



DESIGN FOR DISASSEMBLY

Principes voor klimaatsystemen



**NEDERLAND
CIRCULAIR!**

SAMENVATTING

De werkgroep DFD (Design for Disassembly) van het programma Nederland Circulair! heeft als doel het ontwikkelen van ontwerpprincipes voor het makkelijk uit elkaar halen van een generieke klimaatinstallatie in de utiliteitsbouw.

De huidige klimaatsystemen geïnstalleerd in kantoorpanden zijn vaak lastig gedurende de levensduur van het pand aan te passen laat staan te verwijderen. Meestal kunnen de verschillende onderdelen pas bij de sloop als grondstof herwonnen worden. Dit leidt tot waardevernietiging, inflexibiliteit van het systeem en zwaardere milieudruk dan nodig of wenselijk.

Binnen de coalitie Klimaat voor Verandering heeft de DFD werkgroep zich sinds april 2016 beziggehouden met design-oplossingen voor waardebehoud en flexibel gebruik. In een reeks van bijeenkomsten - met als hoogtepunt een (re)design workshop van een dag tijdens welke een generiek klimaatsysteem herontworpen is - heeft de werkgroep vijf design principes voor DFD geïdentificeerd. De vijf DFD principes zijn gericht op standaardisatie, demontage, mono-materialen, multifunctionaliteit en ketensamenwerking. De principes zijn niet alleen op product en component niveau toe te passen, maar ook op systeemniveau.

De Design for Disassembly principes bieden een handvat voor producenten en leveranciers en de ontwerpers van hun producten en systemen. Voor brancheorganisaties is het een eenvoudige tool die kan worden ingezet om hun leden richting de circulaire economie te bewegen. Ook universiteiten en hogescholen kunnen de principes inzetten voor onderwijsdoeleinden. Tot slot stelt het Inkopers, adviseurs en opdrachtgevers - bij bedrijven en overheden - in staat om weloverwogen beslissingen te nemen ten bate van de circulaire economie.

Inhoud

| | |
|--|----|
| 1. Introductie | 3 |
| 2. Methodologie | 4 |
| 3. Vijf DFD principes en drie enablers | 5 |
| 4. Toepassingen van de DFD principes | 11 |
| 6. Conclusies & vervolgstappen | 12 |



1. INTRODUCTIE

Achtergrond

DFD is een werkgroep van de coalitie Klimaat voor Verandering, dat onderdeel uitmaakt van het transitieprogramma van Nederland Circulair!. De coalitie heeft als doelstelling het circulair maken van klimaatsystemen voor utiliteitsbouw. Binnen de coalitie zijn diverse werkgroepen geformeerd, die gezamenlijk als doel hebben om een verandering teweeg te brengen in de bedrijfstak klimaatsystemen. De DFD werkgroep richt zich op het ontwikkelen van design principes voor een generiek klimaatsysteem, die 'disassembly' of ontmanteling ten behoeve van reparatie, revisie of hoogwaardig hergebruik, vergemakkelijken. Uitgangspunt is de wijze waarop huidige klimaatsystemen worden geproduceerd. De werkgroep bestaat uit de bedrijven Alklima, HR Recycling, Remeha, Frico B.V., Van Gerrevink B.V. en Linthorst Techniek. De werkgroep wordt vanuit Nederland Circulair! begeleid door MVO Nederland en Circle Economy.



*Nederland Circulair! Is een programma waarin de maatschappelijke organisaties ClickNL, De Groene Zaak, Het Groene Brein, MVO Nederland en Circle Economy met ondersteuning van RVO en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu werken aan 4 thema's om circulair ondernemen in het Nederlands bedrijfsleven te versnellen. Onder het thema Ketentransities vallen drie ketens waarin de transitie naar een circulaire economie wordt versneld: klimaatsystemen (Klimaat voor Verandering), de zorg (Zorgeloos Afval) en ondergrondse infrastructuur (Leiding op Circulariteit).

