een fabrikant, de eindgebruiker benut alleen de dienst. Samen met de hele keten van fabrikant tot wooncorporatie is ontwikkelingsmaatschappij Oost NL bezig 'Warmte as a Service' (WaaS) op te zetten. Doel: volledig circulaire warmte leveren in 2050. Een pilot in een Enschedese woonwijk moet

'Deze pilot leert ons meer over dit nieuwe verdienmodel'

een verdienmodel opleveren voor warmtelevering.

Van bezitten naar benutten: warmte as a service



'We staan helemaal aan het begin van deze transitie. De stip op de horizon is een fabrikant die een apparaat of installatie levert, en een gebruiker die betaalt en amper weet welk apparaat er op zolder hangt', zegt Martijn Kersten, expert circulaire economie bij Oost NL. Oost NL versterkt de economie in Overijssel en Gelderland in opdracht van het ministerie van EZK en de beide provincies. Dat doet ze onder meer door consortia op te zetten tussen ondernemers, kennisinstellingen en overheden.

Circulaire maakindustrie

'In mijn vorige baan bij provincie Overijssel zat ik in het Uitvoeringsprogramma circulaire maakindustrie', zegt Kersten. 'Daarvan ken ik veel cv-fabrikanten en fabrikanten van klimaatinstallaties. Toen ik ruim 1 jaar geleden bij Oost NL aan de slag ging, ben ik met een aantal partijen gaan praten over het circulair maken van ketels. De eerste gesprekken waren met de Nederlandse Verwarmingsindustrie (NVI), het ministerie van EZK en provincie Overijssel. De provincie vond het interessant en leverde subsidie. Andere partijen haakten al snel aan, zoals woningbouwcorporatie Domijn, groothandel Wasco, en onder meer ATAG, Remeha en GEAS Energiewacht. Met die groep, en nog enkele andere partijen, hebben we een driedaagse workshop gedaan met de CIRCO-methodiek. Met die methodiek leerden we de waardeverliesmomenten in deze keten kennen. De deelnemers ontdekten ook mogelijkheden voor circulair ondernemen en ontwerpen. Je zag direct dat bedrijven na de workshop anders gingen denken over hun strategie en route.'

Pilot in woonwijk

'Dit voorjaar starten we met een pilot in Enschede. Daarin testen we samen hoe we de levensduur van cv-ketels kunnen verlengen in een woonwijk beheerd door woningbouwcorporatie Domijn. Ook ondervinden we dan hoe de keten in dat proces goed kan samenwerken. GEAS Energiewacht verzorgt het onderhoud van de cv-ketels in deze woonwijk. De cv-ketels in die wijk zijn nu aan

vervanging toe, maar ruim binnen de normale levensduur van een nieuwe ketel komen er mogelijk andere energiedragers in de wijk zoals warmtepompen of warmtenetten. Het gebeurt nog te vaak dat ketels maar voor 5 jaar worden opgehangen, ontzettend zonde. In de pilot worden de huidige ketels daarom vervangen door een nieuwe rookgasafvoer en refurbished ketels. Dat zijn tweedehands ketels die worden opgeknapt en weer doorverkocht. Van de ketels en rookgasafvoeren die GEAS van de wand haalt, kunnen we leren hoe ze versleten zijn. En van de refurbished ketels is te leren hoe die zich gedragen na plaatsing. Het is belangrijk dat op zo'n manier op wijkniveau een afwegingskader ontstaat, over wat daar gaat gebeuren qua energietransitie. In zo'n afwegingskader kun je dan, behalve over de energievoorziening, ook de discussie meenemen over het gebruik en eigendom van materialen en installaties.'

Tallose antwoorden

'De pilot moet antwoord geven op een scala aan vragen en thema's: welke elementen van de ketels gaan het eerst stuk? Hoe zit het met de rookgasafvoer: hoe lang kun je die laten zitten, en wat doe je ermee als je hem moet vervangen? Kunnen fabrikanten de kennis die we in de pilot opdoen gebruiken tijdens het productontwerp? Valt er bijvoorbeeld op zo'n manier te ontwerpen dat we producten in een later stadium nog kunnen hergebruiken? Verder moet blijken welke ketelonderdelen gemakkelijk te vervangen zijn, en welke niet. Is het mogelijk dat de groothandel een tussenoplossing verzorgt voor losse onderdelen die de installateur moet vervangen? Of haalt hij ergens refurbished onderdelen vandaan, wat in de wereld van cv-ketels op kleine schaal plaatsvindt. Dat gaat heel vaak goed, maar er is nog niet altijd een kwaliteitscontrole op. Deze pilot levert hopelijk ook input om dat refurbishment-traject veiliger vorm te geven. En een doel van dit project is natuurlijk om een verdienmodel te ontwikkelen voor Warmte as a Service. Via partijen als Techniek Nederland wordt dat model in een later stadium nationaal uitgerold.'

Hoogwaardig recyclen

'Uit statistieken blijkt dat we in ons land maar 3% van de cv-ketels op een hoogwaardige manier recyclen. Eén van de doelstellingen van dit project is ook om dat getal omhoog te krijgen naar 60 tot 70%. Cv-ketels worden weliswaar aan metaalboeren verkocht, maar Europese wetgeving stelt dat ketels zo hoogwaardig mogelijk moeten worden gerecycled. Dus niet alleen het koper, ijzer en aluminium, maar ook de printplaten, kunststoffen en andere elementen. De verantwoordelijkheid daarvoor ligt bij de fabrikanten, verenigd in de NVI. Daarom pakken we dit project ook samen met hen op. In Apeldoorn zet de organisatie Weee Nederland leuke trajecten op met inzameling en recycling van e-waste. Deze WaaS-pilot

en Weee Nederland zullen daarom zeker eens bij elkaar komen. Ook dat is onze rol als Oost NL.'

Begin van een transitie

'Dit is een spannend traject voor de partijen, omdat hun rollen gaan veranderen. Stel dat wordt besloten de cv-ketels nog 5 jaar te laten hangen, terwijl eigenlijk vervanging op de agenda stond? Dan verkoopt de fabrikant een flink aantal ketels minder, terwijl hun verdienmodel er nu nog op gericht is zo veel mogelijk cv-ketels te verkopen. We staan helemaal aan het begin van deze transitie. De stip op de horizon is een fabrikant die een apparaat levert, en een gebruiker die betaalt en amper weet welk apparaat er op zolder hangt. En dat tegen zo laag mogelijke CO₂-uitstoot en euro's. Het betekent dat fabrikanten anders moeten gaan handelen, andere producten moeten ontwerpen. En wat wordt de rol van de installateur? Verder vindt natuurlijk ook de woningbouwcorporatie er wat van, want zij kopen de apparaten in. Er zullen allerlei weerstanden komen, maar in deze pilot kunnen de partijen samen leren waar we binnen dit nieuwe verdienmodel tegenaan lopen. We doen deze pilot nu voor de cv-ketelmarkt, maar we willen de lessons learned hierna ook toepassen op de andere systemen. Zoals hybride toestellen en warmtepompen.'

'De energietransitie leidt tot een business transitie'

Rick Bruins, business development manager new concepts bij Remeha: 'Aan abonnementen op bijvoorbeeld scheermesjes, auto's en kleding zie je dat 'product as a service' echt voet aan de grond krijgt. Vragen en verzoeken daarover komen natuurlijk ook op Remeha af, en wij willen maximaal op die behoeften inspelen. Daarom spreekt deze pilot met Oost NL en de rest van de keten ons erg aan. Los van deze pilot zijn we in feite al met een vorm van WaaS bezig, want nu al zijn er wooncorporaties die tegen ons zeggen: "Lever ons alsjeblieft ketels met de garantie dat we ze 10 jaar kunnen gebruiken."

Natuurlijk is de energietransitie spannend voor ons, een bedrijf dat van oudsher gasketelleverancier is. Maar er zijn meerdere energiedragers naast aardgas, zoals elektriciteit, waterstof, warmtenetten en andere vormen van gas. En net zoals er meerdere energiedragers zijn, bestaan er gelukkig ook meerdere verdienmodellen. De energietransitie leidt ook tot een business transitie. Het is voor ons heel interessant om de beweging die er is op dat gebied samen met de ketenpartijen uit te zoeken.'

Wereldwijd nemen zowel de populatie als de verstedelijking in rap tempo toe. Kijkend naar de toekomst rijst de vraag op welke manier we de bevolking van een grote stad duurzaam en efficiënt van vers voedsel kunnen voorzien.

Tuinbouwspecialisten van Wageningen University & Research (WUR) doen in dit verband onderzoek naar verticale landbouw; een teeltvorm waarbij in gebouwen met zeer goed regelbare klimaatinstallaties en geavanceerde ledverlichting jaarrond gewassen in lagen boven elkaar worden geteeld.

Voeden we de grote steden straks met hightech teeltflats?



Leo Marcelis

Doordat het zogenoemde vertical farming in afgesloten ruimtes plaatsvindt, kunnen we de teeltomgeving en het teeltproces heel precies controleren. Hierdoor is het mogelijk om water en voedingsstoffen voor de planten op te vangen en na zuivering te hergebruiken. Het gebruik van water en meststoffen loopt zo sterk terug. In combinatie met strenge hygiënemaatregelen resulteert een afgesloten teeltlocatie in een situatie waarin er geen plagen en ziektes in de teelt ruimte komen. De gewassen kunnen daardoor zonder pesticiden worden geteeld. Door het 'stapelen' van de teeltlagen daalt ook het landgebruik sterk.

Hoog energieverbruik

Leo Marcelis, hoogleraar Tuinbouw, is een van de specialisten van WUR die de mogelijkheden van vertical farming onderzoekt. 'Door de volledige controle over het productieproces zijn we niet meer afhankelijk van weer, temperatuur, daglicht en jaargetijden. Verticale landbouw is daardoor in principe overal mogelijk; in onvruchtbare gebieden, in de woestijn en zelfs op Mars. Als gevolg hiervan kun je een vertical farm vlakbij de afzetmarkt bouwen, waardoor ook de CO₂-voetafdruk voor transport klein blijft.' De belangrijkste punten die Marcelis met zijn collega's onderzoekt zijn het energieverbruik en de kosten van de teeltmethode. 'Die 2 onderdelen zijn de grootste bottlenecks van het teeltproces', legt Marcelis uit. 'Het energieverbruik bij verticaal telen is relatief hoog door het gebruik van de grote hoeveel-

heid ledlampen. Ledlampen zijn weliswaar energiezuinig, maar hebben nog steeds elektriciteit nodig om te branden. Doordat boven elke teeltlaag ledlampen hangen, zorgt dit voor een hoog totaalverbruik van elektriciteit. Momenteel omvat het energieverbruik een kwart van de totale kosten voor de teelt.'

Verbeterpunten

De sleutel om de kosten van vertical farming omlaag te brengen is een efficiëntere belichting, denkt Marcelis. 'De ontwikkelaars van ledarmaturen zijn momenteel druk bezig om de ledlampen nog zuiniger te maken en wij zoeken manieren waarop de plant het licht efficiënter kan benutten. Bijvoorbeeld door te onderzoeken hoe gewassen reageren op bepaalde lichtkleuren en verschillen in de duur van de belichting. We proberen met zo min mogelijk licht de plant zoveel mogelijk te laten produceren. Zo kunnen we ook het koelen van de teeltruimtes terugbrengen en ook dat scheelt weer energie. Al dat licht brengt namelijk ook warmte met zich mee, wat weer invloed heeft op de energiekosten van de klimaatregeling van de teeltomgeving.' Ook in de klimaatverdeling is volgens Marcelis nog een verbeteringslag te maken. 'Het is nu vaak bovenin de teeltruimte warm en onderin relatief koud. Verder zijn er van links naar rechts in de teeltkamer ook verschillen in de temperatuur. Daar moeten technische verbeteringen voor komen. Daarbij zullen we steeds de vragen stellen hoe duur een klimaatsysteem mag zijn, hoe goed zo'n klimaatsysteem moet functioneren en natuurlijk hoeveel energie het verbruikt.'

We staan in de beginfase

Dat er de noodzaak is om de verschillende aspecten binnen de verticale teelt te verbeteren, is volgens Marcelis niet vreemd. 'Verticale landbouw is nog erg nieuw en veel onderdelen van deze teeltmethode zijn nog niet uitgekristalliseerd. Er zijn diverse startups die nog maar net beginnen met vertical farming, waarbij zij relatief simpele technieken toepassen. Zulke bedrijven schalen langzaam op naar betere technieken, waardoor ook de productie verbetert. Deze bedrijven zouden veel kunnen leren van de 'traditionele' glastuinbouw. Anderzijds nemen sommige andere partijen binnen vertical farming nog te veel de technieken en teeltmethoden uit de glastuinbouw als uitgangspunt. Terwijl verticale landbouw in toenemende mate zijn eigen techniek en methode vergt. Beide situaties zijn niet optimaal en hier liggen mogelijkheden om een verbeteringslag te maken. Dit brengt zeker kansen mee voor leveranciers van klimaat-, licht- en teeltsystemen. Als zij systemen weten te leveren die zorgen voor efficiënter telen binnen vertical farming, levert dit een win-winsituatie op.' Marcelis verwacht dat verticaal telen de komende jaren nog een dure teeltwijze zal blijven. 'De teeltsystemen die bij het verticaal telen worden gebruikt zijn relatief nieuw en daardoor ook



duurder. Zowel qua technieken als teeltkennis zitten we nog aan het begin.' Toch hoeft de hogere kostprijs van de gewassen die in vertical farms worden geproduceerd geen probleem te zijn, meent Marcelis. 'Met ons onderzoek proberen we de kwaliteit van de gewassen omhoog te brengen, zodat deze ook meer waard zijn. Consistentie is daarbij heel belangrijk; zowel qua kwaliteit van de gewassen als het kunnen inschatten hoeveel gewassen we elke dag kunnen produceren. De kwaliteit van de geteelde producten hangt weer samen met de teeltomstandigheden en die verbanden zijn we nu aan het onderzoeken.'

Eerste ontwikkelingen

Gevraagd naar de ontwikkelingen voor de nabije toekomst spreekt Marcelis de verwachting uit dat de ledlampen die de planten belichten steeds efficiënter zullen worden. 'Uiteraard zit er een limiet aan hoe energie-efficiënt je ledverlichting kunt maken, maar die is voorlopig nog niet bereikt. Verder denk ik dat we de aankomende jaren ook nog het nodige gaan zien op het gebied van de automatisering. Denk daarbij aan het ophangen van camera's en sensoren die data verzamelen over het teeltproces en de gewassen. De komende 10 jaar zal zich dat verder ontwikkelen en tot volle wasdom komen. In principe kun je de teelt dan op afstand beheren vanuit een soort controlekamer. Uiteraard moet er altijd wel iemand op locatie zijn om fysieke handelingen uit te voeren als dit nodig is, maar de techniek kunnen we straks allemaal op afstand besturen.'

Toekomstbeeld

Automatisering speelt ook een belangrijke rol in de omschrijving die Marcelis geeft van hoe de verticale teelt eruitziet in 2040. 'Ik verwacht dat we over 20 jaar een groot aantal vertical farms hebben, waar heel weinig mensen werken. De automatisering is dan ver doorgevoerd: thermische camera's, camera's die fotosynthese ►

Innovaties in de praktijk

Certhon ontwerpt en realiseert al jaren moderne kassen voor de glastuinbouwsector en richt zich sinds circa 10 jaar ook op vertical farming. Martin Veenstra, sales engineer bij Certhon, geeft aan dat het bedrijf – verspreid over de wereld – inmiddels enkele tientallen vertical farms heeft gebouwd.

'Binnen deze verticale teeltsystemen passen we verschillende innovatieve technieken toe. Wij richten ons met name op de klimaatregeling, die we heel precies kunnen sturen en monitoren. De kennis die we in de glastuinbouw hebben opgedaan, passen we aan op de verticale teeltomgeving. Een mooi voorbeeld van een eigen innovatie is ons systeem waarmee we het klimaat in vertical farms heel direct regelen. We hebben daarvoor precies uitgezocht hoe we de juiste soort lucht met de juiste condities zo dicht mogelijk bij de plant krijgen. Door integratie van klimaattechniek en luchtbehandeling lukt het ons met dit systeem om ventilatielucht met de juiste temperatuur en luchtvochtigheid dichtbij de gewassen in de verschillende teeltlagen af te geven.'

