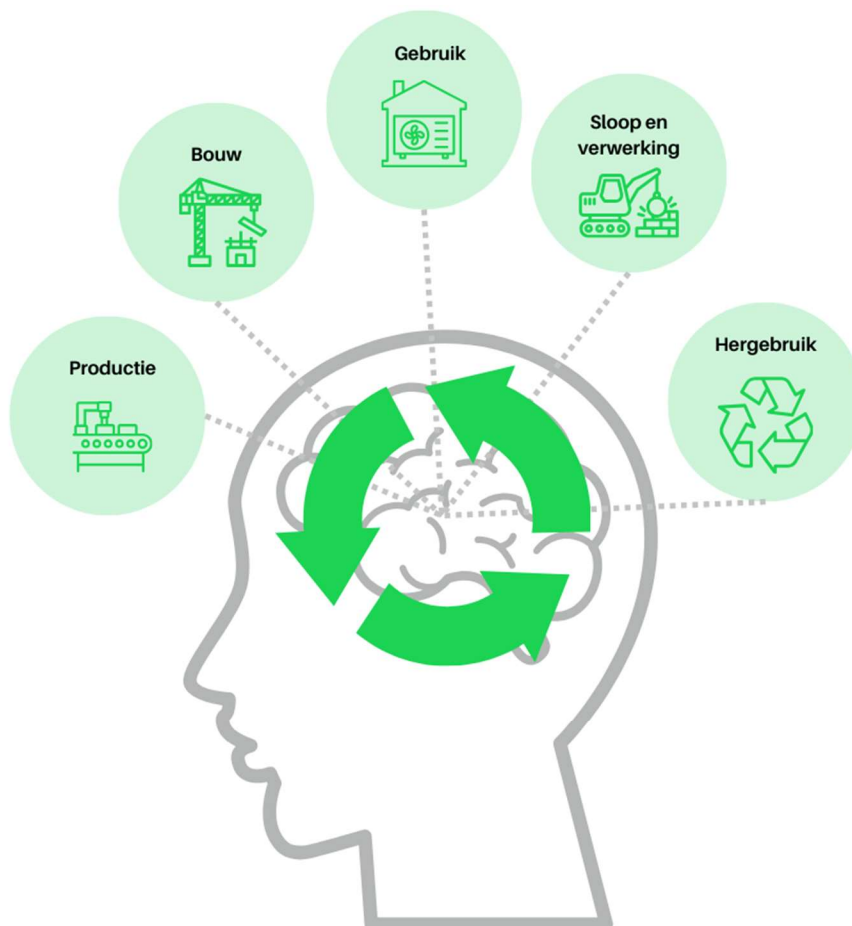


CO₂- reductiepotentieel scope 3

Rapportage

19 januari 2024, Den Bosch | Ons Kenmerk: 25258652

In opdracht van: Van Wijnen Groep



HAS green academy
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: 088 890 36 00

Documenttitel: Rapportage
Projectcode: BO-23200172

Status: Definitief (versie 1.0)

Opdrachtgever: Van Wijnen Groep
Contactpersoon: Teun Verhagen
t.verhagen@vanwijnen.nl / +31 6 57 84 47 28

Petran Verhoef
p.verhoef@vanwijnen.nl / +31 6 53 33 58 50

Projectleider: Leo Jansen
l.jansen@has.nl / +31 6 54 37 14 58

Projectteam: Florian Kruisheer
F.Kruisheer@student.has.nl / +31 6 38 60 00 79

Lenée Mondria
L.Mondria@student.has.nl / +31 6 44 80 85 67

Plaats: 's-Hertogenbosch
Datum: 19 januari 2024

Voorwoord

Voor u ligt het adviesrapport met betrekking tot het onderzoek naar het CO₂-reductiepotentieel voor scope 3 binnen Van Wijnen Groep. Dit adviesrapport vormt de afsluiting van het afstudeeronderzoek van Florian Kruisheer en Lenée Mondria van de periode september 2023 tot en met februari 2024.

Tijdens deze periode hebben wij een kwantitatieve data-analyse uitgevoerd middels een levenscyclusanalyse (LCA) voor drie typen volledig elektrische warmtepompen (lucht-water, ventilatielucht-water en water-water). Het onderzoek valt binnen scope 3 van Van Wijnen en is aanvullend voor het certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder in maart 2024. Het doel van dit onderzoek was inzicht verkrijgen in de gehele keten van de producten (activiteiten en (indirecte) ketenpartners), met bijbehorende milieu-impact in *[kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]*. Daarnaast zijn ook CO₂-reducerende maatregelen weergegeven.

Het eindresultaat van het onderzoek is een advies voor Van Wijnen ten aanzien van haar invloed op CO₂-reducerende maatregelen met het oog op CO₂-reductie en -neutraliteit in 2030. Het advies is voornamelijk gericht op het voeren van gesprekken met ketenpartners om samenwerking in de keten te bevorderen. Vervolgonderzoek benadrukt het uitwerken van een betrouwbaarheidsanalyse, realistisch transportverbruik, installatie-invloeden, reële energiemix en het voeren van interviews met sloopbedrijven.

Het adviesrapport is bestemd voor geïnteresseerden vanuit Van Wijnen, die zich breed willen inzetten voor energie neutrale gebouwen, de energietransitie en CO₂-neutraliteit in 2030 voor het thema 'Duurzaamheid' binnen de organisatie.

Hierbij willen wij van de gelegenheid gebruik maken om iedereen te bedanken die heeft geholpen met de uitvoering van ons onderzoek. Als eerste willen wij opdrachtgever en inhoudsdeskundige Teun Verhagen bedanken voor alle begeleiding, hulp en feedback gedurende het onderzoek. Ook een bijzonder dankjewel voor Petran Verhoef, die samen met Teun het onderzoek mogelijk heeft gemaakt in samenwerking met de HAS green academy. Naast onze begeleiders willen wij ook alle andere Van Wijnen collega's bedanken voor het participeren in de interviews, aanscherpen van ons onderzoek en het verlenen van toegang tot benodigde gegevens. Als laatste willen wij onze projectleider Leo Jansen bedanken voor de begeleiding, feedback en beoordeling vanuit de HAS green academy.

Baarn, januari 2024

Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Samenvatting

De wereldwijde bouwsector was in 2021 verantwoordelijk voor 37% van de totale CO₂-uitstoot, waarvan 6% werd veroorzaakt door de productie van bouwmaterialen. Het is cruciaal voor producenten en consumenten om hun milieu-impact te verminderen. In de transitie om geen aardgas meer te gebruiken wordt naar onder andere warmtepompen gekeken. Omdat Van Wijnen zich in maart 2024 gaat certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder en in 2030 CO₂-neutraliteit wil behalen, moet Van Wijnen aan de hand van scope 3 haar indirecte emissies reduceren. Loodgieterswerk (o.a. warmtepompen) valt binnen Van Wijnen onder een van de grootste impactcategorieën. Om deze impactcategorie te verminderen wordt onderzocht hoe de materiële keten van drie verschillende warmtepompen naar CO₂-neutraliteit worden gestuurd in 2030.

Dit onderzoek omvat een vergelijking gemaakt tussen drie typen warmtepompen; een lucht-water (Alklima/Mitsubishi – Ecodan Eco Inverter), een ventilatielucht (NIBE – NIBE F470) en een water-water warmtepomp (Itho Daalderop – WPU 5G). Deze vergelijking is gedaan door het uitvoeren van twee soorten levenscyclusanalyses (LCA's) voor deze warmtepompen: een attributional (A-LCA) voor de huidige situatie en consequential (C-LCA) voor een toekomstscenario.

De A-LCA-resultaten tonen aan dat de gebruiksfase (B6) de grootste milieu-impact heeft voor alle drie warmtepompen. Daarnaast heeft de materialisatie van de warmtepompen in fase A1 tot A3 een hoge impact, waarbij de water-water warmtepomp van Itho Daalderop vooral in de productiefase (A1 t/m A3) opvalt. Opvallend is het hoge jaarlijkse elektriciteitsverbruik (AEC) van de NIBE warmtepomp (ventilatielucht) tijdens de gebruiksfase (B6). Verschillen in milieu-impact tussen de warmtepompen worden vooral zichtbaar in de sloop- en verwerkingsfase (C3 en C4).

In het hergebruik (D) vertonen de warmtepompen naast het lagere recyclingspercentage van de Itho Daalderop warmtepomp geen opvallende verschillen. Het recyclingpotentieel (fase D) toont echter aan dat geen van de warmtepompen CO₂-neutraal kan worden beschouwd. Het was uitdagend om verbeteringen binnen de materiële keten te identificeren, dus lag de focus op operationeel energieverbruik (B6) en hergebruik (D). De verbeteropties omvatten het gebruik van groene stroom vanaf 2030 en 100% hergebruik van materialen.