Over dit rapport

In dit rapport staan de resultaten van de DFD werkgroep omschreven, behaald in de periode april – november 2016. Op 1 september heeft een (re)designworkshop plaatsgevonden tijdens welke de 5 design principes zijn vastgesteld. Deelnemers waren Martijn van Leerdam (Alklima), Bart van Diepen (Remeha), Ruud van der Meide (Remeha), Frans Tak (Linthorst Techniek), Marcel de Graaf (HR Recycling), Marc van Gerrevink (Van Gerrevink B.V.) en Roger Ravelli (RVO). De workshop werd verzorgd door Simone Gager (Circle Economy), Derek Wilson (MVO Nederland) en Marc de Wit (Circle Economy). In vervolgsessies op 23 en 30 september hebben ook Xander van Bree en Andy Bijmans (Frico B.V.) input geleverd op de geselecteerde principes. Op 13 oktober zijn de uitkomsten gepresenteerd aan de brede coalitie van Klimaat voor Verandering.

Het doel van de workshop was om enkele eenvoudige DFD principes op papier te zetten die geschikt zijn om te worden geadopteerd door brancheverenigingen zoals de VLA, door inkopers en door het partijen die standaarden en normen ontwikkelen. De ambitie is dat uiteindelijk iedere ontwerper en engineer in Nederland met deze principes gaat werken.

“De circulaire economie is onontkoombaar. Ik wilde met ons bedrijf vanaf het begin betrokken zijn bij de transitie. Samenwerking is daarbij cruciaal.”

- Marc van Gerrevink (Van Gerrevink B.V.)

2. METHODOLOGIE

Om tot DFD principes voor klimaatsystemen te komen zijn vier uitgangspunten gecombineerd. Ten eerste is uitgegaan van vijf algemene principes van design for disassembly zoals die volgende uit de bestaande kennis en literatuur op dit gebied. Dit zijn:

- Minimaliseren van de hoeveelheid materiaalsoorten
- Minimaliseren van de hoeveelheid component soorten
- Modulair ontwerp
- Gebruik constructie-technologieën die geschikt zijn voor gestandaardiseerde, eenvoudige en 'low-tech' montage en gebruik algemene gereedschappen
- Gebruik een minimale hoeveelheid aan vaste verbindingen

Ten tweede is gekeken naar de drie soorten modules waaruit een klimaatsysteem bestaat:

- **Opwekking:** verwarming, koeling en luchtbehandeling
- **Distributie:** distributiekkanalen
- **Afgifte:** roosters, radiatoren etc

Ten derde is rekening gehouden met de toepassing van DFD principes op drie niveaus:

- **Systeem** (geheel klimaatsysteem)
- **Module** (opwekking, distributie en afgifte)
- **Component** (compressor, filter, etc)

Onder **systeem** wordt het gehele klimaatsysteem verstaan. Een **module** is een standaardproduct dat een leverancier levert (bijvoorbeeld een CV ketel, luchtbehandelingskast, distributiekkanalen of een radiator). Een **component** is onderdeel van een module (bijvoorbeeld een compressor of een filter).

Het is van belang om op deze drie niveaus te kijken naar het ontwerp, zodat op systeemniveau grote impacts kunnen worden bereikt, met name als het gaat om flexibiliteit van het gehele systeem tijdens de levensduur. Om optimaal gebruik te kunnen maken van gebouwen is hoge multifunctionaliteit vereist van alle assets, waaronder ook het klimaatsysteem. Tijdens de bijeenkomsten van de DFD werkgroep bleek bijvoorbeeld dat in een ideale situatie het klimaatsysteem zo ingericht is dat het mogelijk is om de maximale capaciteit te benutten, ook als dit bij aanvang niet wordt gevraagd - dit blijkt vaak het geval blijkt te zijn

Tot slot is uitgegaan van *bestaande* producten, d.w.z. niet van nieuw-te-ontwikkelen producten. Er is bekeken hoe bestaande producten aangepast of vervangen kunnen worden door alternatieven waardoor een DFD klimaatsysteem gerealiseerd kan worden.

**“De DFD workshop was een
ideaal middel om snel tot
ontwerpprincipes te komen.”**

- Ruud van der Meide (Remeha)

3. VIJF DFD PRINCIPES EN DRIE ENABLERS

Tijdens de workshop zijn vijf DFD principes gedefinieerd, namelijk ontwerp gericht op:

1. Standaardisatie
2. Demontage
3. Monomaterialen
4. Multifunctionaliteit
5. Ketensamenwerking

Deze principes zijn in de vervolgsessies verder opgedeeld naargelang hun relevantie op systeem-, module- en componentniveau. De uitwerking hiervan volgt hieronder.