Om de effecten van innovaties in de praktijk te testen, heeft Certhon in Poeldijk een eigen onderzoeksfaciliteit: het Certhon Innovation Centre. Hier werkt het bedrijf in 6 deels verticale teeltopstellingen met een gezamenlijk oppervlakte van 240 m² aan de doorontwikkeling van de klimaatregeling, de lichtrecepturen, irrigatie en hard- en software.

vastleggen en sensoren voor verdamping, luchtvochtigheid en de hoeveelheid voedingsstoffen zullen dan de hele dag data verzamelen voor een optimaal teeltproces. Onder de efficiëntere ledverlichting groeien hoogwaardige, verse producten. Dat zijn groenten en vruchten met veel voedingsstoffen of die zeer smaakvol zijn. Omdat we zo ook kwetsbare processen als plantopkweek en veredeling goed kunnen controleren, denk ik dat ook deze teeltactiviteiten via verticale teelt zullen gebeuren.' Marcelis geeft aan dat de ledverlichting in 2040 waarschijnlijk een andere invulling heeft gekregen. De hoogleraar Tuinbouw denkt daarbij aan lampen die continu van intensiteit en kleur kunnen veranderen. 'Die technologie is er nu al wel, maar die moeten we met het oog op de rendabiliteit van de teelt nog goedkoper maken. Bovendien moeten we weten welke belichting optimaal is.' Om rendabel een groot deel van de groeiende vraag naar gezonde voeding in de toekomst via vertical farming te produceren, zijn volgens Marcelis investeringen in alle facetten van de teeltwijze noodzakelijk. 'De volledige potentie van deze manier van telen is nog lang niet bereikt.'

Circulair telen

Marcelis is tevens programmaleider van het door de overheid gesubsidieerde project SKY HIGH, waarin specialisten uit alle geledingen van de tuinbouw onderzoek doen naar het goedkoper en energiezuiniger maken van de verticale teelt. De onderzoeksdoelstelling van dit project is om de energiezuinigheid van de teeltwijze over 4 jaar op het niveau van de 'traditionele' tuinbouwkas te krijgen. 'Daarna willen we de volgende stap maken en klimaatneutraal telen', zegt Marcelis. 'Om klimaatneutraal te telen moeten we gebruik maken van wind- en zonne-energie en in de toekomst misschien ook getijde-





nenergie. Voor verticale teelt zal altijd een behoorlijke hoeveelheid elektriciteit nodig blijven om de lampen te laten branden, maar die energievraag kun je wel duurzaam invullen. De restenergie, zoals overtollige warmte, kun je vervolgens elders nuttig inzetten, bijvoorbeeld in woningen of kantoorgebouwen.' Het hergebruiken van de restwarmte van de vertical farms is een van de actiepunten binnen SKY HIGH om verticaal telen in de toekomst circulair te maken. Andere stappen waar het team van Marcelis aan werkt, is het hergebruik van water en nutriënten.

Potentie

Marcelis ziet in de wat verdere toekomst veel kansen voor de verticale teelt. 'Met schaalvergroting is het in 2050 mogelijk om in steden met enkel verticale teelt de hele bevolking van verse groenten en andere hoogwaardige producten te voorzien. Op een grondoppervlakte van ongeveer een voetbalveld kun je in een hoog gebouw genoeg groente telen voor 100.000 mensen die per persoon dagelijks 250 gram groente eten. Wanneer het klimaat in de toekomst verslechtert, worden de voordelen van vertical farming nog groter. Uiteindelijk is de hamvraag wat de consument wil en welke emotie hij of zij bij deze teeltwijze heeft. Als mensen deze teeltwijze omarmen, zie ik de verticale teelt nog heel groot worden.'



Autonomous Greenhouse Challenge

De eerste stappen met het op afstand telen van gewassen in een verticale teeltomgeving worden al gemaakt. Op 20 december 2019 ging de 2^e editie van de door WUR georganiseerde Autonomous Greenhouse Challenge van start. 5 teams gaan daarbij de strijd met elkaar aan met als doel om op afstand de meeste kilo's tomaten van een goede kwaliteit te telen, met minimaal gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Intelligente algoritmes sturen de kasregelingen aan en sensoren in de teeltomgeving genereren data over het gewas. De verzamelde data is de feedback van de planten aan de deelnemende teams over de gekozen teeltstrategie. Centraal staat de maximalisatie van het efficiënt gebruik van hulpbronnen; zoveel mogelijk produceren met zo min mogelijk grondstoffen.

Marcel de Leeuwe is al 25 jaar adviseur en trainer in e-Learning, waarvan 10 jaar als zelfstandige. Hij werkt voor onder meer de overheid, de zorg en in het bedrijfsleven voor bijvoorbeeld KLM. De term e-Learning wekt misschien associaties op met serious gaming of massive open online courses waaraan duizenden mensen tegelijkertijd meedoen. En hoewel die methoden zeker worden toegepast, komt het volgens De Leeuwe niet door de komst van dat soort technieken dat kennisdelen via e-Learning de laatste jaren echt is doorgebroken. 'De reden is meer cultureel, dan technisch.'

Marcel de Leeuwe:
'maak leren een continu onderdeel van het werkproces'

'Kennis blijft minder lang houdbaar dan vroeger'



Marcel de Leeuwe

Volgens De Leeuwe waren de meeste systemen voor e-Learning er 15 tot 20 jaar geleden ook al, maar kwamen ze destijds niet van de grond. 'De hele kijk op leren en kennisdelen was nog anders. Kennisdelen was geen gewoonte, zelfs niet tussen collega's van dezelfde organisatie. Wat overheerste was 'kennis is macht, en kennisdelen is macht verliezen'. Daarnaast vonden veel mensen het delen van ervaringen en kennis vaak ingewikkeld en tijdrovend; ze zagen niet welke meerwaarde het voor ze had.'

Sharing is caring

De omslag kwam een jaar of 10 geleden. Het is onder andere in gang gezet door de opkomst van social media, stelt de adviseur in e-Learning. 'Op social media was het ineens veel gemakkelijker om informatie te delen, en daardoor is het gangbaar geworden. Door diensten als Twitter hebben we plotseling geen moeite meer met het delen van ervaringen, foto's en meningen. Ook binnen organisaties gingen mensen zo'n 10 jaar terug interne sociale netwerkdiensten omarmen, zoals Yammer. Het beeld rond kennisdelen is daardoor veranderd: we zijn meer open, en we merken dat we zelf ook ontvangen als we delen. In de achterliggende periode schoten sector- en bedrijfwiki's ook als paddenstoelen uit de grond; websites zoals Wikipedia waarop gebruikers eenvoudig informatie kunnen delen.'

Hoe verwacht je dat kennisdelen en bijscholen er in de toekomst uitziet?

'Ik zie met name een belangrijke rol weggelegd voor Workflow learning, wat inhoudt dat je leert, of ondersteuning krijgt, terwijl je je werk uitvoert. Mensen leren nieuwe vaardigheden of kennis meestal niet op maar 1 moment. Leren zou dan ook een continu onderdeel van het werkproces moeten zijn. Stel, iemand volgt een training in offertes schrijven. Die training duurt misschien 1 dag. We gaan ervanuit dat de cursist het daarna zo'n beetje weet. Maar zodra hij of zij de opgedane kennis later zelf gaat toepassen, blijkt het vaak toch weer moeilijk. Ook op dát moment heeft iemand weer informatie nodig. Want moest de doelgroep nu zo worden aanschreven of toch zo?, en moest onderwerp A nu bovenaan of onderwerp B?. Of stel dat een installateur een warmtepomp installeert van een type dat hij maar eens in de twee maanden tegenkomt. Dan kan het ineens weer lastig zijn, óók als hij een training heeft gevolgd. Workflow learning kan er in dit voorbeeld zo uitzien: de installateur heeft een smartphone of tablet op zak waarmee hij een QR-code op de warmtepomp scant. In een app verschijnt een keuzemenu of stappenplan dat de installateur door het installatieproces helpt, of dat hem bij een specifieke vraag direct naar 1 antwoord leidt. De app geeft duidelijke ondersteuning, zoals 'Je moet dat kabeltje hebben', of 'Vul het waterreservoir.' Zo heeft een professional de juiste kennis altijd bij zich.'



In hoeverre is e-Learning voor iedereen toegankelijk, bijvoorbeeld voor digibeten?

'Het grappige is dat mensen soms zeggen 'Ik ben niet zo digitaal', maar als je dan vraagt hoe ze hun bankzaken regelen zeggen ze 'Via een app'. Dat komt omdat de meeste apps voor mobiel bankieren inmiddels zo goed zijn ontwikkeld dat bijna iedereen ermee om kan gaan. Als je een werkvorm voor e-Learning ontwikkelt, is eenvoud en toegankelijkheid dan ook een vereiste. Verder moet je zorgen dat de kennis die je aanbiedt waarde heeft voor mensen. Dan willen ze het zélf ook leren. KLM Cargo gebruikt in een training een Microsoft HoloLens (een augmented reality bril waarmee virtuele beelden zijn te zien, red.), waarmee de medewerkers het werk in een simulatie oefenen. Vroeger leerden nieuwe Cargo-medewerkers in een cursus wat er in dit werk fout kan gaan, maar via ►



de HoloLens krijgt iedereen persoonlijke feedback als er iets misgaat. Deze medewerkers hebben soms weinig ICT-kennis, maar de training via de HoloLens werkt erg goed.'

Verwacht je dat e-Learning ook in de technologiesector groot zal worden?

'Kennis blijft minder lang houdbaar dan vroeger, ook in de technologiesector. Mensen die net een technische opleiding of universitaire studie hebben afgerond, moeten

al veel eerder weer gaan bijleren dan vroeger nodig was. Bij eigenlijk elk beroep zie je dat het steeds meer vraagt van professionals. Een jaar of 30 geleden kwamen er bij Philips Lighting (nu Signify) jaarlijks ongeveer 10 nieuwe lichtoplossingen bij. Nu zijn dat er zo'n 200 per jaar. Je kunt niet van mensen verwachten dat ze zo maar met al die nieuwe techniek en kennis kunnen werken. Daar zijn andere manieren van bijscholing en kennisdelen voor nodig, via workflow learning en leren op de werkplek.'

E-Learning voor kennisontwikkeling bij TVVL

Ook TVVL heeft plannen op het gebied van e-Learning. Een jaar of 6 geleden begon TVVL de mogelijkheden van een Leer Management Systeem (LMS) te onderzoeken. In eerste instantie vooral voor het delen van documenten (de syllabi worden alleen nog digitaal uitgegeven), maar de vereniging diept de mogelijkheden aldoor uit. Inmiddels worden ook werkopdrachten in de leeromgeving gemaakt en nagekeken, zijn er online trainingen ontwikkeld (Kli-

maattechniek Online en Toegepaste Wis- en Natuurkunde) en van 5 cursussen worden de examens tegenwoordig digitaal afgenomen (via exameninstuut Eureka). In de toekomst gaat TVVL het aanbod van online trainingen verder uitbreiden.

Workflow learning is voor TVVL wat ingewikkelder om aan te bieden, aangezien de vereniging haar deelnemers enkel voor een specifieke cursus ontvangt en geen zicht heeft op de werk-

situatie. Bovendien richten (grotere) bedrijven workflow learning regelmatig zelf in, of ze maken gebruik van externe platforms zoals Printrest of Plusport. Hoe dan ook streeft TVVL ernaar om in de toekomst via deze organisaties meer gerichte online producten aan te bieden. Denk aan korte online trainingen over specifieke onderwerpen, zoals het Mollier diagram of het berekenen/dimensioneren van een adiabatische bevochtiger.

Nu het moderne kantoorgebouw steeds meer een smart building wordt, die straks onderdeel is van een smart city, rijst de vraag of we in die gebouwen nog veilig zijn. Hebben het beveiligingspoortje en de bewaker aan de balie nog enig nut, als we via de elektronische snelweg zo 'naar binnen wandelen'? De automatiseringssystemen in onze gebouwen zijn steeds vaker verbonden met het internet, maar ook met andere systemen. Is die koppeling met het wereldwijde netwerk voldoende veilig? En wie is daarvoor verantwoordelijk?



'De cyberdreiging verandert elke dag'

Alleen als bewustzijn groeit, worden slimme gebouwen veiliger

Om dit complexe vraagstuk inzichtelijk te maken, vroegen we 2 specialisten om met elkaar in gesprek te gaan. Tim de Grouw, systeemarchitect bij Kuijpers vond in Mark de Groot, teamleader KPN REDteam een uitdagende gesprekspartner. Als 'white hackers' zijn Mark de Groot en zijn collega's in staat om in de digitale systemen van praktisch elk gebouw binnen te komen. Bij het wereldkampioenschap hacken is het KPN-team 2 jaar terug al eens wereldkampioen geworden. 'Als we de tijd krijgen, komen we uiteindelijk overal binnen', zegt Mark de Groot. 'Daarom moet je het 'inbrekers' zo lastig mogelijk maken, zodat zij op zoek gaan naar een eenvoudiger doelwit.' Het KPN REDteam test op verzoek van de meest uiteenlopende bedrijven en organisaties bijna dagelijks of de beveiliging van hun ICT-systemen op orde is. Steeds vaker komt ook het verzoek binnen om een operationeel (OT-) systeem, zoals gebouwautomatisering te testen. 'Die OT-systemen zijn vaak een eenvoudig doelwit, omdat het bewustzijn bij installateurs en beheerders van die systemen minder ontwikkeld is', merkt De Groot.



Mark de Groot

Veel te verbeteren

Tim de Grouw herkent het gevaar waar De Groot naar verwijst. 'Ik zie een groot verschil tussen de bedrijven in onze sector. Sommigen zijn er al bewust mee bezig en anderen in veel mindere mate. Zeker bij nieuwe systemen is cyberveiligheid een essentieel onderdeel in het ontwerp. Maar in het veld, en dan vooral bij bestaande systemen, is nog enorm veel te verbeteren. Ik denk dat de bewustwording langzaam maar zeker groeit, maar lang niet voldoende en ook niet bij iedereen. Er is bijna geen enkele uitvraag die ik op mijn bureau krijg, waarin al eisen rondom cyber security zijn geformuleerd. Een verwijzing naar een norm waaraan de installatie moet voldoen, ontbreekt meestal. Daarom zal je als systeemarchitect of installateur zelf een aanbieding of ontwerp moeten maken dat in zichzelf cyber secure is.'

'In het algemeen merken wij dat IT-mensen meer bewust zijn van het belang van beveiliging dan OT-mensen. Vaak gaan de installateurs en system integrators van procestechologie of gebouwautomatisering ervan uit dat hun systeem niet gekoppeld wordt of dat hackers geen interesse hebben in hun systemen, omdat 'je er toch niet veel mee kunt doen'. Maar dat laatste is een misrekening', benadrukt De Groot. 'Heel vaak zijn het juist de OT-systemen die ons toegang geven tot de IT-systemen in een gebouw. Dat komt omdat ze steeds vaker zijn gekoppeld of omdat beide systemen dezelfde fysieke infrastructuur gebruiken. Een OT-specialist focust vaak primair op de functionaliteit van zijn systeem terwijl een IT'er de veiligheid langzaam maar zeker als een primair onderdeel beschouwt.'

Te weinig kennis

De recente problemen met cyber security - zoals de ransomware waarmee Universiteit Maastricht te maken kreeg en de onveilige Citrix servers waardoor veel mensen niet op afstand mochten inloggen - maken de mensen wel bewuster. 'Wij hebben in de afgelopen periode voor enkele grote partijen in de bouw- en installatiesector hun projecten gecheckt. Soms gaat het om het ontwerp, maar soms ook vragen zij om een systeem te testen', zegt De Groot. 'Toeleveranciers zijn er dus wel degelijk mee bezig, alleen merken we dat er relatief weinig kennis aanwezig is.'

De Grouw: 'Het zit ook in de aard van het bouwproces; zodra we een gebouw opleveren, moet de automatisering werken. Meestal is dan het IT-netwerk nog niet opgeleverd of actief. Daarom begint een OT-systeem soms als een standalone systeem dat pas later aan een IT-netwerk wordt gekoppeld. Het is dus zaak om vanaf de start van een project direct de verbinding en aansluiting te zoeken met de IT-organisatie. Het is de vraag wie dit doet, en of diegene de juiste kennis heeft. En waar ligt dan de verantwoordelijkheid? Voor de service- en onderhoudsmonteurs is het erg handig als zij op afstand even in het systeem kunnen kijken. Dat scheelt een ritje naar het gebouw. Maar als die koppeling niet vooraf is bedacht en op een veilige manier is aangelegd, moet je die mogelijkheid eigenlijk niet creëren. Of je moet zeer goed weten wat je doet, en hoe.'