Ondanks de verbetermogelijkheden is CO₂-neutraliteit in 2030 niet haalbaar volgens toekomstscenario's (C-LCA). Uit interviews blijkt dat transparantie en communicatie essentieel zijn voor verbeteringen. Van Wijnen heeft beperkte invloed op de productiefase (A), maar kan groene stroomopties aanbieden en consumenten informeren over efficiënt gebruik (B6). In de sloop- en verwerkingsfase (C) kan het recyclingproces worden verbeterd via initiatieven zoals producenten-

gesprekken en consumentenvoorlichting. Voor de recyclingfase (D) kan Van Wijnen samenwerken met afvalverwerkers en kennisdeling stimuleren.

De resultaten benadrukken de onzekerheid over de recyclebaarheid van warmtepompen, ondanks uitspraken van producenten. De resultaten tonen dat de warmtepompen, op basis van de levensduur van de warmtepomp noch een woning, niet CO₂-neutraal zijn. Het onderzoek identificeert gebieden voor verbetering in verschillende fasen van de levenscyclus, inclusief transport (A4), installatie (A5), operationeel energieverbruik (B6) en recycling (D). Het biedt mogelijke aanpassingen voor aanname- en gegevensverzamelings technieken voor toekomstig onderzoek.

Dit onderzoek onderzocht de haalbaarheid van het sturen van de materiële keten van lucht-water, ventilatielucht en water-water warmtepompen naar CO₂-neutraliteit in 2030. De complexiteit van de materiële keten is vastgesteld via levenscyclusanalyse (LCA) en meerdere interviews. De productie- en bouwphase (A) toonden complexiteit en onduidelijkheid, met de water-water warmtepomp (Itho Daalderop) die de grootste milieu-impact in deze fase had. De gebruiksfase (B6) onthulde dat de NIBE-ventilatielucht-water warmtepomp het minst efficiënt was, en dat energiemix-aanpassingen een aanzienlijk milieuverschil maakten. Voor de sloop- en verwerkingsfase (C) bleek het moeilijk de milieu-impact te meten, met de consument die momenteel de levensduur beïnvloedt. In de recyclingsfase (D) hadden NIBE en Mitsubishi een hoog recyclingpercentage, terwijl Itho Daalderop's water-water warmtepomp verbeteringen nodig had.

Om CO₂-neutraliteit in 2030 te behalen wordt Van Wijnen geadviseerd gesprekken te voeren met ketenpartners en samenwerking te bevorderen. Van Wijnen heeft beperkte invloed op de gebruiksfase-impact, maar het toepassen van een groene energiemix vanaf installatie brengt de keten dicht bij CO₂-neutraliteit. Producenten hebben weinig zicht op de levensduur van hun producten. Aanbevolen oplossingen zijn het ontwikkelen van een infographic bij oplevering en een ophaalservice voor het recyclingproces. Lidmaatschap bij Stichting Warmtepomp en CO₂-Prestatieladder implementatie worden aangeraden voor verdere stappen. Vervolgonderzoek benadrukt het uitwerken van een betrouwbaarheidsanalyse, realistisch transportverbruik, installatie-invloeden, reële energiemix en het voeren van interviews met sloopbedrijven.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1 – Inleiding	8
Hoofdstuk 2 – Theoretisch kader	11
2.1 – Warmtepomp principes	11
2.1.1 – Mitsubishi Ecodan Eco Inverter	12
2.1.2 – NIBE F470	13
2.1.3 – Itho Daalderop WPU 5G	13
2.2 – COP en SCOP	13
2.3 – 10R-model	14
2.4 – E-waste	15
Hoofdstuk 3 – Methode	17
3.1 – Afbakening	17
3.2 – Activiteitenlijsten warmtepompen	19
3.2.1 Mitsubishi (lucht-water)	20
3.2.2 NIBE (ventilatielucht) en Itho Daalderop (water-water)	23
3.3 – Samenwerking CO ₂ -reductie	24
3.4 – Interviews	25
3.4.2 – Semigestructureerd interview	25
3.4.3 – Ethiek en kwaliteit	26
Hoofdstuk 4 – Resultaten	26
4.1 – Milieu-impact warmtepompen	26
4.2 – Verschil milieu-impact	31
4.2.1 – Productie- en bouwfase (A)	31
4.2.2 – Gebruiksfase (B)	32
4.2.3 – Sloop- en verwerkingsfase (C)	32
4.2.4 – Hergebruik / Recycling potentieel (D)	32
4.3 – Samenwerking CO ₂ -reductie	33
4.3.1 – Aanpassingen t.o.v. huidige keten	33
4.3.2 – Ketenpartners	35

4.3.3 – Communicatie & CO ₂ -Prestatieladder	36
4.4 – Foutendiscussie	38
Hoofdstuk 5 – Discussie	39
5.1 – Fase A	39
5.2 – Fase B	40
5.3 – Fase C	40
5.4 – Fase D	41
5.5 – C-LCA	42
Hoofdstuk 6 – Conclusie	44
Hoofdstuk 7 – Aanbevelingen	45
7.1 – Oplossingen	45
7.2 – Vervolgonderzoek	46
Bibliografie	48
Bijlagen	52
Bijlage 1.1 - Principe CO ₂ -Prestatieladder (binnen organisatie)	53
Bijlage 1.2 - Certificering niveau 5 CO ₂ -Prestatieladder	54
Bijlage 2 - Principe LCA	56
Bijlage 3 – Activiteitenlijst NIBE (ventilatielucht)	60
Bijlage 4 – Activiteitenlijst Itho Daalderop (water-water)	65
Bijlage 5 – Agenda Interview Alklima	70
Bijlage 6 – Agenda Interview NIBE	74
Bijlage 7 – Agenda Interview Itho Daalderop	77
Bijlage 8 – Agenda Interview ENCOR	81
Bijlage 9 – Transcriptie Interview Alklima	84
Bijlage 10 – Transcriptie Interview NIBE	102
Bijlage 11 – Transcriptie Interview Itho Daalderop	114
Bijlage 12 – Transcriptie Interview ENCOR	129
Bijlage 13 – Toekomstscenario 1 Mitsubishi	136
Bijlage 14 – Toekomstscenario 2 Mitsubishi	137
Bijlage 15 – Toekomstscenario 1 NIBE	138

Bijlage 16 – Toekomstscenario 2 NIBE	139
Bijlage 17 – Toekomstscenario 1 Itho Daalderop	140
Bijlage 18 – Toekomstscenario 2 Itho Daalderop	141
Bijlage 19 – Ketenpartners producenten.....	142
Bijlage 20 – Flowschema’s levensfasen warmtepompen	143
Bijlage 21 – Extra toelichting op flowschema Mitsubishi	160
Bijlage 22 – Extra toelichting op flowschema NIBE	163
Bijlage 23 – Extra toelichting op flowschema Itho Daalderop	169

Hoofdstuk 1 – Inleiding

De bouwsector was in 2021 wereldwijd verantwoordelijk voor ongeveer 37% van de totale CO₂-uitstoot. Van deze 37% is 6% veroorzaakt door productie van bouwmaterialen, zoals beton, staal en aluminium (2022 Global Status Report for Buildings and Construction, sd). De toenemende vraag naar energie en groeiende wereldbevolking spelen hier een rol in. Ook de Nederlandse bevolking blijft groeien. Het ontwikkelen van genoeg woningvestigingen is hierdoor van belang. In Nederland was in 2021 een tekort van 279.000 woningen. De Rijksoverheid wil, medio 2030, vanwege dit tekort 900.000 extra woningen bouwen in Nederland (Ministerie van Algemene Zaken, 2023). Echter is het verlagen van de milieu-impact binnen de bouwsector van belang. Deze staat in dit geval gelijk aan het reduceren van de CO₂-uitstoot. Organisaties kunnen met behulp van een certificering, op basis van de CO₂-Prestatieladder, hun CO₂-uitstoot verminderen. Van Wijnen streeft binnen de bedrijfsvoering naar het hebben van een positieve impact op het milieu door actief bij te dragen aan de vermindering van de CO₂-uitstoot, in overeenstemming met duurzaamheidsdoelstellingen.

Van Wijnen, opgericht in 1907 als timmerbedrijf, is sindsdien uitgegroeid tot een innovatief bouwbedrijf dat voortdurend grenzen verlegt in de bouwindustrie. Van Wijnen houdt zich tegenwoordig bezig met projectontwikkeling, woningbouw, renovatie en transformatie, gebiedsontwikkeling en vastgoedbeheer. Van Wijnen streeft naar voortdurende groei door de levenskwaliteit voor zowel individuen als de samenleving te verbeteren. Daarnaast is het voor Van Wijnen van belang om steeds sneller, schoner en meer circulair te bouwen. Om hieraan te voldoen streeft Van Wijnen naar CO₂-neutraliteit in 2030 (Van Wijnen, b, 2023). (Van Wijnen, a, 2023)

Van Wijnen wil aan de hand van de CO₂-Prestatieladder inzicht krijgen in het reduceren van hun CO₂-uitstoot en de kosten daarvan. Op het moment van schrijven voldoet Van Wijnen volgens de certificering aan niveau 3 van de CO₂-Prestatieladder (Certificaat CO2 Prestatieladder, 2021). De ambitie van Van Wijnen is om in maart 2024 zich te certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder. Niveau 5 betekent dat het bedrijf streeft naar een leidende rol, het vergroten en verdiepen van inzicht in de volledige keten en de impact die het bedrijf kan hebben op scope 3 van die keten (SKAO). Scope 3 gaat over de uitstoot van indirecte CO₂-emissies door bedrijfsactiviteiten van partnerbedrijven in de keten van Van Wijnen (Hoe werkt het, 2022). In essentie gaat het om producten of diensten die aan Van Wijnen worden geleverd en waarvoor zij verantwoordelijkheid dragen. Voor het principe van de CO₂-Prestatieladder en niveau 5, zie Bijlage 1.1 - Principe CO₂-Prestatieladder (binnen organisatie) en

Bijlage 1.2 - Certificering niveau 5 CO₂-Prestatieladder.