Standaardisatie

Systeem

- Alle modules en mogelijk ook componenten in het systeem zijn **compatibel** qua functionaliteit. Voorbeeld: Remeha ketel kan eenvoudig Nefit ketel vervangen doordat aansluitingen compatibel zijn.
- **Maatvoering** is gestandaardiseerd voor behuizing, aan- en afvoerleidingen, pompen en ventilatoren. Hetzelfde geldt voor standaard inbouwafmetingen van filters. Daarnaast wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van standaard componenten.
- Ontwerp van het systeem voorziet in mogelijkheid voor standaard **revisies** en **software updates**.

Module

- Ontwerp van de module op basis van **adaptabiliteit**: het houdt rekening met **upgrades** zoals bijvoorbeeld vervanging van de elektromotor in de pomp, maar ook ten behoeve van de overgang van gas naar elektra.
- Ontwerp van de module voorziet in mogelijkheid voor standaard **revisies** en **software updates**.

Component

- Gebruik van gestandaardiseerde **klikkers, wortels of schroeven** voor eenvoudige demontage. Zo wordt onderhoud, reparatie, hergebruik en verwerking voor monteurs en slopers vergemakkelijkt.
- Standaard componenten - bijvoorbeeld dezelfde soorten schroeven, i.p.v. de ene torx en de ander kruiskop - toepassen om zo de ook algehele **handelingswijze** bij bouw, onderhoud en demontage te stroomlijnen.
- Gebruik maken van bewezen **idiot-proof leidingverbindingen**.



Demontage

Systeem

- **'Droge' inbouw van vloerverwarming en afgifte modules** zodat deze makkelijk zijn te demonteren. 'Natte' inbouw wordt in de vloer verankerd en is niet te herwinnen.

Module

- Volgorde van module-assemblage is gericht **losneembaarheid** van componenten: compressor zit bijvoorbeeld vooraan zodat je er makkelijk bij kan. Met name componenten die regelmatig onderhoud vereisen of slijtage-gevoelig zijn, dienen goed **bereikbaar** te zijn voor monteurs.
- **Clustering** van bepaalde componenten, zoals centralisatie van elektronische componenten op het motherboard om eenvoudig onderhoud toe te staan.
- Huidige radiatoren zijn al makkelijk van de muur te halen. Roosters in plafond en dergelijke zijn goed verwijderbaar. Idealiter zijn deze gemaakt van van plaatstaal.

Component

- **Compressor** in zijn geheel uitwisselbaar maken.
- Gebruik **demontabele lamellen** op warmtewisselaar; **demontabel doek** op filterframe; demontabele lagers op compressor.
- **Vermijden van vaste verbinden**; componenten losneembaar maken bijvoorbeeld m.b.v. kliksysteem.
- **Scheiden van materialen** mogelijk maken. Koperkabel met mantel kan gestript worden - bijvoorbeeld met rits, maar schredemachine werkt nu ook al prima.
- Herontwerp van leiding-koppelingen voor demontage. Dit zou kunnen door koppelingen te gebruiken met voorsluiting van **instelbaar geheugenmateriaal** welke open en dicht kunnen. Knelkoppelingen zijn plastisch vervormd en dus niet demontabel. Vaak ook bestaan de knelkoppelingen uit samengestelde materialen.



Monomaterialen

Systeem

- Focus op monomaterialen in het gehele systeem, bijvoorbeeld **radiatoren en distributieleidingen van staal**, en standaard koppelingen van leidingsystemen uit hetzelfde materiaal.

Module

- Coatings, lijm en verflagen op modules voorkomen door toepassing van **hoogwaardiger materialen** zoals RVS.
- Gebruik en hergebruik van **low-impact koudemiddel**.