Goede gesprekspartner

'Alles begint met inzicht', zegt De Grouw daarom. 'In bestaande gebouwen is er bijna geen enkele gebouwbeheerder die exact bijhoudt welke systemen worden gekoppeld en hoe dat gebeurt. Ook is de kennis bij de installateurs van gebouwautomatisering te beperkt. Wat weten zij nu van firewalls, switches, routers en een VLAN? Als wij in onze sector echt serieus met de beveiliging aan de slag willen, dan moet het kennisniveau omhoog. Of vind een goede partner die je hier kan ondersteunen. Zorg dus in dat geval dat je dat onderdeel aan IT-specialisten overlaat.'

'In 9 van de 10 gebouwen waar wij de gebouwautomatisering bekijken, ontbreekt de firewall. En dat begrijp ik ook. Voor de meeste OT-mensen is al die beveiliging maar lastig', zegt De Groot. 'De functionaliteit staat voorop. Als die hapert, door allerlei controles en wachtwoorden, is het logisch dat de serviceman roept: 'zet die poort maar open, dan werkt het tenminste'. Maar let op, er is een grote kans dat je een schijnveiligheid creëert als je alleen maar naar een veilige architectuur kijkt. Want hoe weet jij of de hardware die je selecteert veilig is? Wordt dat in jullie branche onderzocht?', vraagt De Groot aan De Grouw. 'Nee, dat zie ik in de markt erg weinig, te weinig gebeuren', zegt De Grouw. 'We vertrouwen met z'n allen erg veel op de leveranciers.' Volgens De

Groot komen zij geregeld situaties tegen waarbij de architectuur, met zonerings en firewalls, op orde is, maar dat de componenten die voor die veiligheid moeten zorgen, niet deugen. 'Zij zijn niet inherent veilig of slecht samengesteld, waardoor de fysieke toegang tot een systeem alsnog redelijk eenvoudig is.'

Gevaar voor continuïteit

Zowel De Groot als De Grouw zijn het roerend eens dat het toegang hebben tot technische installaties minder 'onschuldig' is dan veel mensen in de bouw- en installatiebranche zelf denken. 'Ik hoor nog regelmatig van vakgenoten de opmerking: wat heeft iemand eraan als ze op de sturing van de verlichting of de verwarming kunnen inbreken', zegt De Grouw. 'Maar dan gaan ze voorbij aan het belang van dergelijke systemen voor de continuïteit van het bedrijfsproces en de productiviteit in een gebouw.' De Groot vult aan: 'Iedereen snapt dat, zodra je de koeling in een datacenter of ziekenhuis overneemt, je een gevaarlijk chantagemiddel in handen hebt. Maar dat geldt eigenlijk ook voor het overnemen van de luchtbehandeling, de verwarming, de koeling of alle toegangssystemen in een kantoorgebouw. Bovendien zie je vaak dat de systemen in verschillende gebouwen, zoals datacenters, met elkaar gekoppeld zijn, want dat is eenvoudig voor de eigenaar of beheerder. Maar dat betekent wel dat, als ik bij één datacenter binnen ben, ik de systemen van meerdere datacenters kan bedienen of manipuleren. En dan is er ook nog imagoschade, als bekend wordt dat hackers in jouw systeem zitten. De betrouwbaarheid van een organisatie staat ineens ter discussie, maar ook die van een technisch dienstverlener als bekend wordt wie het beheer en onderhoud verzorgt.'

Wie is verantwoordelijk?

De vraag wie uiteindelijk verantwoordelijk is voor de cyberveiligheid vindt De Grouw een lastige, omdat dit vooral te maken heeft met de wijze van uitvraag en contractvorming. Maar voor De Groot is het antwoord niet zo ingewikkeld: 'Uiteindelijk ligt de eindverantwoordelijkheid bij de eigenaar van het systeem. Hij heeft tal van mogelijkheden om het goed te regelen, en hij moet dit doen.' Maar De Grouw vraagt vervolgens wat hij zou doen als een aanvraag of ontwerp niet aan de vereisten voor cybersecurity voldoet. Kun je dan toch gaan installeren wat de opdrachtgever vraagt? Ben je dan niet alsnog verantwoordelijk voor de eventuele lekken die daardoor ontstaan? De Groot: 'Je zal de eigenaar of opdrachtgever bewust moeten maken van het gevaar van zijn systeemontwerp.' De Grouw: 'Maar dat moet je als installateur of system integrator wel voorzien, dus de juiste kennis in huis hebben.' De Groot: 'Bottom line is dat de opdrachtgever een goede uitvraag moet doen, en dus ook de wijsheid moet hebben om iemand in de hand te nemen die voldoende kennis heeft om zijn aanvraag

kritisch te beoordelen.'

En dan zit er volgens de beide specialisten nog een wereld van verschil tussen het ontwerp- en installatieproces en de operationele fase. 'Wie evalueert op gezette tijden of het veilige systeem één of twee jaar later nog altijd veilig is? Hoe ga je dat garanderen? Tim, ga jij al je bestaande klanten informeren als er een probleem met een router of switch wordt ontdekt? Gaan jullie geregeld alle hardware en firmware updaten bij de systemen die je hebt geïnstalleerd? Kun jij je klanten verplichten om mee te gaan als er van een bepaald systeem nieuwe upgrades, updates of aangepaste firmware uitkomt?' De Grouw: 'We zien dat de markt de noodzaak hiervoor nog niet breed herkent. Terwijl de controle hierop wel noodzakelijk is. Daarom is het zo belangrijk dat de bewustwording fors toeneemt, bij iedereen; eigenaar, beheerders, servicemonteurs en installateurs.'

Creativiteit is eindeloos

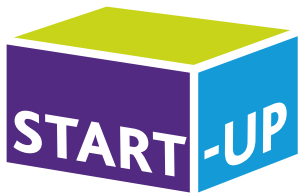
Uiteindelijk is elk systeem te hacken, zegt De Groot. 'Als een professionele hacker met voldoende middelen en tijd een aanval wil uitvoeren, dan vindt hij wel een mogelijkheid. Is het niet via de digitale weg, dan is het wel door fysiek in het gebouw zich toegang tot het netwerk te verschaffen. Of door een phishing actie. Of door wat USB-sticks te laten bezorgen. Creativiteit is eindeloos en daarom verandert de cyberdreiging ook elke dag. Het gaat erom dat een bedrijf of organisatie zich wapent tegen random-aanvallen, de zogenoemde 'script kiddies'. Zij zijn op zoek naar systemen die open staan. Of tegen hackers die alleen eenvoudige toegankelijke systemen overnemen voor hun DDOS-aanvallen. Dat type hackers wil geen of heel weinig moeite moeten doen voor een hack. Als het iets meer tijd kost, gaan ze op zoek naar een ander systeem.'

Doordat de cyberdreiging elke dag anders is, heeft het volgens De Groot en De Grouw niet veel zin om cybersecurity in een standaard onderhoudscontract onder te brengen. 'Voor de wat meer kritische gebouwen, zoals ziekenhuizen of datacenters, kun je wel permanente monitoring op je gebouwautomatisering installeren. Dit houdt in dat het systeem kijkt of er iets anders gebeurt dan je zou verwachten. Dit hoeft niet duur of complex te zijn, zeker als we dit combineren met systemen en principes die de IT-wereld al gebruikt. Of installeer een 'two factor authenticatie' op de toegang tot je gebouwautomatisering. Daarmee hou je veel narigheid buiten.' 'En ga ook eens opschrijven wat je nu precies hebt geïnstalleerd', zegt De Grouw. 'Laat iemand meekijken met het ontwerp dat je hebt gemaakt. Durf te vragen en zorg dat je de juiste kennis verzamelt om te weten wat je installeert.'



Tim de Grouw





Tijdens hun studie Industrieel productontwerpen aan de TU Delft deden Simon van der Jagt en Omar Link mee aan een IoT-project.

Ze merkten dat Internet of Things in de praktijk lastig toepasbaar is, ondanks de hoge verwachtingen. 'Want ook de batterijen van laagverbruikende IoT-apparaten zijn op een gegeven moment leeg', zegt Simon van der Jagt. 'Vaak is het praktisch onmogelijk, enorm tijdrovend of duur om ze te vervangen. Ga maar na, als je 30.000 sensoren hebt.' Dus in plaats van de energie naar het product te brengen, met batterijen of kabels, ontwikkelden ze een chip waarmee IoT-apparaten zich kunnen voeden met energie die al in de omgeving aanwezig is. Via energy harvesting dus.

IoT-chip van Nowi haalt energie uit omgeving



Simon van der Jagt

'Op bijna iedere plek zijn allerlei bronnen beschikbaar waarin een heel klein beetje energie zit. Al deze bronnen kunnen worden gebruikt om een mini-stroompje te maken', legt Van der Jagt uit. 'Denk aan beweging, warmte, thermische energie, het licht van lampen of de zon, RF-straling, 4G en GSM-straling.' Van der Jagt en Link richtten Nowi op, een samentrekking van no wires, en ontwikkelden een energie harvesting sensor. 'We beseften al snel dat het maken van sensoren niet onze specialiteit is. Maar het doorontwikkelen van de chip in de sensor wél.' Op dat laatste legt het inmiddels 20-koppige team van Nowi zich volledig toe. Met hun chip, de Nowi energy

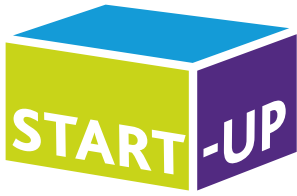
harvesting PMIC (power management integrated circuit), kan de markt producten ontwikkelen die geen batterij nodig hebben. Of die gebruikmaken van een batterij-hybride-optie.

Gladheidbestrijding

Energy harvesting is geen nieuw fenomeen, maar de voetafdruk van Nowi's chip is 30 keer kleiner en 94% goedkoper dan vergelijkbare producten, bijvoorbeeld die van Texas Instruments. Huawei gaat de chip van Nowi gebruiken voor hun IoT-apparaten. De chip wordt op dit moment al commercieel gebruikt in onder andere een hybride smartwatch van het Zwitserse bedrijf MMT SA, en in de poot van een bril. Via de chip is de bril steeds te traceren, zodat zoeken verleden tijd is. Verder doet BAM een test voor gladheidbestrijding met sensoren waarin de Nowi-chip zit. Van der Jagt: 'Het is moeilijk om precies te weten wanneer er moet worden gestrooid. Je wilt niet te laat strooien, en gezien de kosten en de milieu-impact van het zout ook niet onnodig veel. Maar als je met sensoren de temperatuur van het wegdek meet, weet je wanneer het vriest en heb je wél een duidelijke indicatie.'

Ontelbare toepassingen

Via investeringsronden haalde Nowi in 2019 meer dan 12 miljoen euro binnen om van hun IoT-chip een nog groter commercieel succes te maken. Het aantal toepassingen is ontelbaar. In parkeersensoren, rookmelders, om pakketjes in grote warenhuizen te volgen, of om de temperatuur van een lading te controleren. De mogelijkheden liggen letterlijk en figuurlijk op straat.



Vliegtuigen, schepen maar ook windturbines hebben een coating die hun oppervlak beschermt tegen weersinvloeden. Zo'n coating aanbrengen is mensenwerk; verre van ideaal omdat het soms op moeilijk bereikbare plekken gebeurt en er giftige stoffen bij vrijkomen. De Delftse start-up Qlayers ontwikkelde een printer die in 1 uur tijd automatisch 200 m² kan coaten. En het bedrijf heeft nóg een innovatie in petto: 3D microstructuren printen die lijken op een haaienhuid.

Qlayers print de coatings van de toekomst

Qlayers richt zich nu vooral op het automatisch coaten van grote oppervlakten, waarover later meer, maar hun verhaal begon met haaienhuid. Haaienhuid bestaat uit minuscule, tandachtige schubben die zorgen dat het dier minder weerstand ervaart, daardoor minder energie nodig heeft en dus sneller kan zwemmen. Toen Ruben Geutjens, die Lucht- en Ruimtevaarttechniek studeerde, ontdekte dat het mogelijk is kunstmatige haaienhuid 3D te printen, besefte hij dat we daarmee veel kosten en CO₂ kunnen besparen. Hij vertelde Josefiën Groot, zijn buurvrouw in de studentenflat, dat hij iets wilde doen met het printen van microstructuren. Groot deed destijds een master aan de TU Delft en besloot Geutjens te helpen.

Krap drie jaar later is zij nu CEO van Qlayers, zoals ze het bedrijf noemden, en hij CTO. Samen met Gerbrand Marbus leiden zij een team van 11 fulltimers en 2 parttimers. Qlayers heeft inmiddels 3 patenten op zijn naam staan: voor de printkop die geautomatiseerd enorme oppervlakten coat en voor het feit dat ze, uniek in de wereld, de potentie hebben om op grote schaal haaienhuidstructuur te printen.

Lastig bereikbare plekken

Josefiën Groot: 'Hoewel we vanaf het begin bezig waren met het printen van haaienhuidstructuur, zagen we dat bedrijven nog niet klaar waren voor zo'n nieuwe technologie. Daarom hebben we ons eerst gericht op het automatisch coaten van grote oppervlakten. Want daarmee kunnen we de markt al direct helpen. De grootschalige uitrol van haaienhuid printen komt later weer, ook al hebben we het patent daarop al in huis.' Hun printer, Slash, is een draagbare printkop die op lastig bereikbare plekken kan verven. Hij verdubbelt de efficiëntie, ver-

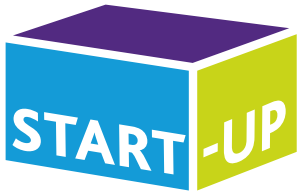


Josefiën Groot

hoogt de kwaliteit van de coating applicatie en er niemand hoeft chemische dampen in te ademen. In mei van dit jaar zal de Slash een opslagtank coaten. En voor 2021 staat al in de agenda dat hij een windturbine een nieuwe laag geeft. Behalve voor opslagtanks en windturbines is de techniek toepasbaar op bijvoorbeeld schepen, jachten, vliegtuigen en pijpleidingen.

Mini-tornado's stroomlijnen

Nog even terug naar de haaienhuid. 'Weerstand door lucht of water creëert een soort mini-tornado's op een oppervlak', vertelt Josefiën Groot. 'Met microstructuren zoals haaienhuid kun je die tornadootjes stroomlijnen en verminderen, waardoor de lucht- of waterweerstand met gemiddeld 5% afneemt. Het brandstofverbruik van het voertuig neemt daardoor af. Onze Slash kan haaienhuid op grote schaal printen, hoewel wij hem daar nu dus nog niet voor inzetten. Maar relatief kleine oppervlakten, zoals een kleine draagvleugelboot of surfplank, kunnen we bij wijze van spreken morgen al een haaienhuid geven.'



Energieopwekkende ramen: dat was het onderzoeksthema van een vakgroep van Technische Natuurwetenschappen aan de TU Delft. Ferdinand Grapperhaus jr. en Willem Kesteloo zaten een periode in die vakgroep. Na hun afstuderen besloten ze serieus aan de slag te gaan met de energieopwekkende ramen en startten PHYSEE, nu 5,5 jaar geleden. Hun PowerWindows zien er normaal uit, maar 1 m² aan glas genereert voldoende energie om een telefoon en laptop op te laden. 'Hoe mooi zou het zijn als energieopwekkend glas de norm wordt?', zegt Grapperhaus, CEO van PHYSEE.

PHYSEE's slimme ramen wekken stroom op



Ferdinand Grapperhaus

De PowerWindows, zoals de ramen heten, hebben een doorzichtige coating van luminescerend materiaal dat zonlicht absorbeert. Het zonlicht wordt naar zonnecelstrips aan de zijkant van het raam geleid. Omdat de markt 5 jaar geleden nog niet klaar bleek deze speciale coating snel en betaalbaar te produceren, focusten Ferdinand Grapperhaus en CFO Willem Kesteloo zich eerst op 'het pakket' om het raam heen: de zonnecel-strips, een batterij om energie op te slaan, en de techniek om met de zonne-energie bijvoorbeeld de zonwering te bedienen. 'In 2017 plaatsten we PowerWindows bij het gerenoveerde kantoor van Rabobank in Eindhoven. De gebouwbeheerder vroeg of hij meer data kon krijgen uit de ramen. Zoals de lichtintensiteit binnen en buiten, de luchtkwaliteit en de kamertemperatuur. Dat kon nog niet, maar het bracht ons op het idee sensoren aan de ramen toe te voegen.'