Het doel van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van de CO₂-uitstoot per levensfase over de gehele keten van drie typen warmtepompen; een lucht-water (Mitsubishi), een ventilatielucht (NIBE) en een water-water (Itho Daalderop) warmtepomp. Dit om vervolgens de milieu-impact van haar scope 3 emissies richting 2030 verder te reduceren. De levensfasen in de keten zijn de productie- en bouwfase (fase A), de gebruiksfase (fase B), de sloop- en verwerkingsfase (fase C) en de mogelijkheden voor hergebruik, terugwinning en recycling (fase D) (LCA - Levenscyclus Analyse, sd). De warmtepomp is een product dat onder 'loodgieterswerk' valt binnen de organisatie. Loodgieterswerk is binnen Van Wijnen één van de grootste zes impactcategorieën. De gekochte goederen binnen loodgieterswerk zijn 8,88% van de totale scope 3 CO₂-emissies. (Van Wijnen, c, 2023).

Om tot een bruikbaar advies te komen voor Van Wijnen is de volgende hoofdvraag gedefinieerd: *"Hoe stuur je een materiële keten van een lucht-water, een ventilatielucht en een water-water warmtepomp naar CO₂-neutraliteit in 2030?"*

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn drie onderzoeksvragen opgesteld om deze te ondersteunen:

- 1) Wat is de milieu-impact in kg CO₂-eq van de productie-, bouw-, gebruikers-, sloop- en recyclingsfase van een lucht-water, een ventilatielucht en een water-water warmtepomp?
- 2) Wat is het verschil in milieu impact tussen een lucht-water, een ventilatielucht en een water-water warmtepomp op basis van de gehele keten?
- 3) Welke afhankelijkheden heeft Van Wijnen t.o.v. haar ketenpartners en hoe kan de samenwerking efficiënter worden ingericht t.a.v. CO₂-reductie?

Voor dit onderzoek is een vergelijking gemaakt tussen een lucht-water (Alklima/Mitsubishi – Ecodan Eco Inverter), een ventilatielucht (NIBE – NIBE F470) en een water-water warmtepomp (Itho Daalderop – WPU 5G) binnen Van Wijnen. Deze vergelijking is gemaakt omdat de NIBE en Mitsubishi het meest worden gebruikt binnen Van Wijnen (in het Fijn Wonen concept) ten opzichte van de Itho Daalderop die mogelijk in de komende tijd gaat worden gebruikt (in het Wij concept). (persoonlijke communicatie, T. Damsma, 07-09-2023 & B. Triep, 21-09-2023).

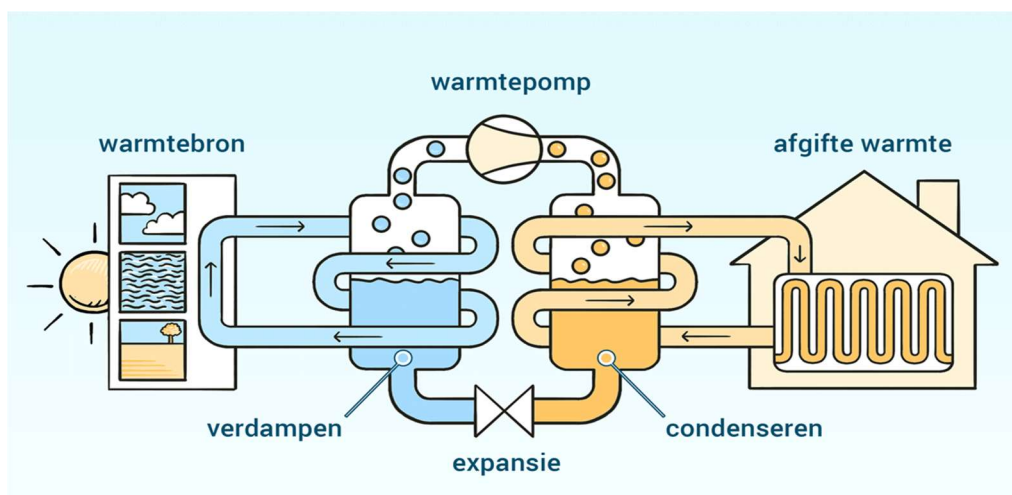
Het kwantificeren voor niveau 5 is gedaan door het uitvoeren van twee soorten levenscyclusanalyses (LCA's) voor alle drie typen warmtepompen: een attributional (A-LCA) en consequential (C-LCA). De A-LCA geeft het huidige scenario van het product weer. De C-LCA geeft het toekomstscenario van het product weer. De LCA's zijn opgesteld conform de eisen van niveau 5 op basis van de initiële ladderbeoordeling van de CO₂-Prestatieladder volgens ISO 17021-1 en ISO 14040. Voor het principe van de LCA, zie Bijlage 2 - Principe LCA.

Hoofdstuk 2 – Theoretisch kader

2.1 - Warmtepomp principes

In 2021 werden 206 duizend warmtepompen in Nederland gebruikt die buitenluchtwarmte afgeven aan een verwarmingssysteem op waterbasis. De andere veel voorkomende toepassing is de warmtepomp die energie uit de bodem benut. Dit kan warmte zijn uit de bodem of grondwater. In 2021 werden 98 duizend exemplaren hiervan gebruikt in Nederland. (Centraal Bureau voor de Statistiek, sd)

Doordat alle huishoudens in 2050 van het aardgas af moeten, wordt de volledig elektrische warmtepomp steeds meer toegepast. Een volledig elektrische warmtepomp zorgt, naast het verwarmen van de woning, ook voor warm water in de badkamer en keuken. Zo'n warmtepomp werkt door warmte van een energiebron (buitenlucht, ventilatielucht, grondwater) te verplaatsten naar de koelvloeistof in de warmtepomp. Dankzij deze warmte verdampt het koelmiddel wanneer het de warmtewisselaar (verdampers) passeert. Het verdampte koelmiddel stijgt in temperatuur door middel van een compressor, waarbij de compressor elektriciteit verbruikt. Deze warmte wordt aan de hand van een warmtewisselaar (condensor) afgegeven aan het water. Het water wordt via de leidingen circulerend het huis rondgepompt. De expansie zorgt elektrisch voor het verlagen van de druk in het circuit, voordat het weer bij de verdampers aankomt. Een warmtepomp kan ook de woning koelen. Hierbij kan de gehele werking van de warmtepomp worden omgedraaid. dan is sprake van een actieve koeling. Wanneer koude uit de omgevingsbron wordt onttrokken, dan geldt passieve koeling (Het verschil tussen koelen met een airco en een warmtepomp, sd). In Figuur 1 is de algemene werking van een warmtepomp weergegeven.



Figuur 1: Het warmtepomp principe (Hoe werkt een warmtepomp, sd)

In de transitie om van het gas af te gaan, wordt naar alternatieve warmtetechnieken gekeken zoals warmtepompen. Verwarmen via een warmtepomp zorgt in principe altijd voor een minder grote milieu-impact dan tijdens het gebruik van een Cv-ketel. Doordat een volledig elektrische warmtepomp tijdens het verbruik veel energie bespaart, zorgt dit voor een significante verlaging van de milieu-impact tijdens de gebruiksfase dan wanneer een Cv-ketel aardgas verbruikt. Echter kan de warmtepomp ook een milieu-impact hebben tijdens de gebruiksfase wanneer het geen (volledig) groene stroom verbruikt. Ook tijdens productie is er sprake van een milieu-impact dankzij de materialen zoals elektronica en het koelmiddel. Daarnaast is er ook energie nodig voor de productie van de warmtepomp. Echter, moet een woning goed geïsoleerd zijn, wilt men gebruik maken van een elektrische warmtepomp. Wanneer een woning slecht is geïsoleerd, dan wordt de woning niet warm genoeg doordat een warmtepomp werkt met een verwarmingstemperatuur van maximaal 45 tot 55 graden. (Milieu Centraal, sd) (Milieuprestatie warmtepompen vrijwel altijd beter dan cv-ketel, sd)

Voor Van Wijnen geldt dat op dit moment warmtepompen worden toegepast in meerdere woonconcepten (Fijn, Wij en Vrij). De nieuwe fabriek in Heerenveen maakt woningelementen voor *Fijn Wonen*. Van dit woonconcept zullen in de toekomst verreweg de meeste nieuwe woningen worden gebouwd. Op dit moment worden in het Fijn Wonen concept twee soorten warmtepompen toegepast, namelijk een lucht-water warmtepomp (Mitsubishi Ecodan Eco Inverter) voor grondgebonden woningen en een ventilatielucht warmtepomp (NIBE F470) voor appartementen. In onderstaande paragrafen is het principe van deze soort warmtepompen en een water-water warmtepomp (Itho Daalderop WPU 5G) toegelicht.