Component

- Minimaal waardeverlies door zoveel mogelijk toepassing van mono-materiaal voor waardebehoud (herinzetbaarheid materiaal). Bijvoorbeeld materialen als **koper** en **PVC** isolatie inzetten die goedkoop kunnen worden gescheiden en opnieuw ingezet.
- Voorkomen van gebruik composieten, die niet kunnen worden gescheiden, gerecycled of biologisch afgebroken.
- **Slijtage-gevoelige onderdelen** zoveel mogelijk uit recyclebaar mono-materiaal maken. Filterdoek doek bijvoorbeeld in mono-materiaal uitvoeren of wasbaar maken.
- Ontwerp gericht op het minimaliseren of geheel **uitfasen van vulmiddelen en additieven** zoals vlamvertragers t.b.v. recycling. Onderzoeken of een monomateriaal kan worden ontwikkeld voor vlamvertragers - dit is een grote technische uitdaging.
- **Warmtewisselaar** uitvoeren in één materiaal en standaardisering van metalen legeringen.
- **Radiatoren en distributieleidingen van staal** maken.



Multifunctionaliteit

Systemeem

- Toepassen van de **'verloren-modelmethode'** tijdens systeemontwerp
- **Combineren constructiemateriaal** voor verschillende functies om zo overbodig materiaalgebruik te voorkomen (dematerialisatie). Bijvoorbeeld door ijs te gebruiken voor het storten van beton zodat luchtkanalen er in zitten, of door gebruik te maken van 3D beton-printer. Design voor dematerialisatie meenemen in systeemontwerp
- **Centraliseren van elektronica** in het klimaatsysteem zodat deze makkelijk een nieuwe functie kan krijgen - door bijvoorbeeld een software upgrade - of worden vervangen.

Module

- **Centraliseren van elektronica** in de module zodat deze makkelijk een nieuwe functie kan krijgen - door bijvoorbeeld een software upgrade - of worden vervangen.
- **Demontabele bekisting** van modules.



Ketensamenwerking

Systemeem, module, component

- Systemeem voor (retour)logistiek opzetten om onderdelen aanwijsbaar goed te kunnen terughalen van modules en componenten voor revisie, upgrades en herdistributie. Dit vereist nauw overleg tussen producent, leverancier, installateurs en klant.
- Organiseren van materiaalstromen op systeem-, module- en componentniveau

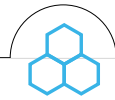
Enablers van DFD

Naast de DFD principes kwam uit de workshop ook naar voren dat er verschillende enablers zijn om design for disassembly breed te laten inzetten. Dit zijn:

- **Circulaire inkoop:** De afdelingen binnen bedrijven en overheden die zich met inkoop bezighouden spelen een cruciale rol in de adoptie van DFD: zij bepalen immers grotendeels de vraag naar circulaire producten en diensten. De inkoop moet gericht zijn op optimaal onderhoud, levensduurverlenging, en het op deze manier terugdringen van de Total Cost of Ownership (TCO). De inkoopafdeling speelt een cruciale rol in de acceptatie van nieuwe business modellen en het ombuigen van de bouwkolom tot een 'bouwcirkel'.
- **Wetgeving:** Het waardesysteem waar de huidige marktwerking op is gestoeld moet veranderen. Zo moet er regelgeving komen die onderhoud van klimaatsystemen aanmoedigt of zelfs verplicht met als doel optimaal waardebehoud. Samen met de verantwoordelijkheid voor wat er met end-of-use producten gebeurt valt dit onder beleid gericht op Extended Producer Responsibility (EPR). Ook zou een verschuiving van belasting op grondstoffen i.p.v. arbeid, zoals dat door bijvoorbeeld [Ex'Tax](#) wordt gepromoot, gunstig zijn voor DFD. Verder zouden normen die op dit gebied kunnen worden ontwikkeld - door bijvoorbeeld het NEN in Nederland of CEN-CENELEC op Europees niveau - worden opgenomen in wet- en regelgeving.
- **Certificering:** Het opstellen van normen kan helpen bij de adoptie van DFD principes. Deze normen kunnen, zoals hierboven al wordt genoemd, ook worden meegenomen in wetgeving. Ook kunnen de principes worden opgenomen in leidende standaarden in de bouw zoals BREEAM en LEED. Certificering op basis van deze normen kan zo voor concurrentievoordeel zorgen bij DFD koplopers.