Energiebesparing van 20%

Zo ontstond hun tweede product SmartWindow, dat met slimme sensoren ook het CO₂-gehalte in de ruimte meet

en zijn eigen zonne-energie gebruikt voor aansturing van de airco en ventilatieschachten. Een koppelbare EESYbox slaat de zonne-energie op en bewaart alle sensorgegevens. Door die data te combineren met weersinformatie en de gebruikersinstellingen valt er bij nieuwbouw wel 20% aan energieverbruik te besparen. 'Bij een renovatieproject waar we binnenkort gaan leveren, denken we zelfs 35% te kunnen besparen', zegt Grapperhaus. 'We laten dit altijd doorrekenen door onafhankelijke ingenieursbureaus. Het klopt altijd. In enkele gevallen bleek de besparing zelfs hoger te zijn.'

Gegroeid naar scale-up

Momenteel worden wekelijks 20 PowerWindows geleverd bij de nieuwe woontoren BOLD in Amsterdam-Noord, en nog eens 25 bij het inspiration centre van Dura Vermeer. Daarnaast staat het gezondste kantoor van Europa, Pharos in Hoofddorp, als volgende op de leveringslijst. Het jonge bedrijf is eigenlijk al geen start-up meer; dat blijkt wel uit het aantal werknemers (rond de 40), de groeiende reeks gebouwen waar hun ramen in de sponningen prijken, en de begeleiding door ScaleUp-Nation. Dat programma helpt jonge, innovatieve bedrijven een groei doormaken.

Smart glas als norm

PHYSEE werkt samen met raamfabrikanten in Nederland en België, die voor de PowerWindows dezelfde garantie geven als voor gewoon glas. 'Hoe mooi zou het zijn als smart, energieopwekkend glas de norm wordt?', zegt Grapperhaus enthousiast. 'Net zo normaal als HR++ nu. Als het ons lukt op te schalen, en als bijvoorbeeld ook andere bedrijven de slimigheid die wij aan ramen toevoegen gaan integreren, zou het snel kunnen gaan.'

Midden in de coronacrisis komen de TVVL Kennispartners virtueel bij elkaar om via een Zoom-meeting samen naar de toekomst te kijken. Juist in deze tijd, die voor velen veel aanpassingen vergt, is het goed om eens op een beschouwende wijze naar je eigen business te kijken. Zitten we op de goede weg? Is het nu de tijd om veranderingen door te voeren? Welke zaken zullen niet meer hetzelfde zijn als voor de crisis? Wim van Rooijen van Fountainheads legde als moderator de TVVL Kennispartners een drietal prikkelende stellingen voor die voldoende stof tot nadenken gaven.

TVVL Kennispartners spreken zich uit over de toekomst



'Onze business bevindt zich

'Wie heeft er al een 3D avatar van zichzelf?', vroeg Wim van Rooijen van Fountainheads aan de Kennispartners. Met zo'n digitale kopie van jezelf, zo liet Van Rooijen zien, kun je straks presentaties geven of verkoopgesprekken voeren zonder dat je daar fysiek bij hoeft te zijn. Het was zijn introductie op de stelling: What business are you really in? 'Is Picnic een online supermarkt? Of is het een IT-bedrijf dat het laatste stukje van de logistieke keten slim oplost?' Met die vraag daagde Van Rooijen de deelnemers uit om eens naar hun eigen business te kijken.

In de afgelopen jaren kwamen al enkele nieuwe concepten naar de markt waarbij de afnemer niet de hardware (de technische installatie) koopt, maar wel de dienst. Schiphol wilde als exploitant van de nieuwste pier geen lampen of verlichting kopen, maar licht. Signify (voormalige Philips) ontwikkelde een passende dienstverlening. Een bekende witgoedleverancier levert een Amsterdamse woningcorporatie geen koelkast, maar koeling als een dienst tegen een vast bedrag per maand. Is dit een transitie waar ook de Kennispartners mee te maken hebben, wilde Van Rooijen weten. 'Hebben jullie duidelijk voor jezelf in welke richting jullie business zich ontwikkelt?'

Harm Valk, Nieman Raadgevende Adviseurs: 'Het klopt, ook wij zitten midden in zo'n transitie. Van oudsher is onze business er vooral een van 'uurtje factuurtje'. Wij maken berekeningen, ontwerpen, tekeningen en brengen adviezen uit. Maar als je realistisch naar de toekomst kijkt, is dit niet de kurk waarop wij blijven drijven. Praktisch alle kennis waarop wij onze diensten baseren, kan straks vanuit hele grote datawolken worden gepresenteerd. Er komen slimme mensen aan die op basis van big data een deel van onze diensten - een berekening, een tekening -

automatisch gaan genereren. Daarom moeten we ons transformeren naar een organisatie die niet onze kennis verkoopt, maar onze inzichten. Pas dan voegen we iets essentieels toe aan kennis die niet automatisch te genereren is. Wij moeten naast de mensen gaan staan - de architecten, de ingenieurs, de bouwers - die onze inzichten tijdens hun werk nodig hebben. Een andere activiteit is het helpen van de mensen die met hulp van data hun technische systemen willen beheren.'

Wim van Rooijen: 'Hebben jullie die data zelf? Want pas dan kun je een belangrijke rol vervullen'

Harm Valk: 'Nee, op dit moment hebben wij die big data niet. Wij zijn ook geen eigenaar van installaties. Maar wij vragen onze relaties of we kunnen meekijken naar de data. Dit zou voor ons uiteindelijk kunnen betekenen dat wij ons verder ontwikkelen de richting van data-analyse opgaan.'

Michel Kraak, Grundfos: 'De rol van data heeft in ons bedrijf de laatste jaren een grote vlucht genomen. Pompen leveren steeds meer informatie over hun functioneren. Dit betekent dat onze klanten steeds vaker op basis van die data heel gericht onderhoud kunnen uitvoeren. Het wordt steeds gemakkelijker om aan de hand van het gedrag van de installatie je onderhoudswerk te plannen. We zien nu al dat een onderhoudsbedrijf vaak eerder dan de eindgebruiker weet dat een pomp in storing is, of binnenkort zal gaan.'

'Zelf zijn we nog niet zo ver dat wij onze afnemers liters of kubieke meters verkopen, in plaats van een pomp. Maar ik vind dat geen ondenkbare situatie. Uiteindelijk wil een eindgebruiker verzekerd zijn van een comfortabele waterstroom. Dat hij daarvoor een hydrofoorinstallatie nodig heeft, boeit hem eigenlijk niet. Ik kan me voorstellen dat vooruitstrevende VvE-beheerders als eerste een dergelijke vraag kunnen gaan stellen. Doe mij maar een contract voor een x-aantal liters per dag in plaats van een hydrofoorinstallatie met onderhoudscontract.'

Mark de Vaal, Holland Water: 'Ons product is in feite, naast een stuk hardware, een complete dienst. Met hulp van koper- en zilverionisatie zorgen wij bij onze klanten dat zij over een veilige drink- of koelwaterinstallatie kunnen beschikken. Onze klant is, zo blijkt wel in de gesprekken die wij voeren, niet alleen geïnteresseerd in veilig water, maar ook in energie- en kostenbesparing. Nu gaan we in onze oplossing misschien nog wel te veel van het product uit. Ik denk dat ook wij ons nog wel wat nadrukkelijker als dienstverlener kunnen profileren; als de partij die zorgt voor veilig water.'

in een duidelijke transitie'



Dick van Giezen, Carrier: 'Ooit verkochten wij airconditioning of klimaatbeheersing als toeleverancier van componenten in een grotere installatie. Systemen die ontworpen zijn door een adviseur en gemaakt door de installateur. Vandaag zijn we genuanceerder. We zijn ons bewust van het feit dat we een koelmachine of een warmtepomp leveren die circa 15 jaar onderdeel is van een installatie en waarvan de gebruiker slechts koude of warmte verwacht. Daarom zijn we aan het opschuiven naar een positie waarin we dit als dienst willen leveren. Ik zeg nadrukkelijk 'willen leveren' want, hoewel we een businesspropositie hebben waarin we eigenaar van de opwekker willen blijven en warm of koud water willen verkopen, wachten we na 3 jaar nog steeds op de doorbraak.'

Wim van Rooijen: 'Hoe vaak denken jullie over deze vragen na?'

Mark de Vaal: 'Op dit moment staan dit type vragen elke maand op de agenda. We betrekken ook praktisch al onze medewerkers bij dit proces, om te brainstormen over de richting waarin we gaan. Nu kan dat bij ons ook,

omdat we een organisatie hebben met circa 20 mensen. Ik denk dat dit nu een voordeel is, doordat we redelijk snel kunnen schakelen en bijsturen.'

Harm Valk: 'Te weinig! We zouden vaker stil moeten staan en nadenken over de transformatie die aanstaande is. Ik zie namelijk nog een andere transformatie. Wij zullen ons als bedrijf minder moeten richten op berekeningen of ontwerpen, maar veel meer moeten focussen op een gezond gebouw, comfortabele werkplekken, een aangenaam binnenklimaat. Om voor elkaar te krijgen dat we zulke integrale diensten leveren, moeten we daar veel vaker over praten.'

Michel Kraak: 'Ik merk dat die veranderingen in onze business op steeds bredere schaal in ons bedrijf worden besproken. Alleen is Grundfos een groot bedrijf, dus het in de praktijk brengen zal minder makkelijk en snel gaan dan bij een kleinere onderneming.'

Wim van Rooijen: 'Als je echt bij jezelf nagaat in welke business je actief bent, dan denk je na over de 'why' van je business. Kijk niet naar wat je levert of hoe, maar waarom. Waarvoor betaalt jouw klant nu echt. Zorg dat je goed weet waar jij 'in zit'; maak je businesscase helder. En ook dat is geen constante. Dit zal steeds veranderen.'

'Zorg dat je zo weinig mogelijk

De coronacrisis maakt veel bedrijven in Europa nog maar eens duidelijk hoe zeer zij afhankelijk zijn van de globale economie. Veel leveringen kwamen de afgelopen maanden in de knel omdat de 'grootste werkplaats ter wereld', China en andere Aziatische landen, even niet konden of mochten leveren. 'Is dit het moment waarop we vaststellen dat elk bedrijf in de toekomst urban mining zal moeten omarmen?', vroeg Wim van Rooijen de deelnemers.

Wim van Rooijen, Fountainheads: 'Uit onbevestigde bronnen zou blijken dat we van veel grondstoffen op dit moment een grotere hoeveelheid boven de grond in gebruik hebben dan dat er nog aan voorraden in de grond zitten. Dit geldt zeker voor specifieke metalen als goud, koper of platina. We recyclen al op een redelijke schaal, maar hoe zien jullie de toekomst? Is urban mining - het weer bruikbaar maken van grondstoffen in bestaande producten als basismateriaal - een businessmodel waarmee jullie bezig zijn?'

Michel Kraak, Grundfos: 'In Denemarken hebben we met de technische groothandel een take-back programma uitgerold. Het recyclen en opnieuw gebruiken van de grondstoffen in onze producten is een belangrijk uitgangspunt in de strategie van Grundfos. In Nederland zien we nu dat grote installateurs ons steeds vaker vragen om producten te leveren, maar de verpakkingen vanaf de bouwplaats meteen weer mee terug te nemen. Ook de boekjes met handleidingen stelt men steeds minder op prijs. Die info vinden ze wel op internet. De vraag om schoner en met minder grondstoffen te leveren, is er zeker al en zal alleen maar sterker worden. Wij zullen daar bij elke ontwikkeling en innovatie rekening mee moeten houden.'

Michael Willemse, Systemair: Wij hebben onze LBK's zodanig ontworpen dat ze aan het einde van hun levensduur eenvoudig te demonteren zijn. Elke LBK kunnen we

tot componentniveau afbreken en afvoeren. De panelen zijn, zeker in onze nieuwe ontwerpen, weer volledig tot stalen platen en isolatie te reduceren. We gebruiken geen samengestelde materialen in het omkastingsontwerp. Ook de componenten zoals ventilatoren, warmtewielen zijn volledig te demonteren. Maar bijvoorbeeld bij motoren loop je nog wel vast in het verder scheiden. Want hoe ga je de isolatie om de wikkeling van een motor verwijderen? Dit is nog wel een algemeen probleem. Tegelijk vind ik dat je op meer manieren circulair bezig kunt zijn dan alleen te kijken of producten eenvoudig te recyclen zijn. Renovatie van LBK's is een geweldig middel om te verduurzamen. Je kunt de meeste componenten - omkasting, filterframes, koeler - behouden maar ze bijvoorbeeld opnieuw coaten of behandelen. Als je de ventilatoren en motoren vervangt voor exemplaren met betere rendementen ben je ineens veel energiezuiniger. Ook kun je vaak warmteterugwinsystemen met hogere rendementen toevoegen of vochtterugwinning.

Erwin Nijlant, Xigna: 'In ons bedrijf speelt dit minder, omdat wij toch vooral een 'urenfabriek' zijn. Wij leveren een dienst door controles op drinkwaterinstallaties uit te voeren. We merken wel dat eigenaren en toeleveranciers wat anders tegen vervangingen gaan aankijken. Als we een kapotte keerklep tegenkomen, dan verving men vroeger meteen de hele keerklep. Nu komen we mensen tegen die vragen of je alleen het kapotte onderdeel kunt vervangen, en niet de hele installatie. Wat voor ons wel van toepassing is, en dat heeft zijdelings ook met deze discussie te maken, is de vraag of wij nog wel een kantoor nodig hebben. De coronatijd laat zien dat onze mensen heel goed mobiel en vanuit huis kunnen werken. Onze klanten staan ook minder afwijzend tegenover een consult of adviesgesprek via Teams. Ik denk dat we, zonder de coronacrisis, onze klanten niet zo makkelijk zo ver hadden kunnen krijgen. Maar zo gebruiken wij vanaf nu minder 'grondstoffen' in de vorm van kantoorruimte en autokilometers.'

Erwin Tuijtel, Alklima: 'Er is bij Mitsubishi Electric, het merk waarvoor wij in Nederland de vertegenwoordiger zijn, een zeer groot besef van de eindigheid van grondstoffen. Het zo effectief mogelijk gebruiken van grondstoffen is een integraal onderdeel in het ontwerpproces. Ook met het terugnemen en hergebruiken van oude producten zijn we volop bezig. Mitsubishi bouwde hiervoor op de Moerdijk een fabriek die metalen uit oude elektronische producten haalt, zodat we die opnieuw kunnen gebruiken. Maar zeker zo belangrijk is het ontwerpproces.

grondstoffen nodig hebt'

Als je producten zo klein en compact mogelijk maakt, heb je minder grondstoffen nodig, maar kost het ook minder energie om ze te vervoeren.'

Dick van Giezen, Carrier: 'Uiteindelijk gaat elk bedrijf aan urban mining doen. Dat is een must. Ook hier speelt de vraag of je als fabrikant eigenaar blijft en of je alleen het gebruik van je product verkoopt. Tegelijk ben ik ervan overtuigd dat ieder bedrijf moet doen waar het goed in is. Bij Carrier is dat het maken van de meest economische oplossing voor de productie van koud of warm water. Als we onze apparatuur zo maken dat alle details van de gebruikte grondstoffen bekend zijn via ons materiaalpaspoort en we kunnen aantonen dat 98 procent of meer herbruikbaar is, vormt dat voor andere marktpartijen een interessante businesscase. Zo'n bedrijf maakt dan na 15 jaar of zo alle materialen in ons product weer beschikbaar zodat wij er een nieuw en veel beter product van kunnen maken. Mijn stelling is dan ook dat we pas circulair worden als we daar als bedrijf de voorwaarden voor creëren.'

Wim van Rooijen: 'Wat is er nodig om deze processen, het urban mining, te versnellen?'

Michel Kraak: 'Ik denk dat de overheid daarin toch een belangrijke rol te vervullen heeft. We zien nu dat koplopers een extra stap willen zetten. Maar de meeste klanten zijn niet bereid om voor deze processen iets extra's te betalen. Als de overheid regels maakt of een verplichting oplegt, creëren we een level playing field en kunnen we de extra kosten, die dit proces toch met zich meebrengt, met z'n allen dragen.'