2.1.1 – Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

In het geval van de lucht-water warmtepomp, de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter, bestaat deze warmtepomp uit twee units. De buitenunit en de cilinderunit. De buitenunit neemt de warmte op en verplaatst deze naar de binnenunit. In de binnenunit wordt de warmte overgedragen aan het koelmiddel waarna het proces verloopt zoals te zien in Figuur 1. (Lucht/water warmtepomp, sd)

De Mitsubishi Ecodan Eco Inverter wordt door Alklima geleverd aan Van Wijnen. Alklima B.V. is in 1994 opgericht en is sindsdien al ongeveer 30 jaar exclusief de importeur van Mitsubishi Electric Living Environment Systems in Nederland. Naast het leveren van, onder andere, warmtepompen en airco's, biedt Alklima ook advies en begeleiding aan installateurs en andere stakeholders in de bouwketen. (Over Alklima BV, sd)

2.1.2 – NIBE F470

De ventilatielucht warmtepomp, in dit geval de NIBE F470, is een warmtepomp die warmte onttrekt vanuit de warme ventilatielucht voordat deze lucht naar buiten wordt geblazen. De ventilatielucht warmtepomp wordt voornamelijk toegepast in appartementen en huizen met een vloeroppervlak tot 200 m². De ventilatielucht warmtepomp bevat een warmtewisselaar die de warmte uit de ventilatielucht haalt, maar ook uit de condensatie van deze ventilatielucht. Hierdoor verbruikt een ventilatielucht warmtepomp weinig energie en heeft deze een hoog rendement.

(Ventilatielucht/water warmtepomp: hoe werkt dat?, sd)

NIBE levert de NIBE F470 aan Van Wijnen. NIBE is rond de 70 jaar geleden ontstaan in Zuid Zweden en is dat moment ontwikkeld tot een internationale onderneming. NIBE ontwerpt en produceert innovatieve en energie-efficiënte oplossingen voor een comfortabel binnenklimaat, zowel in woningen, appartementen, kantoren, bedrijfsgebouwen als utiliteitsgebouwen. De producten van NIBE bieden de mogelijkheid om het energieverbruik en de energiekosten te verlagen, terwijl tegelijkertijd de impact op het milieu wordt verminderd. (NIBE Groep, sd)

2.1.3 – Itho Daalderop WPU 5G

Een water-water warmtepomp, voor dit onderzoek de Itho Daalderop WPU 5G, haalt warmte uit het grondwater. In het geval van de WPU 5G wordt dit gedaan doordat schoon water door een bodemlus stroomt en daarmee warmte uit de bodem mee naar de warmtepomp brengt. Bodemwarmte kan betreft het grondwater tot wel 300 meter diep aanwezig zijn. De bodem bevat genoeg warmte waardoor het mogelijk is om een huis tot een volgende zomer te verwarmen. Voor een water-water warmtepomp wordt voor de buizen een gat in de tuin gegraven en kan tientallen meters diep gaan. (Water/water warmtepomp, sd)

Itho Daalderop is in 2011 ontstaan door de samenvoeging van twee Nederlandse bedrijven, Itho en Daalderop. Itho Daalderop is een Nederlands tech- en maakbedrijf die, onder andere, zijn eigen warmtepompen produceert en levert op Nederlandse bodem, in Tiel. Itho Daalderop is onderdeel van Climate for life Group, samen met Klimaatgarant en Trans-id. (Itho Daalderop: alles in huis voor een duurzaam thuis, sd)

2.2 - COP en SCOP

Het rendement van een warmtepomp wordt uitgedrukt in de 'Coefficient of Performance' (COP). De COP wordt berekent door de warmteafgifte (output) van de condensor (Q) in [kW] te vergelijken met het vermogen (W) in [kW] dat aan de compressor wordt geleverd (input). De berekening is onderstaande formule weergegeven. Met de COP wordt de nuttige warmteoverdracht weergegeven.

De COP is echter wel een momentopname van de efficiëntie van de warmtepomp. (Coefficient of Performance (COP) heat pumps, sd).

$$\text{COP} = (Q/W)$$

De COP van een warmtepomp ligt gemiddeld tussen de 2,0 en 5,0. Met name voor lucht naar water warmtepompen kan de COP gedurende een seizoen erg verschillen. De warmtepomp moet in het koude seizoen harder werken om warmte uit de buitenlucht te halen. (What are COP and SCOP and why are they so important?, sd).

Om de efficiëntie van een warmtepomp over het gehele verwarmingsseizoen te berekenen, wordt de 'Seasonal Coefficient of Performance' (SCOP) gebruikt. De SCOP wordt soms ook wel de 'Seasonal Performance Factor' (SPF) genoemd. De SCOP geeft de verhouding tussen de totale hoeveelheid geleverde warmte (output) en de totale hoeveelheid gebruikte energie (input) weer over dezelfde periode. Hierin wordt rekening gehouden met de temperatuurschommelingen gedurende het seizoen. Om deze reden biedt de SCOP een realistisch beeld van de jaarlijkse energie-efficiëntie van een warmtepomp. De meting is het meest nauwkeurig op het moment dat deze één heel jaar heeft geduurd. Hierin wordt dan meegenomen dat de warmtepomp in de winter harder moet werken dan in de zomer om dezelfde hoeveelheid warmte te leveren.

2.3 - 10R-model

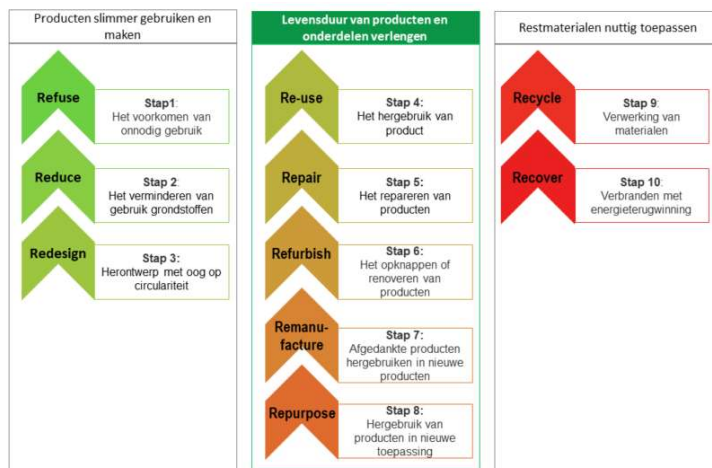
Het gebruik van hulpbronnen gedurende de hele levenscyclus van een product speelt een grote rol in de mate van duurzaamheid en circulariteit. Wanneer de einde levensduur van een product in zicht komt, wordt de sloop- en verwerking (fase C) en het hergebruik (fase D) van productonderdelen binnen de LCA ingericht. Nederland en de rest van Europa is op dit moment onderdeel van een lineaire economie. Het resultaat hiervan is de '*take-make-dispose*'-mentaliteit. Centraal hierin staat de (grondstof)winning vanuit hulpbronnen, de productie van producten en diensten en uiteindelijk de verwijdering van afval na gebruik. (Nadelen van een lineaire economie, sd)

Om hulpbronnen te beheren is in 1979 de eerste opzet van de 'Ladder van Lansink' gemaakt. Met het oog op 2050 om Nederland volledig circulair te maken, en onderdeel te zijn van een circulaire economie, moet onder andere afval in de levenscyclus van een product opnieuw gedefinieerd worden. Op deze manier kan op de lange termijn de waarde van afval stijgen naar een grondstof. Bekend is dat in een lineaire economie afval vaak wordt gestort of verbrand, zoals weergegeven in de werkwijze voor afvalhiërarchie in Figuur 2.

Later is vanuit de Ladder van Lansink de eerste opzet voor het 10R-model opgezet door prof. Jacqueline Cramer. In het 10R-model, zie Figuur 3, wordt aan de hand van tien R's in de R-ladder het niveau van circulariteit bepaald. Hoe hoger op de R-ladder, hoe lager het grondstofgebruik. (10R ladder, sd)



Figuur 2: De afval hiërarchie – Ladder van Lansink (Ladder van Lansink - Rangorde van afvalverwijdering, sd)



Figuur 3: Niveau circulariteit met 10R-ladder (10R ladder, sd)

2.4 - E-waste

Op dit moment worden de meeste warmtepompen aan het eind van hun levensduur of wanneer ze niet meer werken bij een milieustraat ingeleverd. Doordat warmtepompen onder E-waste vallen, moeten milieustraten voldoen aan een certificering voor het inzamelen daarvan.