DFD matrix

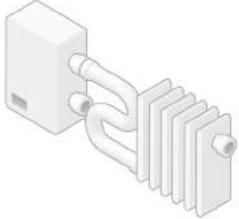
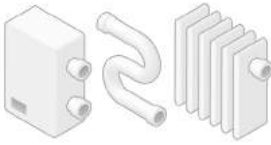
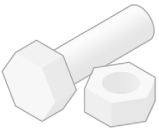
Met voorbeelden van DFD principes voor een generiek klimaatsysteem



Standaardisatie



Demontage

| <p>Systeem</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Compatibiliteit • Ontwerp voor revisie en software update • Standaardisering maatvoering behuizing • Standaardisering aan- en afvoerleidingen, pomp en ventilatoren, filter-afmetingen; gebruik standaard componenten | <ul style="list-style-type: none"> • 'Droge' vloerverwarming constructie & afgifte |
|---|--|--|
| <p>Module</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Ontwerp voor revisie en software update • Adaptability ivm overgang gas naar elektra • Upgradeability: vervanging motor, software, waaier, etc. | <ul style="list-style-type: none"> • Losneembare onderdelen gebruiken bij assemblage; assemblage volgorde gericht op demontage en bereikbaarheid slijtage gevoelige onderdelen • Clustering van componenten. Ontwerp mother-board centralisatie van elektronische componenten • Compressor uitwisselbaar maken; lagers uit compressor vervangbaar • Demontabel filterdoek en frame • Demontabele lamellen warmtewisselaar • Radiatoren en plafondroosters al goed verwijderbaar, maar niet altijd van plaatstaal |
| <p>Component</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Standaard trigger (klikkers, wortel of schroef) voor eenvoudige (de) montage • Bewezen idiot-proof leidingverbindingen | <ul style="list-style-type: none"> • Klikbare / losneembare componenten t.b.v. de montage • Materiaalscheidingmogelijk maken, bijv. eenvoudig strippen koperkabel • Slijtage gevoelige onderdelen uit mono-materiaal en recyclebaar • Herontwerp koppelingen leidingsystemen, bijv. met instelbaar geheugenmateriaal, ipv plastisch gevormd, composiet en niet demontabel |