Erwin Tuijtel: 'Duidelijke regelgeving is een belangrijke driver. Een organisatie als WeCycle, wat je ook van de uitvoering mag vinden, is een goed initiatief. Maar het is een proces dat we als gehele bouwkolom moeten oppakken, inclusief de installatiesector. Tegelijk is ook een kanttekening mogelijk. Als je dit doet met het doel om oude apparatuur, zoals warmtepompen of ketels, te refurbishen en ze daarna weer in omloop te brengen, dan weet ik niet of dat slim is. Met een refurbished warmtepomp haal je waarschijnlijk nooit de efficiency van een volledig nieuw ontworpen toestel. Je bent dan wellicht qua grondstoffen goed bezig, maar met de mindere energie-efficiency gedurende de volgende 15 jaar doe je naar mijn idee veel milieuwinst weer teniet.'

Harm Valk, Nieman: 'Om dit proces een push te geven, moeten sommige hekkjes in de regelgeving weg. Voor hergebruik van bouwmaterialen vormen bouwregels te vaak nog een obstakel. Tegelijk moeten we producten naar een hoger niveau kunnen 'upcyclen'. Architect Thomas Rau, de grondlegger van deze gedachte, heeft het grondstoffenpaspoort geïntroduceerd. Uiteindelijk moeten we elk product in een gebouw via zo'n paspoort in kaart kunnen brengen. Pas dan kun je grondstoffen niet meer 'kwijtraken'. Een gebouw wordt dan letterlijk een grondstoffenbank.'

‘Versterk je positie, nu

Is de coronacrisis een ramp of biedt hij ook hoop? Zeker is in elk geval dat we er op verschillende manieren naar kunnen kijken. Dat was de boodschap die Wim van Rooijen van Fountainheads de kennispartners voorhield. Nu kun je de tijd nemen om eens te kijken of er ontwikkelingen zijn waarin je jezelf moet verdiepen. De snelheid is even uit de economie, dus ga op zoek naar aanpassingen die jouw business sterker maken.

Wim van Rooijen: ‘Ik vergelijk het met de Formule 1 auto’s die noodgedwongen achter de safety car rijden. Wie nu een pitstop maakt – lees: wie nu de tijd neemt om zijn dagelijkse business te overdenken en wellicht andere keuzes maakt of nieuwe initiatieven ontplooit - verliest minder tijd dan wanneer we allemaal full speed aan het werk zijn. Omdat nu bijna niemand op volle snelheid onderneemt, kun je jezelf dwingen om te veranderen, en zo jouw activiteiten ‘future proof’ maken. Welk gedrag of welke technologie zie jij op dit moment die jouw business blijvend gaat veranderen?’

Bert van Dorp, Orange Climate: ‘Wij zijn, denk ik, al vrij future proof. We hebben een leuk, strak en lean bedrijf. Met Orange Climate zitten we aan het eind van de keten, als leverancier van luchtbehandelingskasten. Die we overigens volledig in Nederland maken, waardoor we praktisch geen last hebben van haperende leveringen uit het buitenland. Wat zo ongeveer een unicum is in onze branche. En met de dienstverlening van Autarkis zitten we aan de voorkant van de keten. Door deze aanpak leren wij vanuit de hele keten wat de wensen en eisen van onze afnemers zijn. Dit is een vreselijk robuust model. Wij leren dus hoe een koe een haas vangt.’

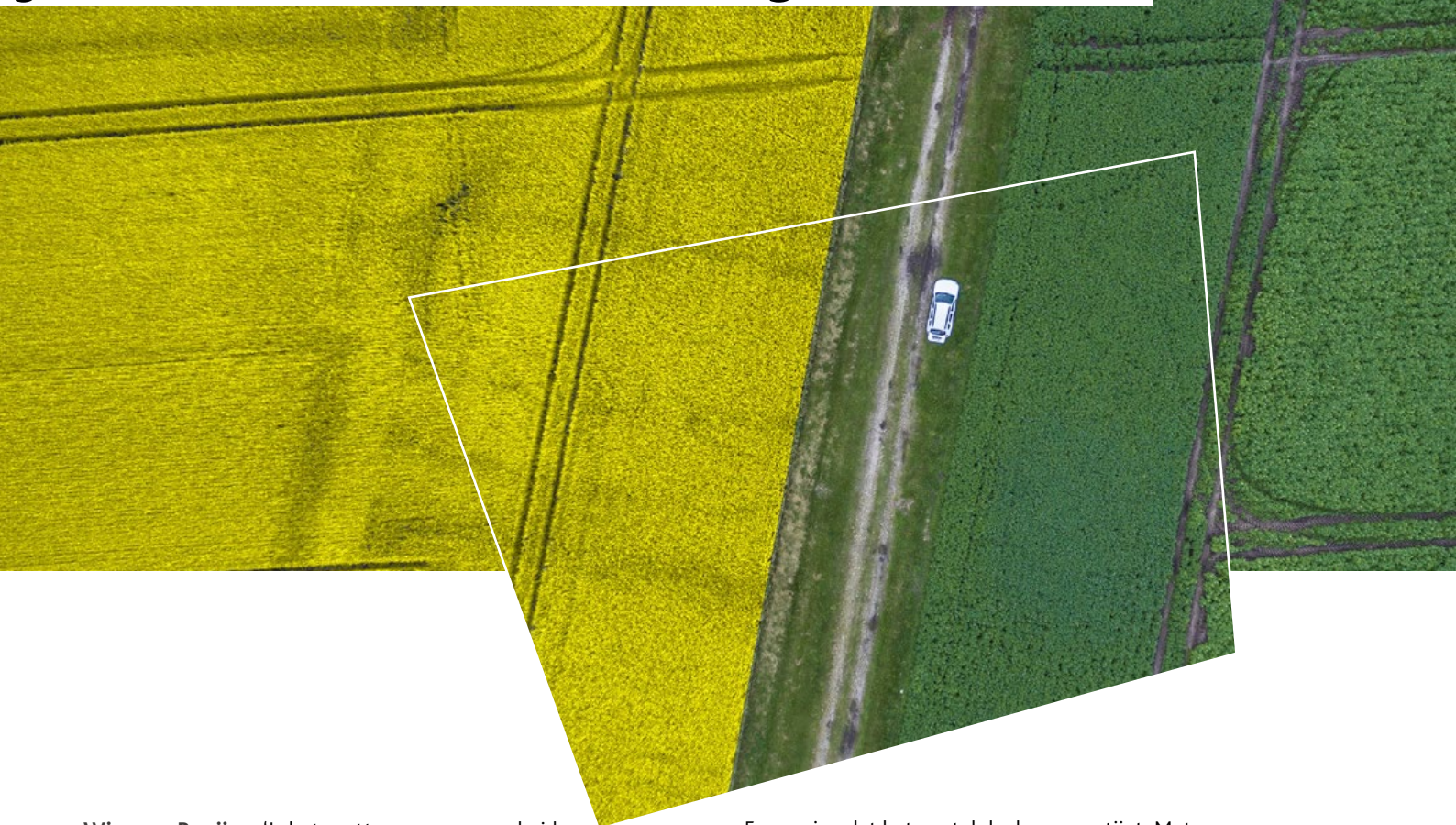
Mark de Vaal, Holland Water: ‘Wij zagen dat, na het uitbreken van de crisis, onze business een paar weken echt

geremd werd. Wij zitten vooral in legionellabestrijding en eigenlijk kun je in die business niet verslappen. Als je de teugels even laat vieren, wordt legionella alleen maar een groter probleem. Hotels, sauna’s en sportlocaties die even niets deden, omdat ze toch dicht waren, zullen merken dat het lastig is om op te starten. Wij hadden en hebben in de afgelopen maanden vooral een taak in het duidelijk maken dat ‘even rustig aan’ in de legionellabestrijding een averechts effect heeft.’

Erik de Bruijne, Remeha: Dit is voor ons wel een goed moment om nieuwe marktconcepten, waar we al even mee bezig zijn, actief uit te rollen. Een zo’n concept is Klimaat@home, waarbij wij met partners, zoals ontwikkelaars, adviseurs, aannemers, installateurs en toeleveranciers, een totaalconcept voor verduurzaming in de nieuwbouw aanbieden. De afrekening gebeurt hierbij maandelijks en op basis van het verbruik. Maar ook met energiebedrijven rollen wij concepten uit voor een huur/lease-propositie voor eindgebruikers waarbij verduurzaming de belangrijkste driver is. In het algemeen zien wij dat we, als producent, een veel bredere rol dan die van producent op ons nemen. Diensten en producten smelten samen waarbij samenwerking in de bouwkolom essentieel is om het gewenste resultaat te bereiken. Ons motto is daarom heel nadrukkelijk: verduurzamen doe je samen.

John Lens, TVVL: ‘Wij zitten met onze evenementen en opleidingen in de hoek waar nu de klappen vallen. Zeker voor onze opleidingen had dit in het begin een forse impact. 3 weken lang hadden we even alles stilgelegd. Vooral om ons te bezinnen en alternatieven te onderzoeken. Ik ben daarom best trots dat wij in zeer korte tijd in staat bleken om bijna alle cursussen van klassikaal naar online om te zetten. Als we straks achter die safety car vandaan komen, zal blijken dat we ineens veel nieuwe ervaringen hebben. Ik ben er van overtuigd dat ons aanbod straks echt anders zal zijn. We gaan niet meer terug naar de oude situatie. Er zal een hybride aanbod komen met kleinere aantallen in de klas, maar tegelijk ook met deelnemers die online de lessen volgen of anderen die ervoor kiezen om de opgenomen lessen in hun eigen tijd, bijvoorbeeld in de avond, tot zich nemen. Hadden we dit vóór de coronacrisis bedacht, dan was dit veel lastiger door te voeren. Nu wordt dit makkelijker geaccepteerd. Het enige misverstand is dat mensen denken dat - nu we veel online doen - het goedkoper kan. Dat is echt onzin. De kleine besparing die we realiseren omdat we minder of geen mensen op een locatie ontvangen, gaat op aan een moderator en aan de ICT-voorzieningen die nodig zijn. Eigenlijk is zo’n multimedia-aanpak kostenintensiever.’

je achter de safety car zit'



Wim van Rooijen: 'Is het motto van onze overheid 'Samen komen we de coronacrisis door' wel echt zo 'samen'? Een crisis is meestal een hele sterke scherp-rechter. Zelfs in een safety car situatie zal blijken dat niet iedereen er weer bij kan komen.'

Bert van Dorp: 'Wij maken ons product in Nederland, en dat levert ons nu veel voordeel op. Maar ook het circulair bouwen en installeren zal door deze crisis worden versterkt. Daar moeten we ons echt op voorbereiden. Tegelijk maakt dit het gat tussen winnaars en verliezers groter. Tot slot verwacht ik dat de zogeheten financiële turbo's een hele grote invloed gaan hebben. Stadsverwarming is zo'n financieel product dat verstrekkende gevolgen heeft. En in de woningbouw is kapitaal al de dominante factor. Dat gaat in de utiliteit ook gebeuren. Al deze factoren maken de contrasten alleen maar groter. Zelfs kleine, gezonde familiebedrijven die tot aan de crisis alles op orde hadden, kunnen nu er onderdoor gaan. Dat kan ook gebeuren bij een gezond bedrijf dat zelf alles op de rit heeft, maar waarbij de schakels in de keten, waarvan het afhankelijk is, kapot gaan. Dan krijg jij als winnaar ook problemen.'

John Lens: 'Wij weten ook niet of en wanneer het organiseren van live evenementen weer terug komt. Tegelijk zien we dat we met het organiseren van webinars dit gat deels vullen. Zo brengen we de kennisuitwisseling weer

op gang. En we zien dat het aantal deelnemers stijgt. Met enkele mooie neveneffecten. Zo krijgen de van oorsprong regionale sessies ineens een landelijk publiek en zien we veel niet-leden zich aanmelden voor onze gratis webinars. En we leren supersnel. Zichtbaar blijven in deze moeilijke tijd is nodig want al snel komen de energie transitie, gezonde kantoren, stikstof, fijnstof, gelijkspanning enzovoort weer op de voorpagina's. Dan is het een gegeven dat TVVL opleidingen hiervoor de bedrijven voorziet van de hiervoor noodzakelijke kennis. Opleiden is en blijft noodzakelijk voor het slimmer maken van TVVL bedrijfsleven. Daarom bestaat TVVL al ruim 60 jaar!



TVVL Kennispartners

Alklima
Bosch Thermotechniek
Carrier
Grundfos
Holland Water
Nieman Raadgevende Adviseurs
Orange Climate
Remeha
Systemair
Xigna

Bedrijfsleden

A. de Jong Installatietechniek BV

Postbus 5
3100 AA SCHIEDAM
www.dejong.nl

A.O. Smith Water Products Company BV

Postbus 70
5500 AB VELDHOVEN
www.hotwater.com

AAF International BV

Postbus 60
7800 AB EMMEN
www.aafeurope.com

abtWassenaar

Reekalf 2
7908 XG Hoogeveen
www.abtwassenaar.nl

Academisch Ziekenhuis Maastricht

Postbus 5800
6202 AZ MAASTRICHT
www.mumc.nl

ACS Filters

Postbus 482
1800 AL ALKMAAR
www.acsfilters.com

Actiflow BV

Halstraat 31 a
4811 HV Breda
www.actiflow.com

Acto Informatisering BV

Postbus 1610
3800 BP AMERSFOORT
www.acto.nl

Adcalsluis B.V.

Kamperzeedijk 57
8281 PB Genemuiden
www.vd-sluis.nl

ADEK Installatie Advies BV

Veenweg 6 b
2841 DG Moordrecht
www.adek.nl

Adviesbureau Bongers/Jansen BV

Hoofdstraat 61
7011 AC Gaanderen
www.bongers-jansen.nl

Adviesbureau Feijen BV

Wenackers 2
9461 EE Gieten
www.adviesbureau-feijen.nl

AGPO Ferroli

Postbus 3364
4800 DJ BREDA
www.agpoferroli.nl

Aicarr

Via Melchiorre Gioia 168
I-20125 MILANO
Italië

Air Tech Systems BV

Vanadiumweg 11 e
3812 PX Amersfoort
www.airtechsystems.nl

Air@Work BV

Dukaat 19
8305 BC Emmeloord
www.airatwork.com

Airjet BV

Postbus 7082
2701 AB ZOETERMEER
www.airjet.eu

Air-TraXX B.V.

Munnikenheiweg 24
4879 NG Etten-Leur
www.air-traxx.com

Alfa Laval Benelux BV

Postbus 9377
4801 LJ BREDA
www.alfalaval.com/benelux

Alklima BV

Postbus 1176
3350 CD PAPENDRECHT
www.alklima.nl

AL-KO Luchttechniek BV

Postbus 216
9300 AE RODEN
www.alkonl.com

Altena Group

Keurweg 10
5145 NX Waalwijk
www.altena.com

AMMANU LED-Intelligence

Willaertstraat 6
5344 AB Oss
www.ammanu.com

Amsterdam Airport Schiphol

Postbus 7501
1118 ZG SCHIPHOL
www.schiphol.nl

APAC Services BV

Postbus 9249
3506 GE UTRECHT
www.apac.nl

AQ Group

Rijpwetering 1
3543 AT Utrecht
www.airquality.nl

Aquacare Europe BV

Graaf van Solmsweg 58
5222 BP 's-Hertogenbosch
www.aquacare.nl

ARCADIS Nederland BV Rotterdam

Postbus 1632
6201 BP MAASTRICHT
www.arcadis.nl

ARCADIS Nederland BV Rotterdam

Postbus 4205
3006 AE ROTTERDAM
www.arcadis.nl

Ardea-Engineering

Stationsweg 42
1815 CC Alkmaar
www.ardea-engineering.nl

ASHRAE

1791 Tullie Circle NE
GA 30329 ATLANTA
Verenigde Staten
www.ashrae.org

ATECA water care and services B.V.