Onder E-waste vallen elektronische apparaten die kapot en/of verouderd zijn. Voor een milieustraat die E-waste wil inzamelen, is het vereist om te voldoen aan certificaten zoals het "Waste Electric and Electronic Equipment LABel of Excellence" (WEEELABEX) certificaat. Het WEEELABEX certificaat is ontwikkeld door een Europees certificeringssysteem om de verwerking en recycling van E-waste op een duurzame manier uit te voeren. (WEEELABEX Certificaat, sd)

Nadat de warmtepomp is ingeleverd bij de milieustraat, wordt de warmtepomp door medewerkers van de milieustraat geïnspecteerd op mogelijke schadelijke stoffen. Daarnaast worden, wanneer nodig, batterijen en andere gevaarlijke materialen verwijderd. Vervolgens wordt de warmtepomp gedemonteerd, waarna alle materialen naar specifieke afvalwerkers wordt gebracht en vervolgens gerecycled. In de situatie van de Mitsubishi wordt de printplaat teruggebracht naar Mitsubishi.

Mitsubishi heeft een E-scrap plant opgebouwd wat belangrijke materialen uit printplaten extraheert (persoonlijke communicatie, Manager Woningbouw Alklima, 21/09/23). (Afvalsoorten, sd)

Zodra warmtepompen door de verwerking zijn, is het de bedoeling dat (zo veel mogelijk) materialen worden gerecycled. Kijkend naar de warmtepompen van dit onderzoek vallen de koudemiddelen in R3 van het 10R-model. Metalen, kunststoffen, printplaten en elektronische apparaten worden over het algemeen toegewezen aan R8 en isolatie aan R9. Met het oog op CO₂-neutraliteit is het de bedoeling dat alle materialen uiteindelijk te koppelen zijn aan een zo hoog mogelijke R van het 10R-model. (Stichting Nationale Milieudatabase, 2023) (10R ladder, sd)

Hoofdstuk 3 – Methode

In dit hoofdstuk is de methode voor het onderzoek naar het aansturen van de materiële keten van een lucht-water, een ventilatielucht-water en een water-water warmtepomp naar CO₂-neutraliteit in 2030 toegelicht aan de hand van de probleem- en doelstelling, de onderzoeksvragen en de onderzoeksmethodes.

De ambitie van Van Wijnen is zich in maart 2024 te certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder. Te zijner tijd wordt een initiële ladderbeoordeling gedaan volgens de ISO17021-1. Volgens de CO₂-Prestatieladder richtlijnen moet worden voldaan aan de auditchecklijsten. Zoals is beschreven in Bijlage 1.1 - Principe CO₂-Prestatieladder (binnen organisatie) Bijlage 1.2 - Certificering niveau 5 CO₂-Prestatieladder, zijn deze checklijsten opgedeeld naar vier invalshoeken. Voor Van Wijnen is het van belang dat de invalshoeken A (Inzicht) en B (Reductie) worden meegenomen binnen dit onderzoek. Voor de certificering van niveau 3 naar niveau 5 is Van Wijnen verantwoordelijk voor het afronden van invalshoeken C (Transparantie) en D (Participatie).

Binnen scope 3 is gekozen om drie warmtepompen uit de impactcategorie 'loodgieterswerk' te onderzoeken; een lucht-water, een ventilatielucht en een water-water warmtepomp. Voor de ventilatielucht en de lucht-water warmtepomp is gekeken naar twee warmtepompen die gehanteerd worden in het woonconcept Fijn Wonen. Hierin maakt Van Wijnen onderscheid in een warmtepomp voor een grondgebondenwoning (GGW) en appartementen.

3.1 – Afbakening

Het aansturen van de materiele keten van een warmtepomp naar CO₂-neutraliteit is gedaan aan de hand van het implementatie stappenplan van de CO₂-Prestatieladder. Dit onderzoek startte vanaf stap twee (invalshoek A – Inzicht) van het stappenplan en eindigt bij het afronden van stap 3 (invalshoek B – Reductie). (SKAO, a, 2020)

Het kwantificeren van de milieu-impact van de drie warmtepompen is gedaan aan de hand van elf levensfasen volgens een A-LCA en C-LCA, weergegeven in Tabel 9 van Bijlage 2. De fasen B1 tot en met B5 en B7 van de gebruikersfase zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Dit houdt in dat alleen de operationele emissie voor energieverbruik (B6) binnen de systeemgrenzen van dit onderzoek valt. Om de milieu-impact voor dit onderzoek te kwantificeren zijn de in- en outputs van de productsystemen voor de drie warmtepompen afgebakend en weergegeven in Tabel 1. Per levensfase is geanalyseerd waar de input uit bestaat en welke CO₂-emissies en reststoffen dit oplevert. Waar

mogelijk is gebruik gemaakt van bestaande LCA's en aanverwante datasets (bijvoorbeeld verkregen van leveranciers).

Tabel 1: In- en output productsystemen

Input	FE	Output	FE
Grondstoffen	[kg]	Emissie	[kg CO ₂ -eq/warmtepomp]
		Reststoffen	[kg]
Energie/brandstof	[L]	Emissie	[kg CO ₂ -eq/machine]

De warmtepompen die binnen dit onderzoek zijn onderzocht zijn een lucht-water (Mitsubishi Ecodan Eco Inverter), ventilatielucht-water (NIBE F470) en water-water warmtepomp (Itho Daalderop WPU 5G). Zie voor het principe van de warmtepompen paragraaf 2.1.

Als eerste is de A-LCA uitgevoerd om inzicht te krijgen in de huidige milieu-impact van de drie warmtepompen. De C-LCA is uitgevoerd om de reductiemogelijkheden van de gehele keten uit te zetten tegen de uitkomsten van de A-LCA ten aanzien van de milieu-impact. Hiermee is uiteindelijk een reductiestrategie, als onderdeel van invalshoek B, onderbouwd. Om de A-LCA en de C-LCA uit te voeren, is van elke warmtepomp een activiteitenlijst opgesteld aan de hand van de levensfasen. In de volgende paragraaf worden de activiteitenlijsten toegelicht.

3.2 – Activiteitenlijsten warmtepompen

Overkoepelende uitgangspunten geldende voor de drie warmtepompen:

1. Voor een eerlijke vergelijking tussen de warmtepompen is bij elke warmtepomp de milieu-impact berekend aan de hand van het thermisch vermogen toebehorende aan de drie warmtepompen. Dit betekent dat voor alle resultaten alles is teruggerekend naar 1 kW thermisch vermogen.
 - Mitsubishi Ecodan Eco Inverter: 6 kW thermisch vermogen
 - NIBE F470: 3 kW thermisch vermogen
 - Itho Daalderop WPU 5G: 4,5 kW thermisch vermogen
2. De milieu-impact is berekend op levensduur van de warmtepomp (15 jaar), op jaarbasis en op de levensduur van de woning (75 jaar). Voor elk van deze categorieën is een functionele eenheid toegewezen.
 - Levensduur warmtepomp: [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]
 - Jaarbasis: [kg CO₂-eq/jaar/kW thermisch]
 - Levensduur woning: [kg CO₂-eq/75 jaar/kW thermisch]
3. Voorbeeld berekening operationele energieverbruik (B6):
 - Milieu-impact energieverbruik [kg CO₂-eq/jaar] = Jaarlijks elektriciteitsverbruik [kWh] * Emissiefactor grijze stroom [Kg CO₂-eq/kWh]
4. Voorbeeld berekening recyclingsfase (D):
 - Milieu-impact staal R8 [kg CO₂-eq/warmtepomp] = - (hoeveelheid staal [kg] * Totale milieu-impact warmtepomp [kg CO₂-eq/kg]).
5. Bij de recyclingsfase (D), voor de A-LCA en de C-LCA, is ervan uit gegaan dat de warmtepompen een recyclingspercentage van 80% hebben, aangezien niet de materialen niet volledig worden gerecycled omdat altijd sprake is van verlies/vervuiling (persoonlijke communicatie, T. Verhagen, 21-12-2023).
6. Na het uitvoeren van de A-LCA en C-LCA zijn de meest opvallende en belangrijke resultaten van de warmtepompen geïnterpreteerd door middel van evaluatie en beoordeeld op zorgvuldigheid en consistentie.

3.2.1 Mitsubishi (lucht-water)

In onderstaande Tabel 2 zijn de activiteiten om de onderzoeksvragen te beantwoorden toegelicht per levensfase van de warmtepomp.