Monomaterialen



Multifunctionaliteit

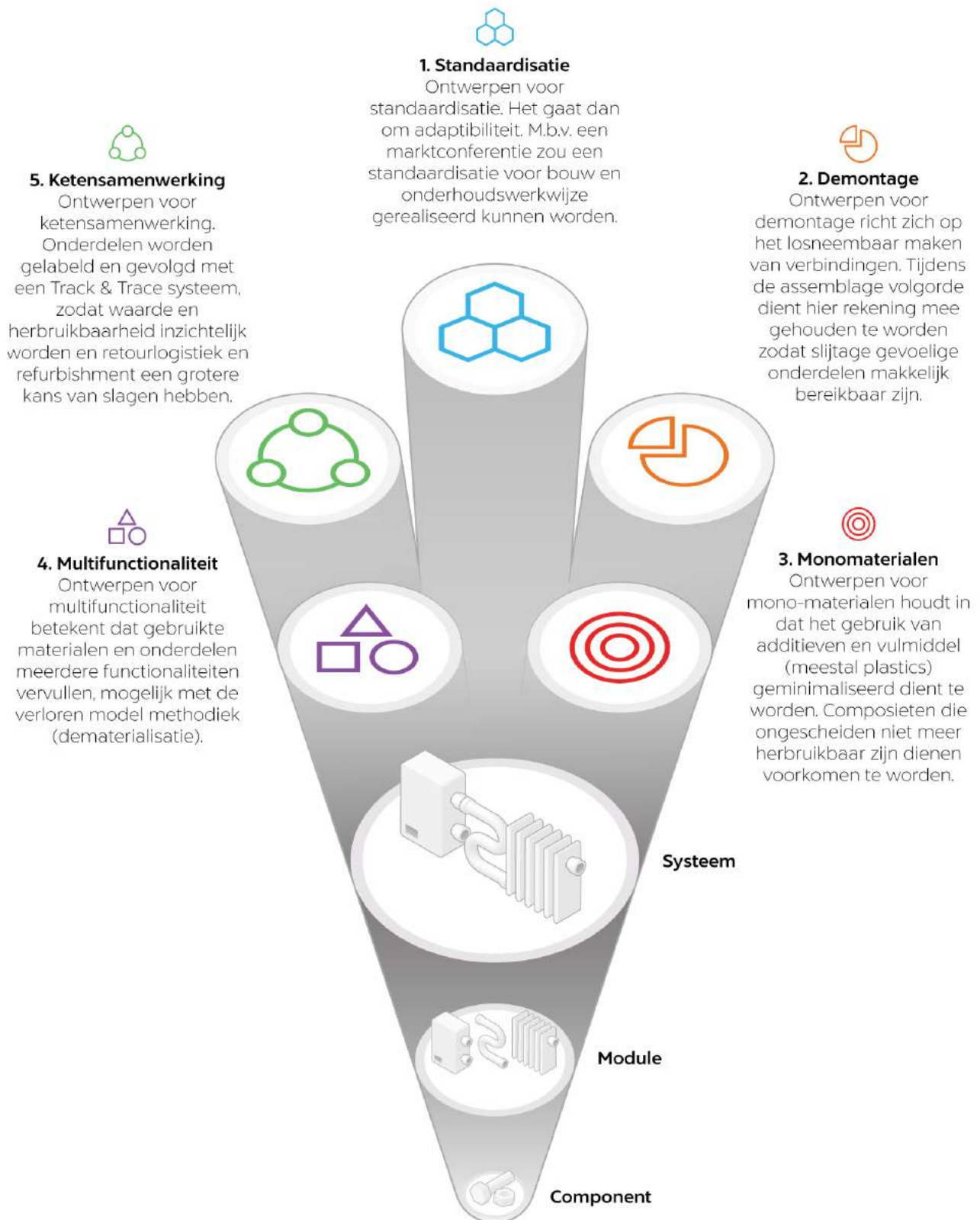


Ketensamenwerking

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Herontwerp koppelingen leidingsystemen • Radiatoren en distributieleidingen zijn van staal | <ul style="list-style-type: none"> • Verloren model methode • Design voor dematerialisatie • Centraliseren van elektronica • Demontabele bekisting • Combineren constructiemateriaal met andere functies (bijv. ijs gebruiken om luchtkanalen te creëren bij betongieten)" | <ul style="list-style-type: none"> • Logistiek systeem voor efficiënte take-back, revisie en herdistributie • Organiseren van materiaalstromen |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ontwerp voor het klikbaar (los neembaar) maken van componenten t.b.v. demontage • Coatings, lijmen en verflagen voorkomen door toepassing van hoogwaardiger materiaal zoals RVS • Hergebruik koudemiddel na end of life | <ul style="list-style-type: none"> • Centraliseren van elektronica | <ul style="list-style-type: none"> • Logistiek systeem voor efficiënte take-back, revisie en herdistributie • Organiseren van materiaal stromen |
| <ul style="list-style-type: none"> • Minimaal waardeverlies door toepassing mono-materiaal (herinzetbaarheid materiaal) • Uitfaseren hybride additieven van vlamvertragers en vulmiddelen t.b.v. recycling • Standardisering van legering (metalen) onderdeel ook van demontabel en standaardisatie • Voorkomen van composieten (die je niet meer kan scheiden, die ongescheiden niet meer herbruikbaar zijn of biologisch afbreekbaar zijn), oprompen van aluminiumblok. (staal en doek voor filter) • Filterdoek uit mono-materiaal of wasbaar • Economisch scheidbare materialen koper en PVC isolatie • Radiatoren en distributieleidingen zijn van staal • Warmtewisselaar uitvoeren in één materiaal | | <ul style="list-style-type: none"> • Logistiek systeem voor efficiënte take-back, revisie en herdistributie. • Organiseren van materiaal stromen |






PRINCIPES VOOR DESIGN FOR DISASSEMBLY

voor klimaatsystemen



4. TOEPASSINGEN VAN DE DFD PRINCIPES

De vijf DFD principes zijn eenvoudig op drie niveaus toe te passen door gebruik te maken van de onderstaande matrix.]

| DFD _{matrix} |  Standaardisatie |  Demontage |  Monomaterialen |  Multifunctionaliteit |  Ketensamenwerking |
|-----------------------|---|---|--|--|---|
| Systeem | | | | | |
| Module | | | | | |
| Component | | | | | |

De matrix is een handig hulpmiddel voor de volgende partijen:

Ontwerpers en engineers

Ontwerpers en engineers van modules en componenten kunnen de principes als checklist gebruiken bij het ontwikkelen van nieuwe producten. Het voordeel van de matrix is dat deze hen dwingt niet vanuit slechts één niveau te redeneren: door de andere twee niveaus ook mee te nemen ontstaat een volledig beeld van de voorwaarden waaraan een volledig DFD product moet voldoen. Samenwerking met afvalverwerkers en recyclers - die kennis hebben als het gaat om het hoogwaardig hergebruik van producten en materialen - is hierbij gewenst.