Ruychrocklaan 121
2597 EL 's-Gravenhage
www.ateca.nl

ATIC vzw-asbl

Bc Leuven, Interleuvenlaan 62
B 3001 LEUVEN
België
www.atic.be

Auerhaan Klimaattechniek

Platinastraat 21
8211 AR Lelystad
www.auerhaan-klimaattechniek.nl

Aveco de Bondt

Postbus 64
7450 AB Holten
www.avecodebondt.nl

Ballast Nedam

Postbus 1505
3430 BM Nieuwegein
www.ballast-nedam.nl

BAM Advies & Engineering

Postbus 54
3980 CB BUNNIK
www.bambouwentechniek.nl

BAM Bouw en Techniek bv Projecten

Postbus 86
3980 CB Bunnik
www.bambouwentechniek.nl

Bam Bouw en Techniek Hoofdkantoor

Elsrijkdreef 207
1103 MJ Amsterdam
www.bambouwentechniek.nl

Bam Bouw en Techniek Hoofdkantoor

Postbus 16753
2500 BT 'S-GRAVENHAGE
www.bambouwentechniek.nl

Bam Bouw en Techniek Hoofdkantoor

Postbus 109
3980 CC BUNNIK
www.bambouwentechniek.nl

Bam Bouw en Techniek Hoofdkantoor

De Stek 15
1771 SP Wieringerwerf
www.interflow.nl

Barcol-Air

Cantekoogweg 10 -12
1442 LG Purmerend
www.barcol-air.nl

Barth installatietechniek b.v.

Mijlweg 2
3295 KH 's-Gravendeel
www.barthinstallatietechniek.nl

Beck & vd Kroef bv

Printerstraat 21
1033 RT Amsterdam
www.beckvdkroef.nl

Bectro Installatietechniek BV

Heliumweg 36
3812 RE Amersfoort
www.bectro.nl

Beekink Groep BV

Rivium Boulevard 46
2909 LK Capelle aan den IJssel
www.beekink.com

Belgoproces nv

Gravenstraat 73
B 2480 Dessel
België
www.belgoproces.be

BELIMO Servomotoren BV

Riezebosweg 5
8171 MG Vaassen
www.belimo.nl

Bestbuildingconcept BVBA

Moederhoefstraat 198
B 2547 LINT
België
www.bestbuildingconcept.be

Betec Controls BV

Postbus 27
8160 AA EPE
www.beteccontrols.nl

Beveco Gebouwautomatisering B.V.

Maseratilaan 8
3261 NA Oud-Beijerland
www.beveco.nl

Biddle BV

Postbus 15
9288 ZG KOOTSTERTILLE
www.biddle.nl

BiermanHenket architecten

Hal 13 a
5296 PZ Esch
www.biermanhenket.nl

Bilfinger Tebodin Netherlands BV

Jan Tinbergenstraat 101
7559 SP Hengelo
www.tebodin.bilfinger.com

Bilfinger Tebodin Netherlands BV

Postbus 922
3100 AX SCHIEDAM
www.tebodin.bilfinger.com

Bilfinger Tebodin Netherlands BV

Postbus 536
6180 AA Elslloo
www.tebodin.bilfinger.com

BIM Creators

de Hank 23
3958 GJ Amerongen
www.bimcreators.nl

BIM4buildings

Sleutelbloemstraat 8
7322 AG Apeldoorn
www.bim4buildings.com

Biral GmbH

Kesselsgracht 7 a
D 52146 WURSELEN
Duitsland
www.biral.nl

BLR-Bimon

Postbus 72
3417 ZH MONTFOORT
www.blr-bimon.nl

BLT Luchttechniek B.V.

Minervum 7329
4817 ZD Breda
www.bltluchttechniek.nl

BlueTerra Energy Experts

Postbus 1094
3900 BB Veenendaal
www.energymatters.nl

Blygold Nederland B.V.

Postbus 10
3990 DA HOUTEN
www.blygold.nl

BNA

Postbus 19606
1000 GP AMSTERDAM
www.bna.nl

BOEG Bouw & Installatietechniek B.V.

Dunantstraat 6
3024 BC Rotterdam
www.boegwerkt.nl

Boersema Installatie Adviseurs BV

Postbus 2504
3800 GB AMERSFOORT
www.bia.nl

Boonstoppel Engineering

Postbus 83
2950 AB ALBLASSERDAM
www.boonstoppel.com

Bosch Thermotechniek

Zweedsestraat 1
7418 BG Deventer
www.welkombijnefit.nl/nl

BRAGO Luchttechniek BV

Postbus 295
5460 AG VEGHEL
www.brago.nl

Brakel Atmos BV

Postbus 524
5400 AM UDEN
www.brakel-atmos.com

BRControls

Postbus 40239
8004 DE ZWOLLE
www.brcontrols.com

Breijer Bouw en Installatie B.V.

Postbus 51027
3007 GA ROTTERDAM
www.breijer.nl

Breman Maasland BV

Ohmweg 9
6101 WZ Echt
www.breman.nl

Breman Utiliteit Zuid BV

Moesdijk 24
6004 AX Weert
www.breman.nl

Breman Utiliteit Zwolle BV

Pascalweg 2
8013 RC Zwolle
www.breman.nl

Breman Utiliteit Zwolle BV

Innsbruckweg 1
3047 AG Rotterdam
www.breman.nl

Bremen Bouwadviseurs BV

Postbus 528
6400 AM HEERLEN
www.bremenba.nl

Building technology b.v.

Martinusweg 11
7391 AC Twello
www.buildingtechnology.nl

Bureau 1232

Postbus 1232
9701 BE GRONINGEN
www.1232.nl

Bureau Veritas Asset Management

Computerweg 2
3821 AB Amersfoort
www.bureauveritas.nl

Business Development Holland b.v.

Stationsplein 128
3844 KR Harderwijk
www.bdho.nl

BV Technisch Bureau Massier

Winkelhaak 71
2495 AX 's-Gravenhage
www.massier.nl

bv3 projectsupport bv

De Grote Elst 9 -11
5246 JM Rosmalen
www.bv3projectsupport.nl

C & A Nederland

Postbus 249
1000 AE AMSTERDAM
www.cena.nl

CABERO Warmtewisselaars Benelux BV

Saksenweg 42 C
5349 BX Oss
www.cabero-benelux.nl

CAG

Reeuwijkse Poort 100
2811 MX Reeuwijk
www.cag.nl

CAIROX

1e Tochtweg 11
2913 LN Nieuwerkerk aan den IJssel
www.airtradecentre.com/nl/nl

Caleffi International NV

Postbus 10357
6000 GJ Weert
www.caleffi.nl

Carrier Airconditioning Benelux BV

Postbus 2731
3500 GS Utrecht
www.carrier.nl

Cegelec Building Solutions BV

Laan van Europa 450
3317 DB Dordrecht
www.cegelec.nl

Celsius Benelux B.V.

Siliciumweg 11
3812 SV Amersfoort
www.celsiusbenelux.nl

Centercon BV

Kiotoweg 60
3047 BG ROTTERDAM
www.centercon.nl

CIAT Nederland B.V.

Annie M.G. Schmidtweg 229
1321 NA Almere
www.ciat.nl

CIBSE

222, Balham High Road
SW 12 9BS LONDON U.K.
Verenigd Koninkrijk
www.cibse.org

ClimaLevel Nederland B.V.

Wezel 9
5455 HA Wilbertoord
www.climalevelnederland.nl

ClimaRad B.V.

Lübeckstraat 25
7575 EE OLDENZAAL
www.climarad.com

Climotion bv

Postbus 5241
2000 CE Haarlem
www.climotion.com

Cloud Energy Optimizer

Jan Tinbergenstraat 396
7559 ST Hengelo
www.cloudenergyoptimizer.com

Colt International

Postbus 29
5430 AA CUIJK
www.coltinfo.nl

Compac Services B.V.

Oostzee 4
3446 CH Woerden
www.compacservices.nl

CONECO Building Automation BV

Van Coulsterweg 2
2952 CB Alblasserdam
www.coneco.nl

Conntech

Industrieweg Oost 11
6662 NE Elst
www.conntech.nl

CONPRO Condensor bescherming

Bunsenstraat 90
3316 GC DORDRECHT
www.conpro.nl

Croonwolter&dros

Postbus 47
3800 AA AMERSFOORT
www.croonwolterendros.nl

Croonwolter&dros

Postbus 6073
3002 AB ROTTERDAM
www.croonwolterendros.nl

Croonwolter&dros B.V.

Postbus 47
3800 AA AMERSFOORT
www.cwf.nl

Cushman & Wakefield Property Solutions B.V.

Postbus 19160
3501 DD UTRECHT
www.dtz.nl

CVD-Klimatisering Advies en Engineering

Dommelstraat 191
5215 BL 's-Hertogenbosch
www.cvd-klimatisering.nl

DAF Trucks N.V.

Postbus 90065
5600 PT EINDHOVEN
www.daf.com

Daikin Airconditioning Netherlands BV

Postbus 8585
3009 AN ROTTERDAM
www.daikin.nl

Danfoss B.V.

Vareseweg 105
3047 AT Rotterdam
www.danfoss.nl

Data Design System GmbH

Rijnzathe 48
3454 PV De Meern
www.dds-cad.nl

De Groot Installatiegroep Noord

Postbus 156
7550 AD HENGELO
www.degrootgroep.nl

De Groot Installatiegroep Noord

Postbus 55
7800 AB EMMEN
www.degrootgroep.nl

De Groot Luchtkanalen B.V.

Nijverheidslaan 13
1382 LE Weesp
www.degrootluchtkanalen.nl

De Installatie Adviseur B.V.

Driebergseweg 17
3708 JA Zeist
www.deinstallatieadviseur.nl

De InstallatieVraagbaak

Jacobus Lipsweg 118
3316 BP Dordrecht
www.vraagbaakgroep.nl

De Wit Datacenterkoeling BV

Printerweg 15
3821 AP Amersfoort
www.dewitdatacenterkoeling.nl

Deerns Nederland B.V.

Anna van Buerenplein 21 F
2592 DA DEN HAAG
www.deerns.nl

Devriendt Energy, Consulting & Engineering

Lelienlaan 33
B-2180 EKEREN
België

DHPS

Parabool 124
3364 DH Sliedrecht
www.dutchheatpump.nl

DKC Totaaltechniek

Postbus 6695
6503 GD NIJMEGEN
www.dkc.nl

DKPS Regeltechniek BV

J. Keplerweg 20
2408 AC Alphen aan den Rijn
www.dkps.nl

DonkerVeenstra

De Giek 16
9206 AT Drachten
www.donkerveenstra.nl

Dover International BV - divisie SWEP

Rijksstraatweg 36
7231 AG Warnsveld
www.swep.net

Driotech Ingenieursburo BV

Stadionweg 43 b 8e verdieping
3077 AS Rotterdam
www.driotech.nl

Dubotechniek Comfortsystemen b.v.

Postbus 2219
5300 CE ZALTBOMMEL
www.dubobedrijven.nl

Dutch Blower BV

Postbus 26
7640 AA WIERDEN
www.dutch-blower.nl

Dutch Heat Pump Association

Postbus 5135
1410 AC NAARDEN
www.verac.nl

Dutch Solar Systems B.V.

Klavermaten 10
7472 DD Goor
www.dutchsolarsystems.com

Duurzaam Actief

Portiekstraatje 1
7951 NE Staphorst
www.duurzaamactief.nl

DuurzaamGebouw B.V.

Pythagoraslaan 101
3584 BB Utrecht
www.duurzaamgebouw.com

DVP Smart Concepts B.V.

Prinses Alexialaan 6
2496 XA 's-Gravenhage
dvpsmartconcepts.nl

DWA

Postbus 2073
2800 BE GOUDA
www.dwa.nl

DWA

Postbus 140
6710 BC EDE GLD
www.dwa.nl

Dyka B.V.

Postbus 33
8330 AA STEENWIJK
www.dyka.com

Eco Heating Systems

Rigaweg 10
9723 TH Groningen
www.ecohs.nl

Electro Drive BV

Dwarstocht 14
1507 CH Zaandam
www.electrodrive.nl

Emmtec Engineering

Postbus 2008
7801 CA EMMEN
www.emmtecservices.nl

Enco bv

Mandenmakerstraat 94
3194 DG Hoogvliet Rotterdam
www.enco.nu

Energie Totaal Projecten B.V.

Nipkowitzweg 6 a
8501 XH Joure
www.etp.tv

Energyst Rental Solutions B.V.

Hallenstraat 16
5531 AB Bladel
www.energyst.com

Enervisie

Postbus 470
7100 AL WINTERSWIJK
www.enervisie.com

ENGIE Services Nederland N.V.

Postbus 304
6199 ZN MAASTRICHT-AIRPORT
www.engie-services.nl

ENGIE Services Nederland N.V.

Postbus 5091
6802 EB ARNHEM
www.engie-services.nl

ENGIE Services Nederland N.V.

Postbus 72
5060 AB OISTERWIJK
www.engie-services.nl

ENGIE Services Nederland N.V.

Postbus 210
3980 AJ BUNNIK
www.engie-services.nl

ENGIE Services Nederland N.V.

Postbus 23
9300 AA RODEN
www.engie-services.nl

ENGIE Services Nederland N.V.

Postbus 192
4530 AD TERNEUZEN
www.engie-services.nl

ENGIE Services West BV

Postbus 104
1500 EC ZAANDAM
www.engie-services.nl

EP HVAC Marine BV

Mercuriusstraat 23
3133 EM Vlaardingen
www.ephvac.nl

Erasmus MC

Postbus 2040
3000 CA ROTTERDAM
www.erasmusmc.nl

ERIKS bv

Postbus 8988
3009 TJ ROTTERDAM
www.eriks.nl

ESC-support

Kattebos 86
8446 CW Heerenveen
www.esc-support.nl

Euro-Manchetten & Compensatoren BV

Luxemburgstraat 2
5171 PM Kaatsheuvel
www.euromanchetten.nl

EWZ Adviseur

Ceintuurbaan 2 -130 c
3847 LG Harderwijk
www.ewz.nl

Facility Management Nederland

Wolga 5
2491 BK 's-Gravenhage
www.fmn.nl

Factor4

Lange Winkelhaakstraat 26
B 2060 ANTWERPEN
België
www.factor4.be

FHI, federatie van technologiebranches

Postbus 366
3830 AK LEUSDEN
www.fhi.nl

FläktGroup Netherlands B.V.

Postbus 8655
3009 AR ROTTERDAM
www.flaktgroup.com

Flexprof B.V. - BU Projects

Stadionweg 70 B
6225 XR Maastricht
www.flexprofprojects.nl

Flow Care Installatietechniek B.V.

Rijksstraatweg 91 c
3316 EE Dordrecht
www.flowcareinstallatietechniek.nl

Fluidmaster BV

Postbus 2194
6802 CD ARNHEM
www.wisa-sanitair.com

Frico BV

Van Leeuwenhoekstraat 2
3846 CB Harderwijk
www.lsafrico.nl

Frog Energy

Grote Voort 5
8041 AM Zwolle
www.frogenergy.nl

Galjema B.V. Technisch Adviesbureau

Buitenom 247
2711 KB Zoetermeer
www.galjema.nl

GBSO BV

Einsteinstraat 3 b
4207 HW Gorinchem
www.gbso.nl

Geas Energiewacht

Postbus 556
7500 AN Enschede
www.geas.nl

Geberit BV

Postbus 668
3430 AR NIEUWEGEIN
www.geberit.nl

Gebr. Meijer Luchttechniek BV

Postbus 2
9367 ZG DE WILP
www.gebrmeijer.com

Gemeente Kerkrade

Postbus 600
6460 AP KERKRADE
www.kerkrade.nl

Genie Techni-Engineering BV

Postbus 87
1600 AB ENKHUIZEN
www.geniebv.nl

GeoComfort BV

Dorpsstraat 30
7234 SP Wichmond
www.geocomfort.nl

Georg Fischer NV

Lange Veenteweg 19
8161 PA Epe
www.georgfischer.nl

GROHE NEDERLAND BV

Metaalstraat 2
2718 SW Zoetermeer
www.grohe.nl

Grundfos Nederland BV

Postbus 22015
1302 CA ALMERE
www.grundfos.com

GUTS Installatietechniek BV

Mijlstraat 20
5281 LL Boxtel
www.guts-installatietechniek.com

H2O Installatietechniek

Wagenmakersweg 8
3449 HV Woerden
www.h2o-installatietechniek.nl

Halton BV

Utrechthaven 9 A
3433 PN Nieuwegein
www.halton.nl

Hamapo bv

De Waterman 6
5215 MX 's-Hertogenbosch
www.hamapo.nl

HANSA Nederland B.V.