Legenda toelichting betrouwbaarheid verkregen data:

Groen → Data verkregen van bron/contactpersoon

Geel → Data deels verkregen van bron/contactpersoon en deels gebaseerd op aannames a.d.h.v. literatuuronderzoek

Rood → Data gebaseerd op aannames a.d.h.v. literatuuronderzoek

Tabel 2: Activiteitenlijst Mitsubishi warmtepomp

LCA fase	Nr. activiteit	Activiteit	Toelichting op activiteit	Toelichting betrouwbaarheid verkregen data
A1 t/m D	1	Interview Product Specialist Woningbouw Alklima	<i>Interview</i> Via de contactpersoon van Alklima is het mogelijk geweest om een interview in te plannen met de Product Specialist Woningbouw van Alklima. Van de contactpersoon van Alklima is voorafgaand van het interview een LCA verkregen, opgesteld door Alklima zelf (LCA Resultaten 11-01-2023 ME v1). Zoals te zien in (Bijlage 5 – Agenda Interview Alklima) is een agenda voorafgaand aan het interview opgesteld met enkele vragen over de LCA-fases aan de hand van Alklima's eigen LCA. Voor fases A1 t/m A3 is navraag gedaan over het gebruikte koelmiddel. Daarnaast is navraag gedaan voor een overzicht van de transportstappen voor fase A4. Als laatste is navraag gedaan of Alklima/Mitsubishi inzicht heeft in de sloop, verwerking en recycling van hun warmtepomp.	n.v.t.
A1, A2 en A3	2a	Verkregen materialenlijst Alklima analyseren en verwerken in spreadsheet (A-LCA)	Fases A1 t/m A3 zijn bepaald aan de hand van een Black box benadering vanwege de vele aspecten die bij deze fases komen kijken. Bij deze fases is sprake van een grote variatie over de invulling ervan. Naderhand van het interview zijn twee documenten, één stuklijst van de cilinderunit (CILINDER UNIT - PEP_data_collection_file_v20210329_ERST20D-VM6D_2) en één	

			van de buitenunit (BUITEN UNIT - PEP_data_collection_file_v20210329_SUZ-SWM40VA), verkregen van de Product Specialist Woningbouw van Alklima om de door Alklima zelf opgestelde LCA aan te koppelen. Deze stuklijsten zijn gecontroleerd en verwerkt in de spreadsheet van Mitsubishi.	
	2b	Milieu-impact units koppelen	In (Mitsubishi Ecodan Eco Inverter – spreadsheet) zijn de materialen door Alklima gekoppeld aan een milieu-impact (geldende als input A1). Vervolgens is de milieu-impact van beide units aan elkaar gekoppeld om tot de totale milieu-impact te komen (geldende als output A3).	
A4	3	Transport in kaart brengen (van productielocatie Mitsubishi naar productielocatie VDL Smart Spaces) (A-LCA)	Aan de hand van het interview met de Product Specialist Woningbouw zijn alle transportstappen voor fase A4 in kaart gebracht vanaf de productielocatie van Mitsubishi tot en met de productielocatie van de techniekmodule van VDL Smart Spaces in Heerenveen. De afstand tussen de transportstappen is gebaseerd op basis van het interview of literatuuronderzoek, zoals via Google Maps. Wanneer het transport wordt uitgevoerd via een vrachtwagen, is zowel het verbruik als het brandstoftype van de vrachtwagen gebaseerd op een casus verkregen via (persoonlijke communicatie, R. Fernhout, 28-09-2023). Om de milieu-impact van elke transportstap te berekenen wanneer een vrachtwagen wordt gebruikt, is de afstand en het verbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van het brandstoftype, verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd). De milieu-impact, wanneer een vrachtschip wordt gebruikt, is verkregen via (International Container Shipping, sd) en berekend aan de hand van (Afmetingen Zeecontainer, sd) en (ERST20D-VM2D, sd).	
A5	4a	Interviewen contactpersoon installatieproces (VDL Smart Spaces) Fijn Wonen	In het verloop van het onderzoek heeft de onderstaande activiteit tevergeefs niet plaatsgevonden. Echter, is wel benoemd hoe deze activiteit het beste aan te pakken. Aan de hand van een interview met VDL Smart Spaces is naar voren gekomen welke aspecten allemaal komen kijken tijdens het installatieproces van de techniekmodule. Voor deze aspecten is data nagevraagd. Deze zijn gebruikt voor het analyseren en het	n.v.t.

			verwerken in de spreadsheet, om zo de milieu-impact van de installatie van de techniekmodule te verkrijgen.	
	4b	Dataset Fijn Wonen analyseren en verwerken in spreadsheet (A-LCA)	Het is alleen mogelijk de dataset te analyseren als het interview met VDL Smart Spaces heeft plaatsgevonden.	n.v.t.
	4c	In kaart brengen transport (productielocatie VDL Smart Spaces naar bouwlocatie)	De afstand, het vervoersmiddel, het brandstoftype en het verbruik van het transport van de productielocatie van VDL Smart Spaces naar een bouwlocatie is verkregen via (persoonlijke communicatie, R. Fernhout, 28-09-2023). Vervolgens is de afstand en het verbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van het brandstoftype, verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd), om tot de milieu-impact te komen.	
	4d	In kaart brengen installatie Mitsubishi Ecodan Eco Inverter op bouwlocatie	Via (persoonlijke communicatie, W. Waringa, 21-11-2023) is inzicht verkregen in het installatieproces van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter op een bouwlocatie. Tevens is het soort machine voor de installatie verkregen via W. Waringa. De duur van de installatie en het verbruik van de machine is berekend aan de hand van het Energie beoordelingsverslag 2022 verkregen via (Schot, 2023). De milieu-impact van alle referentienummers voor de installatie van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter is vervolgens samengevoegd tot een totale milieu-impact.	
B6	5	In kaart brengen energieverbruik gebruiksfase Mitsubishi Ecodan Eco Inverter (A-LCA)	Via (SCR-M60V-200D SET) is het jaarlijks elektriciteitsverbruik van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter verkregen. Voor de totale milieu-impact van het energieverbruik is ervan uit gegaan dat enkel grijze stroom wordt toegepast in de A-LCA om zo een eerlijkere vergelijking tussen alle warmtepompen te maken. De emissiefactor van grijze stroom is verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd). Voor de totale milieu-impact te verkrijgen is het jaarlijks elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van grijze stroom.	
C1 – D	6a	In kaart brengen sloop- en verwerkingsfase (A-LCA)	De milieu-impact van de C-fases is verkregen via de LCA van Alklima. Voor fase C1 (de sloop) is ervan uit gegaan dat dit via menselijk arbeid verloopt en daardoor geen milieu-impact heeft.	
	6b	In kaart brengen recyclingsfase (A-LCA)	Voor het in kaart brengen van de milieu-impact van de recyclingsfase, zijn alle materialen uit fase A gealloceerd aan één R uit het 10R-model. Ten eerste is de totale milieu-impact van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter (output fases A1 t/m A3) gedeeld door het totale aantal kilogram om zo de milieu-impact van de warmtepomp per	

			kilogram te verkrijgen. Voor het berekenen van de milieu-impact per R, is het aantal kilogram per R, vermenigvuldigd met de milieu-impact per kilogram. Door de milieu-impact per R op te tellen, is de totale milieu-impact van de recyclingsfase verkregen.	
A1 t/m D	7a	Invulling geven aan C-LCA	Voor de C-LCA is nagegaan of en waar verbetermogelijkheden liggen voor het reduceren van de milieu-impact per levensfase.	n.v.t.
	7b	Verbetermogelijkheden fase B6 (C-LCA)	Voor de milieu-impact van het energieverbruik in de gebruiksfase (B6) te reduceren, is berekend hoe de milieu-impact over de levensduur van de woning eruit ziet wanneer ervan uit wordt gegaan dat vanaf 2030 enkel nog groene stroom wordt toegepast. Daarnaast is in Bijlage 14 – Toekomstscenario 2 Mitsubishi ook een toekomstscenario toegevoegd waarin is weergegeven hoe de totale milieu-impact van de gehele keten eruit ziet wanneer gelijk groene stroom wordt toegepast vanaf installatie van de warmtepomp.	
	7c	Verbetermogelijkheden fase D (C-LCA)	Om de milieu-impact van de recyclingsfase te verbeteren, is berekend hoe de milieu-impact eruit ziet wanneer alle materialen van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter worden onderverdeeld onder één van de R's. Deze berekening is vervolgens meegenomen over de milieu-impact gedurende de levensduur van de woning om het verschil tussen de huidige situatie en de mogelijke toekomstige situatie te vergelijken.	

3.2.2 NIBE (ventilatielucht) en Itho Daalderop (water-water)

Vanwege de grootte en redelijke overeenkomsten tussen de activiteitenlijsten zijn de activiteitenlijsten voor NIBE en Itho Daalderop terug te vinden in Bijlage 3 – Activiteitenlijst NIBE (ventilatielucht) **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en Bijlage 4 – Activiteitenlijst Itho Daalderop (water-water).

3.3 – Samenwerking CO₂-reductie

Onderzoeksvraag drie: “Welke afhankelijkheden heeft Van Wijnen t.o.v. haar ketenpartners en hoe kan de samenwerking efficiënter worden ingericht t.a.v. CO₂-reductie?” is beantwoord door middel van het opstellen van een C-LCA. In deze C-LCA zijn toekomstscenario's verwerkt van waaruit de gehele keten is samengevat, CO₂-reducerende maatregelen en een strategie voor de toekomst is geschetst.