Inkopers en adviseurs

Zowel inkopers bij bedrijven en overheden - zoals bij Rijksvastgoedbedrijf - als adviseurs in de klimaattechniek hebben baat bij de principes om de juiste vraag te creëren naar DFD klimaatsystemen. Door eerst de principes op systeemniveau toe te passen en vervolgens te verifiëren hoe deze uitpakken op module en mogelijk zelfs componentniveau, kan een systeem zo worden uitgevraagd en contractueel vast worden vastgelegd dat deze voldoet aan alle DFD principes. De beschikbaarheid van (circulaire) DFD ontwerpcatalogi kan hierbij behulpzaam zijn.

Docenten en studenten

De DFD principes bieden ook de mogelijkheid om al op vroege leeftijd het circulaire gedachtegoed in het onderwijs mee te nemen. Door de matrix in lespakketten op te nemen en docenten projecten op te laten zetten die gebaseerd zijn op de DFD principes, kan al vroeg worden begonnen met het veranderen van de mindset van de ontwerpers, engineers, inkopers, adviseurs, wetgevers en norm-ontwikkelaars van de toekomst.

“De DFD matrix heeft ons input gegeven om met een student verder uit te werken wat circulair design betekent voor onze CV ketels.”

- Ruud van der Meide (Remeha)

“Circulair design zou wat mij betreft al op de basisschool moeten worden onderwezen.”

- Xander van Bree (Frico B.V.)

5. CONCLUSIES EN VERVOLGSTAPPEN

Conclusies

De DFD principes die door de werkgroep zijn opgesteld, zijn relevant voor alle marktpartijen in de waardeketen van klimaatsystemen. Door de principes altijd op systeem-, module- en componentniveau toe te passen - door als ontwerper eerst vanuit bijvoorbeeld een verwarmingsketel te redeneren, of als inkoper juist eerst vanuit de systeemeisen in een uitvraag, en vervolgens vanuit de andere twee niveaus - kan een klimaatsysteem worden ontwikkeld dat volledig op DFD principes is gebaseerd. De DFD matrix is voor ontwerpers, inkopers en andere spelers een handige tool.

Vervolg

Het doel van de werkgroep is nu aan de ene kant om de DFD principes te verspreiden en promoten via:

- Brancheorganisaties (bijv. in bestekken en communicatie van de VLA, Uneto VNI)
- Overheden (bijv. RVO, RWS, Rijksvastgoedbedrijf)
- Normalisatie organisaties (bijv. NEN, CEN-CENELEC)

Aan de andere kant wordt verder onderzocht hoe de DFD principes kunnen worden toegepast op bestaande producten. Remeha heeft een student gevraagd de principes en matrix verder uit te werken voor een verwarmingsketel.

“De circulaire economie is onontkoombaar. Ik wilde met ons bedrijf vanaf het begin betrokken zijn bij de transitie. Samenwerking is daarbij cruciaal.”

- Marc van Gerrevink (Van Gerrevink B.V.)



OVER DIT RAPPORT

Over dit rapport

Dit is een rapport geschreven voor de DFD werkgroep, die onderdeel uitmaakt van de Klimaat voor Verandering coalitie van het programma Nederland Circulair!

Auteurs

Ben Kubbinga (Circle Economy), Derek Wilson (MVO Nederland)

Met bijdrages van

Martijn van Leerdam (Alklima), Bart van Diepen, Ruud van der Meide (Remeha), Frans Tak (Linthorst Techniek), Marcel de Graaf (HR Recycling), Marc van Gerrevink (Van Gerrevink B.V.), Roger Ravelli (RVO), Xander van Bree, Andy Bijmans (Frico B.V.), Simone Gager en Marc de Wit (Circle Economy).

Graphics & lay-out

Kay van 't Hof (Circle Economy)

Contact

Pieter van den Herik, P.vandenHerik@mvonederland.nl
Ben Kubbinga, ben@circle-economy.com

DECEMBER 2016