Postbus 25
3860 AA Nijkerk
www.hansanederland.nl/

Harwig BV

Atlantis 3
7821 AX Emmen
www.harwig.nl

HCS advies

Oldengaerden 15
7944 RV Meppel
www.hcsadvies.nl

HE adviseurs

Postbus 42503
3006 DA ROTTERDAM
www.he-adviseurs.nl

Heijmans Utiliteit

Postbus 266
5600 AG EINDHOVEN
www.heijmans.nl

Hellebrekers Technieken

Postbus 6
8070 AA NUNSPEET
www.hellebrekers.nl

Herman de Groot Ingenieurs

Nijverheidsweg-Noord 74 a
3812 PM Amersfoort
www.hermandegroot.nl

HGP Exploitatie B.V.

Huizermaatweg 27-feb
1273 NA Huizen
www.hl2024.nl

Hiensch Engineering BV

Zekeringstraat 15
1014 BM Amsterdam
www.hiensch.com

HIJ5 BV

Rolocate 67
7711 GG Nieuwleusen
www.hij5.nl

HKB Elektro

Valkseweg 69
3771 RD Barneveld
www.hkb-elektro.nl

Hogeschool Dirksen

Nijverheidsweg 21
6662 NG Elst
www.dirksen.nl/opleidingen/hogeschool

Hogeschool Utrecht

Padualaan 99
3584 CH Utrecht
www.hu.nl

Hogeschool van Amsterdam

Weesperzijde 190
1097 DZ Amsterdam
www.hva.nl

Holland Water BV

Nijendal 52
3972 KC Driebergen-Rijsenburg
www.hollandwater.com

Hollander techniek

Postbus 1172
7301 BK APELDOORN
www.hollandertechniek.nl

HOMIJ Technische Installaties bv

Postbus 47
4130 EA VIANEN UT
www.homij.nl

Honeywell B.V./SAIA Burgess Controls

Hanzeweg 12 C
2803 MC Gouda
www.saia-pcd.nl

Honeywell Building Solutions

Postbus 243
7300 AE APELDOORN
www.honeywell-buildingsolutions.nl

Hoppenbrouwers Techniek B.V.

Kreitemolenstraat 201
5071 ND Udenhout
www.hoppenbrouwers.nl

HOROS Klimaattechniek BV

Koningsweg 20 -5
3762 EC Soest
www.horos.nl

HTD Advies

Julianalaan 5
9965 PR Leens
www.adviesgroep-htd.nl

Huisman & Van Muijen adviseur installaties

Postbus 70558
5201 CZ 'S-HERTOGENBOSCH
www.hvm.nl

Huygen Installatie Adviseurs BV

Urmonderbaan 22
6167 RD Geleen
www.huygen.net

Huygen Installatie Adviseurs BV

Postbus 2858
3500 GW UTRECHT
www.huygen.net

HVG Klimaattechniek

Van 't Hoffstraat 9
9351 VH Leek
www.northair.nl

IBK Airconditioning B.V.

Postbus 151
3990 DD HOUTEN
www.ibkgroep.nl

IBK Groep BV

Postbus 151
3990 DD HOUTEN
www.ibkgroep.nl

I-Commit BV

Molenstraat 40 d
5242 HA Rosmalen
www.i-commit.nl

Ilex Installatiemanagement BV

Postbus 724
3430 AS NIEUWEGEIN
www.ilex.nl

IMI Aero-Dynamiek bv

Postbus 173
3860 AD NIJKERK
www.aero-dynamiek.nl

IMI Hydronic Engineering BV

Postbus 188
2400 AD ALPHEN AAN DEN RIJN
www.imi-hydronic.com/nl/

Induct B.V.

Nijverheidstraat 1
2222 AV Katwijk
www.induct.nl

Ingenieursbureau 3ing

Postbus 2933
3800 GK AMERSFOORT
www.3ing.nl

Ingenieursbureau IOB BV

Postbus 238
3220 AE HELLEVOETSLUIS
www.iob.nl

Ingenieursburo Linssen BV

Entrepotdok 81
1018 AD Amsterdam
www.ibl.nl

Ingersoll-Rand Netherlands B.V.

Nieuwegracht 22
3763 LB Soest
www.trane.com/nl

INNAX gebouwmanagement b.v.

Postbus 445
3900 AK VEENENDAAL
www.innax.nl

InnQ Installaties B.V.

Postbus 60242
1320 AG ALMERE
www.InnQ.nl

Installatie Cooperatie Nederland U.A.

Weleveldstraat 11
7651 JA Tubbergen
www.installatiecooperatie.nl

Installatiebedrijf P.Th. Vink en Zonen BV

Postbus 76
2370 AB ROELOFARENDVEEN
www.vinkinstallaties.nl

Installect Advies BV

Rozenstraat 11
7223 KA Baak
www.installect.nl

InstallQ

Postbus 857
3000 AW ROTTERDAM
www.kvinl.nl

INTECO BV

van Salmstraat 71
5281 RP Boxtel
www.inteco.nl

Integra Klimaatplafonds BV

Rak 22
1551 NA Westzaan
www.klimaatplafonds.com

Interalu Nederland B.V.

Seeligsingel 7
4811 CN Breda
www.interalu.eu

Interland Techniek BV

Tielenstraat 17
5145 RC Waalwijk
www.interlandtechniek.nl

Intermicon BV

Roer 24
3068 LE Rotterdam
www.intermicon.nl

ISSO

Postbus 577
3000 AN ROTTERDAM
www.isso.nl

Itannex

Het Wendelgoor 11
7604 PJ ALMELO
www.itannex.com

ITBB B.V.

Postbus 455
8440 AL HEERENVEEN
www.itbb.nl

ITN Installatietechniek bv

Postbus 575
9400 AN Assen
www.itn-assen.nl

Iv-Groep

Postbus 155
3350 CD PAPENDRECHT
www.iv-bouw.nl

Iv-Groep

Postbus 65001
6800 JM ARNHEM
www.iv-industrie.nl

Iv-Groep

Waarderweg 40
2031 BP Haarlem
www.iv-industrie.nl

Jaga / Konvektco Nederland B.V.

De Meerheuvel 6
5221 EA 's-Hertogenbosch
www.jaga.nl

Johnson Controls Systems & Services

Postbus 356
4200 AJ GORINCHEM
www.johnsoncontrols.com

K&R Consultants BV

Postbus 2056
7301 DB APELDOORN
www.krcon.nl

KE Fibertec Benelux BV

Postbus 5802
3290 AC STRIJEN
www.ke-fibertec.nl

Kees Schouten Ontwerp en Adviesburo bv

Westerblokker 4 a
1696 AG Oosterblokker
www.keeschoutenadvies.nl

Kemper Nederland BV

Oudenhof 2 F Kamer 1
4191 NW Geldermalsen
www.kemper-appendages.nl

Kemtec B.V.

Postbus 2184
6020 AD BUDEL
www.kemtec.nl

Kieback & Peter Nederland BV

Edisonweg 24
8071 RC Nunspeet
www.kieback-peter.nl

KIN Installatietechniek BV

Rector Buijselstraat 20
5121 JP Rijen
www.kin.nl

Kiwa Compliance

Hongkongstraat 5
3047 BR Rotterdam
www.kiwacompliance.nl

Klein Poelhuis Installatietechniek BV

Postbus 86
7100 AB WINTERSWIJK
www.kleinpoelhuis.com

Klimaatgroep Holland BV

Postbus 5233
9700 GE GRONINGEN
www.klimaatgروهolland.nl

KlimaatSERVICE Holland BV

Postbus 118
3370 AC HARDINXVELD-GIESENDAM
www.klimaatSERVICE.nl

Klimax Installatiebedrijven

De Grote Beer 29
5215 MR 's-Hertogenbosch
www.klimax.nl

KNVvK

Postbus 10209
7301 WC APELDOORN
www.knvvk.nl

Kodi BV

Postbus 430
1700 AK Heerhugowaard
www.kodi.nl

Kon. Damstra installatietechniek BV

Kolkensloane 4
9114 AG Driezum
www.damstra.nl

Kooiker installatie b.v.

Wethouder Klompstraat 6
7951 SC STAPHORST
www.kooikerinstallatie.nl

Kropman Installatietechniek BV

Veldzicht 2 B
3454 PW De Meern
www.kropman.nl

Kropman Installatietechniek BV

Zuilenstraat 96
4813 AC Breda
www.kropman.nl

Kropman Installatietechniek BV

Bouwerij 71
1185 XW Amstelveen
www.kropman.nl

Kropman Installatietechniek BV

Berenkoog 29
1822 BH Alkmaar
www.kropman.nl

Kropman Installatietechniek BV

Verrijn Stuartlaan 36
2288 EL Rijswijk
www.kropman.nl

Kropman Installatietechniek BV

Postbus 6705
6503 GE NIJMEGEN
www.kropman.nl

Kropman Installatietechniek BV

Nijverheidsweg 3
9403 VN Assen
www.kropman.nl

Kruijzen Innovatie en Techniek

Nieuwlandstraat 15
5038 SL Tilburg
www.kiet.nu

KSB Nederland BV

Postbus 211
1160 AE ZWANENBURG
www.ksb.nl

Kuijpers PHF Services B.V.

Postbus 358
5201 AJ 's Hertogenbosch

Kuijpers Utiliteit Zuid B.V.

Postbus 177
3454 ZK DE MEERN
www.kuijpers.com

Kuijpers Utiliteit Zuid B.V.

Postbus 3189
4700 GD ROOSEDAAL
www.kuijpers.com

Kuijpers Utiliteit Zuid B.V.

Postbus 121
5700 AC HELMOND
www.kuijpers.com

Lanten Ingenieursbureau

Zanglijster 63
3752 MG Bunschoten-Spakenburg
www.lanten.nl

Lennox Benelux BV

Postbus 1028
3860 BA NIJKERK
www.lennoxnederland.com

Life Cycle Vision

Marshallaan 2
2625 GX Delft
www.lifecycle.vision

Linthorst Techniek BV

Wenumsedwardsweg 18
7345 AS Wenum Wiesel
www.linthorsttechniek.nl

Lomans Amersfoort B.V.

Postbus 2948
3800 GK AMERSFOORT
www.lomans.nl

Loodgietersbedrijf Favoriet

Kasperspad 21
3311 ZE Dordrecht
www.favorietloodgieter.nl

Lubron Waterbehandeling BV

Postbus 540
4900 AM OOSTERHOUT
www.lubron.eu

M3E BV

Jan van Polanenkafe 26 A-1
4811 KM Breda
www.m3e.nl

MANN+HUMMEL Vokes Air BV

1e Garnizoensdijk 7
3439 JA Nieuwegein
www.vokesair.com

Marino Water Advies B.V.

A. van Leeuwenhoekweg 36 a10
2408 AN Alphen aan den Rijn
www.marinowateradvies.nl

Mark BV

Postbus 13
9640 AA VEENDAM
www.mark.nl

Megens installaties b.v.

Postbus 68
6650 AB DRUTEN
www.megens-installaties.nl

Menerga Klimaattechnologie

Veerpolder 31
2361 KX Warmond
www.menerga.nl

Merosch BV

Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven
www.merosch.nl

Merrem & La Porte BV

Postbus 50
5300 AB ZALTBOMMEL
www.merrem.nl

Movares Nederland BV

Daalseplein 100
3511 SX Utrecht
www.movares.nl

MUL BV ontwerpers & adviseurs

Elburgplein 1 a
2803 PX Gouda
www.mulbv.nl

MultiCross GmbH

Ostermayerstraße 54
D 46446 Emmerich am Rhein
Duitsland
www.multicross.nl

Munters Vochtbeheersing

Postbus 229
2400 AE ALPHEN AAN DEN RIJN
www.munters.nl

N.V. Nederlandse Gasunie

Oude Sloot 10
9561 VP Ter Apel
www.gasunie.nl

Nathan Systems

Postbus 90
6900 AB ZEVENAAR
www.nathan.nl

Natufog bv

Honthem 12
6269 NR Margraten
www.natufog.com

Navos Klimaattechniek b.v.

Kleveringweg 20
2616 LZ DELFT
www.navos.nl

NCOI Techniek Trainingen BV

Marathon 7
1213 DP HILVERSUM
www.ncoi.nl

Ned Air bv

Constructieweg 49
8263 BC Kampen
www.ned-air.nl

Nederlandse Installatie Adviesgroep BV

Postbus 297
8250 AG DRONTEN
www.niag.nl

Nederlandse Vereniging Duurzame Energie

Arthur van Schendelstraat 550
3511 MH Utrecht
www.nvde.nl

NEXTON Smartbuilding B.V.

Paasheuvelweg 29
1105 BG Amsterdam
www.nexton.nu

Nieman Raadgevende Ingenieurs BV

Postbus 40217
3504 AA UTRECHT
www.nieman.nl

Nijburg Klimaattechniek BV

Postbus 43
9610 AA SAPPEMEER
www.nijburg-lucht.nl

Nivola BV

Postbus 552
2160 AN LISSE
www.nivola.nl

NL Ingenieurs

Bezuidenhoutseweg 12
2594 AV 's-Gravenhage
www.nlingenieurs.nl

Noorman Bouw- en milieu-advies

Paterswoldseweg 808
9728 BM Groningen
www.noormanadvies.nl

Novenco Building & Industry B.V.

Postbus 21
2660 AA BERGSCHEHOEK
www.novenco-building.com

NSVV

Horaplantsoen 18
6717 LT Ede
www.nsvv.nl

Numan & Kant b.v.

Simon Stevinstraat 8
3291 CA Strijen
www.numanenkant.nl

NVDO

Postbus 138
3990 DC HOUTEN
www.nvdo.nl

**NVKL - Branchevereniging
Koudetechniek & Luchtbehandeling**

Postbus 190
2700 AD Zoetermeer
www.nvkl.nl

NVTG

Postbus 325
4200 AH Gorinchem
www.nvtg.nl

Oasen NV

Postbus 122
2800 AC Gouda
www.oasen.nl

OC Waterloo

Postbus 28
7450 AA HOLTEN
www.oc-waterloo.nl

ONE Simulations BV

3e Binnenvestgracht 23 K
2312 NR Leiden
www.onesimulations.com

Orange Climate B.V.

Albert Einsteinweg 10
5151 DL Drunen
www.orangeclimate.eu

Orcon bv

Landjuweel 25
3905 PE Veenendaal
www.orcon.nl

OTIB

Postbus 416
3440 AK WOERDEN
www.otib.nl

Oventrop Nederland

Amsterdamsestraatweg 636
3555 HX Utrecht
www.omentrop.com

Oxycom

Kaagstraat 31
8102 GZ Raalte
www.oxy-com.com

Parker Hannifin B.V.

Postbus 340
7570 AH Oldenzaal
www.parkertransair.com

PB International B.V.

Stikkenweg 50
7021 BN ZELHEM
www.legionellafilter.com

Peutz bv

Postbus 66
6585 ZH MOOK
www.peutz.nl

Philips Consumer Lifestyle

Postbus 20100
9200 CA DRACHTEN
www.philips.com

Plan2Be

Slotenmakerstraat 37
2672 GC Naaldwijk
www.plan2be.nl

Ponsioen Installatie Techniek BV

Postbus 81
2400 AB ALPHEN AAN DEN RIJN
www.ponsioenbv.nl

Pranger-Rosier Installaties BV

Postbus 88
9100 AB DOKKUM
www.pranger-rosier.nl

Prime Advice B.V.

Palladiostraat 11
3066 AH Rotterdam
www.primeadvice.nl

Prime Water BVBA

Lodewijk De Raetstraat 51
B-3920 LOMMEL
België
www.primewater.com

Priva Building Automation BV

Postbus 18
2678 ZG DE LIER
www.priva.nl

Priva Building Intelligence N.V.

Satenrozen 1 A
B 2550 KONTLICH
België
www.priva.be

Prognotice

Amsterdamseweg 51 a
3812 RP Amersfoort
www.prognotice.nl

Projet Bouwmanagement BV

Overbeeke 1 A
5258 BL Berlicum
www.projetbv.nl

ProPharma Group The Netherlands B.V.

Postbus 255
2300 AG LEIDEN
www.propharmagroup.com

PRO-TEC Mech. Contractors Aruba NV

Avenida Milio Croes 70 A
ORANJESTAD
www.protecaruba.com

PWN

Admiraalsgroet 10
1722 KW Zuid-Scharwoude
www.pwn.nl

Raminex International b.v.