Vanuit de resultaten van de A-LCA en de interviews met producenten (Alklima, NIBE en Itho Daalderop) is bepaald welke verbetermogelijkheden en fasen een herberekening kregen; operationele emissies (B6) en het hergebruik (D). Hoe de C-LCA is opgesteld is beschreven bij activiteit nummer 7a tot en met 7c (Mitsubishi), 14a tot en met 14c (NIBE) en 22a tot en met 22c (Itho Daalderop) in de activiteitenlijsten van paragraaf 3.2 – Activiteitenlijsten warmtepompen.

Voor het samenvatten van de gehele keten zijn de A-LCA en C-LCA met elkaar vergeleken en de meest opvallende verschillen beschreven. Voor het opstellen van de CO₂-reducerende maatregelen en de strategie voor de toekomst zijn onderstaande vragen opgesteld die in de resultaten zijn verwerkt.

- Waar in de keten heeft Van Wijnen te maken met welke ketenpartners?
- Hoe is de communicatie tussen Van Wijnen en ketenpartners op dit moment ingericht en welke aanpassingen moeten worden gedaan om te voldoen aan niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder?
- Wat moet aangepast worden in de huidige keten om te voldoen aan de Van Wijnen doelstellingen ten aanzien van 2030 CO₂-neutraal?
- Met wie moet Van Wijnen communiceren of samenwerken om de verbetermogelijkheden te kunnen implementeren?

Door middel van de bovenstaande vragen te beantwoorden, is inzicht verkregen in reducerende mogelijkheden voor de toekomst. De beantwoording van deze vragen is uitgevoerd aan de hand van de C-LCA, weer te geven waar de verbetermogelijkheden in de keten liggen voor de toekomstige situatie. De berekeningen voor deze verbetermogelijkheden zijn te vinden in het tabblad 'C-LCA – (fase B6 en D)' in de spreadsheet 'Verschil milieu-impact warmtepompen'. Vervolgens zijn, aan de hand van de interviews en persoonlijke communicatie met Van Wijnen, de belangrijke ketenpartners per warmtepomp gekoppeld. Daarnaast is de connectie op het moment van schrijven tussen de ketenpartners en Van Wijnen toegelicht. De ketenpartners zijn te vinden in Bijlage 19 – Ketenpartners producenten. Als laatste is benoemd hoe Van Wijnen de afhankelijkheden kan aanpakken om de samenwerking met de ketenpartners te verbeteren, gekoppeld per levensfase.

3.4 – Interviews

Zoals eerder benoemd in de activiteitenlijsten (paragraaf 3.2 – Activiteitenlijsten warmtepompen) zijn gedurende dit onderzoek vier interviews gehouden met producenten Alklima, NIBE en Itho Daalderop en het boorbedrijf ENCOR. Voor alle vier interviews is gebruik gemaakt van een semigestructureerd interview (Verhoeven, 2018). In paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is het semigestructureerde interview toegelicht.

De interviews hebben allemaal online plaatsgevonden via Microsoft Teams. De transcripties van de interviews zijn door opname van de vergadering na het interview uitgewerkt. In onderstaande Tabel 3 is toegelicht met wie de interviews zijn gehouden en waar deze zijn weergegeven in de

Interview nr.	Geïnterviewde	Functie	Bedrijf	Bijlage nr.	Datum afname interview
1	Anoniem	Product specialist woningbouw	Alklima	9	21-11-23
2	Anoniem	Service manager	NIBE	10	25-10-23
3	Anoniem	Manager SHEQ	Itho Daalderop	11	01-11-23
4	Henk Hermelink	Technical manager	ENCOR	12	24-11-23

bijlage. De transcripties zijn ter controle en bevestiging van juist verwerkte informatie teruggestuurd naar de geïnterviewden.

Tabel 3: Toelichting geïnterviewden (functies en bedrijf)

Interview nr.	Geïnterviewde	Functie	Bedrijf	Bijlage nr.	Datum afname interview
1	Anoniem	Product specialist woningbouw	Alklima	9	21-11-23
2	Anoniem	Service manager	NIBE	10	25-10-23
3	Anoniem	Manager SHEQ	Itho Daalderop	11	01-11-23
4	Henk Hermelink	Technical manager	ENCOR	12	24-11-23

3.4.2 – Semigestructureerd interview

In het semigestructureerde interview zijn een deel van de vragen vooraf door de interviewers bepaald en als agenda naar de geïnterviewden opgestuurd. De agenda's van de interviews zijn te vinden in Bijlagen 4 tot en met 8. De volgorde van de vragen was niet van belang, maar is wel opgesteld en uitgevoerd volgens de levensloop van de warmtepomp. De respondenten waren vrij in het beantwoorden van de opgestelde vragen. Daarnaast waren de interviewers ook vrij om door te vragen op de antwoorden van de geïnterviewde. (Verhoeven, 2018)

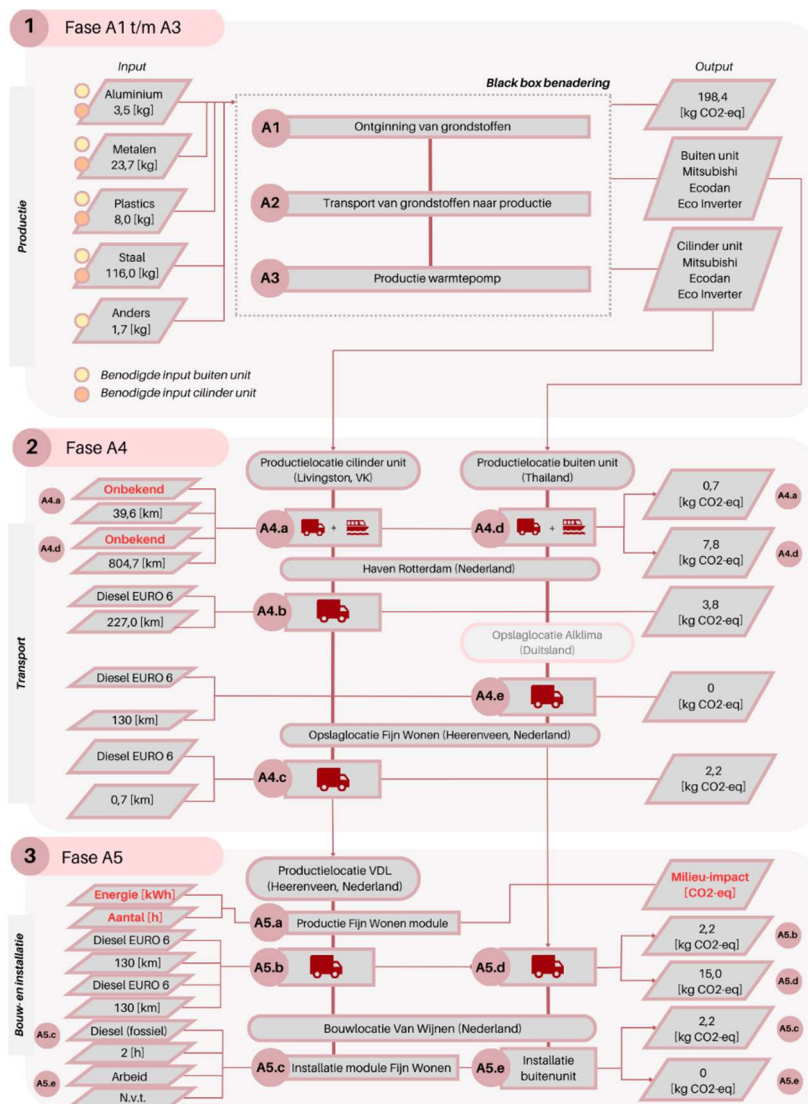
3.4.3 – Ethiek en kwaliteit

Gedurende het onderzoek is voor de A-LCA en het opstellen van de interviewvragen gebruik gemaakt van datasets aangeleverd door de producenten van de warmtepompen. Om gebruik te mogen maken van deze datasets is deze informatie beschouwd als vertrouwelijke informatie. Het projectteam heeft te allen tijde de vertrouwelijkheid van de informatie gerespecteerd. De vertrouwelijke informatie is niet gedeeld met personen die niet gemachtigd zijn om toegang te hebben tot deze informatie. Daarnaast is met de producenten afgestemd wie toegang krijgt tot de informatie en alleen met toestemming wordt informatie verstrekt aan andere (betrokken) partijen. Dit geldt voor zowel telefonisch contact en verkregen informatie uit mailcontact als de interviews.