Landzicht 34
3454 PE De Meern
www.raminex.nl

RDG-engineering b.v.

Prof. Eykmanweg 5 a
5144 ND Waalwijk
www.rdg-engineering.nl

Reduses BV

Ampèrestraat 19 D
3861 NC Nijkerk
www.reduses.nl

Regel Partners BV

De Beek 18
3871 MS Hoevelaken
www.regelpartners.nl

Regeltechniek 2000 B.V.

Koeweistraat 3
4181 CD Waardenburg
www.rt2000.nl

Regeltechniek Nederland

Zoete Inval 27
3901 SM Veenendaal
www.dacw.nl

REHAU NV

Postbus 1052
3860 BB NIJKERK GLD
www.rehau.com/nl-nl/bouw

Rehva

Rue Washington 40
B-1050 BRUSSELS
België
www.rehva.eu

Reinier de Graaf Gasthuis

Reinier de Graafweg 7
2625 AD Delft
www.reinierdegraaf.nl

Remeha BV

Postbus 32
7300 AA APELDOORN
www.remeha.nl

Rensen Regeltechniek BV

Liessentstraat 9 D
5405 AH Uden
www.rensenreg.nl

RF-Technologies

Lange Ambachtsstraat 40
B-9860 OOSTERZELE
België
www.rft.be

Rijksvastgoedbedrijf

Postbus 20952
2500 EZ 'S-GRAVENHAGE
www.rijksvastgoedbedrijf.nl

Risto Regeltechniek BV

Bedrijfsweg 31
6163 CZ Geleen
www.ristoregeltechniek.nl

Robatherm Nederland Monair Luchttechniek BV

Platinastraat 63
8211 AR LELYSTAD
www.monair.nl

Roodenburg Installatie Bedrijf BV

Postbus 327
2920 AH KRIMPEN AAN DEN IJSSEL
www.roodenburg.nl

Rosenberg Ventilatoren BV

Elandlaan 8
3734 CP Den Dolder
www.rosenberg.nl

Royal HaskoningDHV

Postbus 80007
5600 JZ EINDHOVEN
www.royalhaskoningdhv.com

Royal HaskoningDHV

Postbus 8520
3009 AM ROTTERDAM
www.royalhaskoningdhv.com

R-Vent Netherlands B.V.

Boterdorpseweg 10
2661 AC Bergschenhoek
www.ihb.nl

S&P Holland BV

Weidehek 50
4824 AS Breda
www.soler-palau.nl

S2H raadgevende ingenieurs bv

Postbus 297
6700 AG WAGENINGEN
www.s2h-ingenieurs.nl

S-air International BV

Kerkenbos 1024
6546 BA Nijmegen
www.s-air.nl

Sanitair Installatie Hoogendoorn BV

Postbus 137
3440 AC WOERDEN
www.hoogendoornbv.nl

Sauter Building Control Nederland B.V.

Postbus 20613
1001 NP AMSTERDAM
www.sauter-nederland.com

Schilt Bedrijven Meerkerk

Postbus 3
4230 BA MEERKERK
www.schilt-meerkerk.nl

Schneider Electric The Netherlands B.V.

Postbus 1318
2130 EK HOOFFDORP
www.schneider-electric.com

Schouten Techniek BV

Postbus 20
1689 ZG ZWAAG
www.schoutentechniek.nl

Schrijvers Technische Installaties

Postbus 179
5340 AD OSS
www.sti-oss.nl

Schulte en Lestraden BV

Postbus 550
2160 AN LISSE
www.senl.nl

Service Groep Twente B.V.

Bedrijfsweg 9
7671 EG Vriezenveen
www.sgt-bv.nl

Shell Global Solutions Intern. BV

Postbus 60
2280 AB RIJSWIJK (ZH)
www.shell.com

Siemens Nederland N.V.

Postbus 16068
2500 BB 'S-GRAVENHAGE
www.siemens.nl

SIG Air Handling

Tielenstraat 19
5145 RC Waalwijk
www.hcgroep.com

Smits van Burgst bv

Baron de Coubertinlaan 8
2719 EL ZOETERMEER
www.smitsvanburgst.nl

Smitsair BV

Industrieweg 6
1422 AJ Uithoorn
www.smitsair.nl

Solarwatt Benelux

De Prinsenhof 1.05
4004 LN Tiel
solarwatt.nl

Solid Air Climate Solutions BV

Postbus 14
9610 AA SAPPEMEER
www.solid-air.nl

Sparkling Projects VOF

Postbus 10209
7301 GE APELDOORN
www.sparklingprojects.nl

Spindler Installatietechniek BV

Postbus 10100
3004 AC ROTTERDAM
www.spindler.nl

Spirax-Sarco Netherlands B.V.

Industrieweg 130 A
3044 AT Rotterdam
www.spiraxsarco.com/global/nl

Spirotech

Churchillaan 52
5705 BH HELMOND
www.spirotech.com

Sportfondsen Nederland BV

Paasheuvelweg 33
1105 BG Amsterdam
www.sportfondsen.nl

Stichting Alrijne Zorggroep

Postbus 4220
2350 CC LEIDERDORP
www.rijnland.nl

Stichting STABU

Postbus 36
6710 BA EDE GLD
www.stabu.org

Strukton Workspere

Postbus 611
7400 AP DEVENTER
www.strukton.com

Strukton Workspere

Postbus 518
8901 BH LEEUWARDEN
www.strukton.com

Strukton Workspere bv

Postbus 356
5600 AJ SON
www.workspere.nl

Strukton Workspere Utrecht

Postbus 1819
3600 BV MAARSSSEN
www.strukton.com

Studievereniging Installatietechnologie 'Mollier'

Secr. BPS, 6, Postbus 513
5600 MB EINDHOVEN
www.mollier.nl

Stulz Groep BV

Postbus 75
1180 AB AMSTELVEEN
www.stulz.nl

Sweegers en de Bruijn BV

Europalaan 12 g
5232 BC 's-Hertogenbosch
www.swebu.nl

Systemair B.V.

Postbus 263
3840 AG HARDERWIJK
www.systemair.nl

TA Control Systems BV

Jan Valsterweg 52
3315 LG Dordrecht
www.tacontrol.nl

Tata Steel IJmuiden BV

Postbus 10000
1970 CA IJMUIDEN
www.tatasteel.nl

TDS Engineering bv

Randstad 22 -14
1316 BX ALMERE
www.tds-engineering.nl

Techlink

J. Chantraineplantsoen 1
B 3070 Kortenberg
België
www.techlink.be

Techn. Handelonderneming Peek BV

De Ring 13
5261 LM VUGHT
www.airclusief.com

Techn. Inst.bedrijf Tibo-Veen BV

Postbus 9
4264 ZG VEEN
www.tibo-veen.nl

Techniek Nederland

Postbus 188
2700 AD ZOETERMEER
www.technieknederland.nl

Technion BV

Postbus 201
8440 AE HEERENVEEN
www.technion.nl

Technisch Handelsbureau Rensa BV

Postbus 84
6940 BB DIDAM
www.rensa.nl

Technofil B.V.

Hoefweg 6
6717 LS Ede
www.technofil.nl

Technolab B.V.

Morsestraat 10
2652 XG Berkel en Rodenrijs
www.technolab.nl

Tema Techniek bv

Dorpsdijk 35
6915 AC LOBITH
www.tematechniek.nl

TGO Technische Installaties BV

Topaasstraat 21
7554 TJ Hengelo
www.tgo.nl

the BIM Engineers

Ir. B.P.G. v Diggelenkade 11
8267 AC Kampen
www.thebimengineers.com

Thermaflex Isolatie B.V.

Postbus 531
5140 AM WAALWIJK
www.thermaflex.com

Thermica BV

Tesselschadestraat 18 A
5216 JW 's-Hertogenbosch
www.thermica.com

ThermIQ BV

Corkstraat 46
3047 AC Rotterdam
www.thermiq.com

Thermo Air Holland

Ambachtsweg 18
1271 AM Huizen
www.thermoair.com

ThermoFrost Projects BV

Nijverheidsweg-Noord 95
3812 PL Amersfoort
www.thermofrost.nl

ThermoNoord BV

Tolhûsleane 7
8401 GA Gorredijk
www.thermonoord.nl

TIBN Beheer en Onderhoud B.V.

Heygraefflaan 26
3953 BK Maarsbergen
www.tibn.nl

TotalKlima B.V.

Postbus 387
2800 AJ GOUDA
www.totalklima.nl

TRAJECT Adviseurs & Managers BV

Postbus 87
6900 AB ZEVENAAR
www.traject.com

TROX Nederland B.V.

Postbus 225
4200 AE GORINCHEM
www.trox.nl

TS Group Holland

Burensedijk 3
4116 GS Buren
www.tsg-holland.com

TTB Luchttechniek

Postbus 404
7500 AK ENSCHEDE
www.ttb-luchttechniek.nl

TU Eindhoven- Dienst Huisvesting

Postbus 513
5600 MB EINDHOVEN
www.tue.nl

TVVL

Korenmolenaar 4
3447 GG Woerden
www.tvvl.nl

Ubel BV

Hazenweg 40
7556 BM Hengelo
www.ubel.nl

ULC Installatietechniek b.v.

Postbus 2405
3500 GK Utrecht
www.ulcgroep.nl

UMCG

Dilgtweg 5
9751 ND Haren Gn
www.umcg.nl

Unica Installatietechniek BV

Fairoaksbaan 200
3045 AS Rotterdam
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Waanderweg 34
7812 HZ Emmen
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Atoomweg 5
9743 AJ Groningen
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Postbus 9935
1006 AP AMSTERDAM
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Beneluxweg 2
2411 NG Bodegraven
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Postbus 623
8000 AP ZWOLLE
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Postbus 202
3870 CE HOEVELAKEN
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Postbus 623
8000 AP ZWOLLE
www.unica.nl

Unica Installatietechniek BV

Krabbenbosweg 46 a
7555 EL Hengelo
www.unica.nl

Universitair Medisch Centrum Utrecht

Huispostnr. W00102, Postbus 85500
3508 GA UTRECHT
www.azu.nl

Universiteit Utrecht, directie Vastgoed & Campus

Postbus 80125
3508 TC Utrecht
www.uu.nl

Universiteit van Amsterdam Facility Services

Postbus 200
1000 AE AMSTERDAM
www.uva.nl/facilityservices

VABI Software BV

Postbus 29
2600 AA DELFT
www.vabi.nl

Valstar Simonis raadgevende ingenieurs

Postbus 1935
2280 DX RIJSWIJK
www.valstar-simonis.nl

Van Dalen Installatietechniek

Engelenburgstraat 21
7391 AM Twello
www.vandalen-installatie.nl

Van de Schoot Advies

D'n Duyp 32
5066 GB Moergestel
www.vandeschootadvies.nl

van der Laan Koeltechniek

Noordkade 92 e
2741 GA Waddinxveen
www.vanderlaankoeltechniek.nl

Van Dijnsen Installatiewerken B.V.

Postbus 2243
4800 CE BREDA
www.vandijnsen.nl

Van Dorp Installaties Zevenaar

Postbus 3
6900 AA ZEVENAAR
www.vandorp.eu

Van Dorp Installaties Zoetermeer

Postbus 424
7400 AK DEVENTER
www.vandorp.eu

Van Dorp Installaties Zoetermeer

Postbus 661
2700 AR ZOETERMEER
www.vandorp.eu

Van Dorp Installaties Zoetermeer

Postbus 352
3800 AJ AMERSFOORT
www.vandorp.eu

Van Dorp Installaties Zoetermeer

Postbus 55112
3008 EC ROTTERDAM
www.vandorp.eu

van Empel Inspecties en Advisering

Postbus 31
5570 AA Bergeijk
www.vanempelinspecties.com

Van Galen Klimaattechniek B.V.

Postbus 59201
3008 PE ROTTERDAM
www.vangalen.com

Van Haren Installaties BV

De Hork 26
5431 NS Cuijk
www.vanharencuijk.nl

Van Harlingen Grondwater Management B.V.

Mariastraat 44
2181 CV Hillegom
www.vhgm.nl

Van Kessel Ventilatie BV

Postbus 38
3140 AA MAASSLUIS
www.vankesselbv.nl

Van Losser Installaties b.v.

Postbus 60
7460 AB RIJSSEN
www.vanlosser.nl

Van Rennes Elektro- & Installatietechniek

Rijksstraatweg 1
3286 LS Klaaswaal
www.vanrennes.nl

Van Tilburg Energie Design

Expeditiestraat 2
5961 PX Horst
www.vantilburgbv.nl

Van Wessel MDC B.V.

Dijkweg 41
6905 BC Zevenaar
www.vanwesselmdc.nl

VDI-GBG

P.O. Box 101139
D-40002 DUESSELDORF
Duitsland
www.vdi.de

Vedotec BV

de Vijf Boeken 1 K
2911 BL Nieuwerkerk aan den IJssel
www.vedotec.nl

Ventilair Group Nederland BV

Kerver 16
5521 DB Eersel
www.ventilair.nl

Verstappen Engineering B.V.

Meerplein 115
5658 LL Eindhoven
www.verstappen-engineering.nl

VIAC BV

De Bouw 131
3991 SZ Houten
www.viac.nl

VIANEN KVS B.V.

Postbus 163
3440 AD WOERDEN
www.vianenkvs.com

Viega Nederland BV

Postbus 5170
1410 AD NAARDEN
www.viega.nl

Viessmann Nederland BV

Postbus 322
2900 AH CAPELLE AAN DEN IJSSEL
www.viessmann.com

Vitens NV

Postbus 1205
8001 BE ZWOLLE
www.vitens.nl

Vitruvius Bouwkostenadvies

Europalaan 28 d
5232 BC 's-Hertogenbosch
www.vitruviusbouwkostenadvies.nl

VLA

Postbus 190
2700 AD ZOETERMEER
www.vla.nu

VMRG

Postbus 1496
3430 BL Nieuwegein
www.vmrgr.nl

Volantis B.V.

Postbus 470
5900 AL VENLO
www.volantis.nl

Vos Cleaning

Vijzelweg 4
5145 NK WAALWIJK
www.voscleaning.nl

Vrije Universiteit Amsterdam

De Boelelaan 1105
1081 HV Amsterdam
www.vu.nl

W4Y Adviseurs BV

Johanniterlaan 2
3841 DT Harderwijk
www.w4y.nl

Waldmann BV

Lingewei 19
4004 LK Tiel
www.waldmann.com

Warmtebouw Utrecht B.V.

Postbus 1075
3600 BB MAARSSSEN
www.warmtebouw.nl

Webeasy b.v.

Sportlaan 53
3364 DK Sliedrecht
www.webeasy.nl

Werkendamse Verwarmingscentrale

Ir Blankenstraat 6
4251 NR Werkendam
www.wvc.nl

Western Airconditioning BV

Postbus 236
3870 CE HOEVELAKEN
www.western.nl

Winkelman Engineering & Consultancy BV

Stationsweg 79
9201 GJ Drachten
www.winkelmanengineering.nl

Winterwarm Heating Solutions B.V.

Postbus 36
7100 AA WINTERSWIJK
www.winterwarm.nl

Witteveen+Bos BV

Postbus 233
7400 AE DEVENTER
www.witteveenbos.nl

Wolf Dikken Adviseurs

Plein 4
2291 CC Wateringen
www.wolfdikken.nl

Wolf Energiesystemen

Europa-Allee 6
8256 VB Kampen
www.wolf-energiesystemen.nl

Worley

Postbus 9300
6800 SB ARNHEM
www.worley.com

WSI-techniek

Batterij 3
7141 JL Groenlo
www.wsi-techniek.nl

WTH Vloerverwarming

Mijlweg 75
3316 BE Dordrecht
www.wth.nl

Xigna B.V.

Postbus 960
7550 AZ HENGELO OV
www.xigna.nl

Ziehl-Abegg Benelux BV

Middelweg 20 a
5253 CA Nieuwkuijk
www.ziehl-abegg.nl



BOSCH



ALKLIMA
KLIMAATCONCEPTEN



ORANGE CLIMATE



systemair

remeha



NIEMAN[®]

DE RAADGEVENDE INGENIEURS

GRUNDFOS[®] 

Xigna.

HollandWater 
SAFE WATER



**Korenmolenlaan 4
3447 GG Woerden
info@tvvl.nl
www.tvvl.nl
T 088 401 06 00**