Hoofdstuk 4 – Resultaten

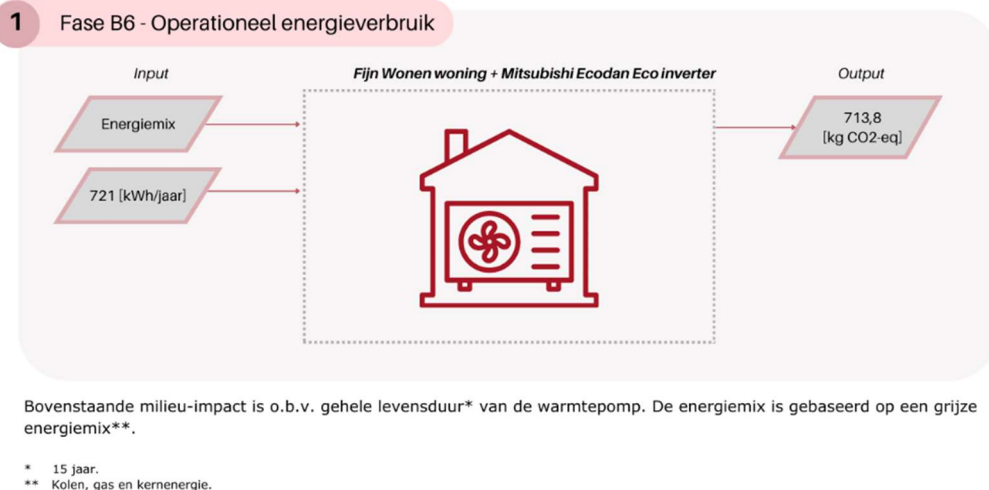
4.1 – Milieu-impact warmtepompen

Onderstaand is de gehele levenscyclus van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter weergegeven in een flowschema's, onderverdeeld per levensfase. Wanneer sprake is van een Black box benadering, zijn meerdere levensfasen samengevoegd. Voor de flowschema's van alle warmtepompen geldt dat aan de linkerzijde de input van de fase vanuit de afgebakende *Life Cycle Inventory (LCI)* is weergegeven. Zie voor deze afbakening paragraaf 3.1 – Afbakening . Aan de rechterzijde is de output per fase weergegeven. De flowschema's van de NIBE F470 en Itho Daalderop WPU 5G zijn weergegeven in Bijlage 20 – Flowschema's levensfasen warmtepompen.



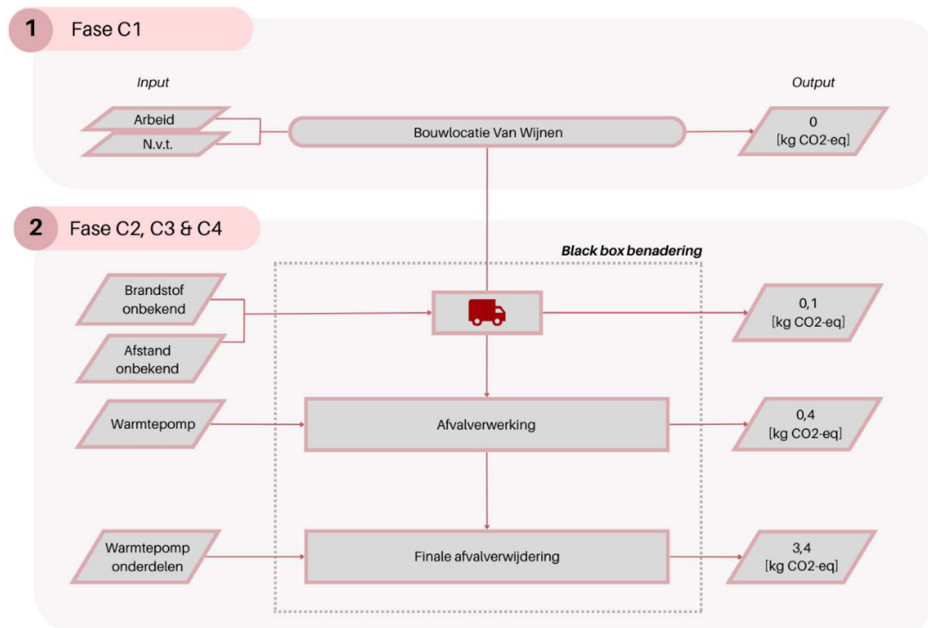
Figuur 2: Flowschema productie- en bouwfase (A) Mitsubishi warmtepomp

Vanwege de complexiteit van fases A1 t/m A3 (productiefase) zijn deze samengevoegd aan de hand van een Black box benadering. De materialen weergegeven in Figuur 2 bij de input van de Black box zijn opgedeeld naar cilinder- en buitenunit. Welke vervolgens als evenwijdige activiteiten zijn doorgetrokken voor de transport- (A4), bouw- en installatiefase (A5). De milieu-impact van alle materialen en activiteiten zijn opgeteld tot de totale milieu-impact van de warmtepomp welke is weergegeven in Figuur 6. De milieu-impact is weergegeven in [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch].



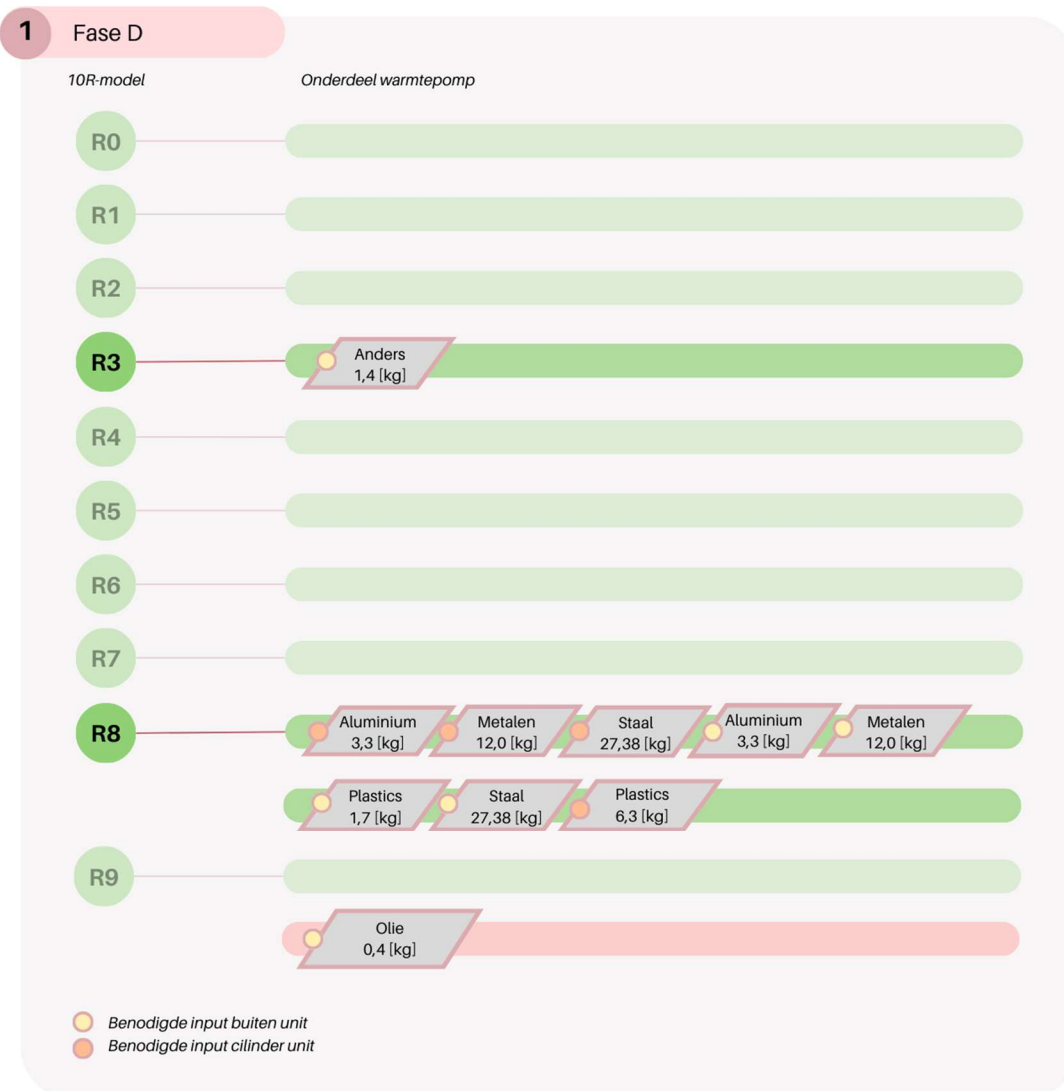
Figuur 3: Flowschema gebruiksfase (B) Mitsubishi warmtepomp

In bovenstaande Figuur 3 is de milieu-impact van het operationele energieverbruik weergegeven op basis van de levensduur van de warmtepomp in $[kg\ CO_2\text{-eq}/15\ \text{jaar}/kW\ \text{thermisch}]$. De berekening voor deze fase is in Bijlage 21 – Extra toelichting op flowschema Mitsubishi extra toelicht.



Figuur 4: Flowschema sloop- en verwerkingsfase (C) Mitsubishi warmtepomp

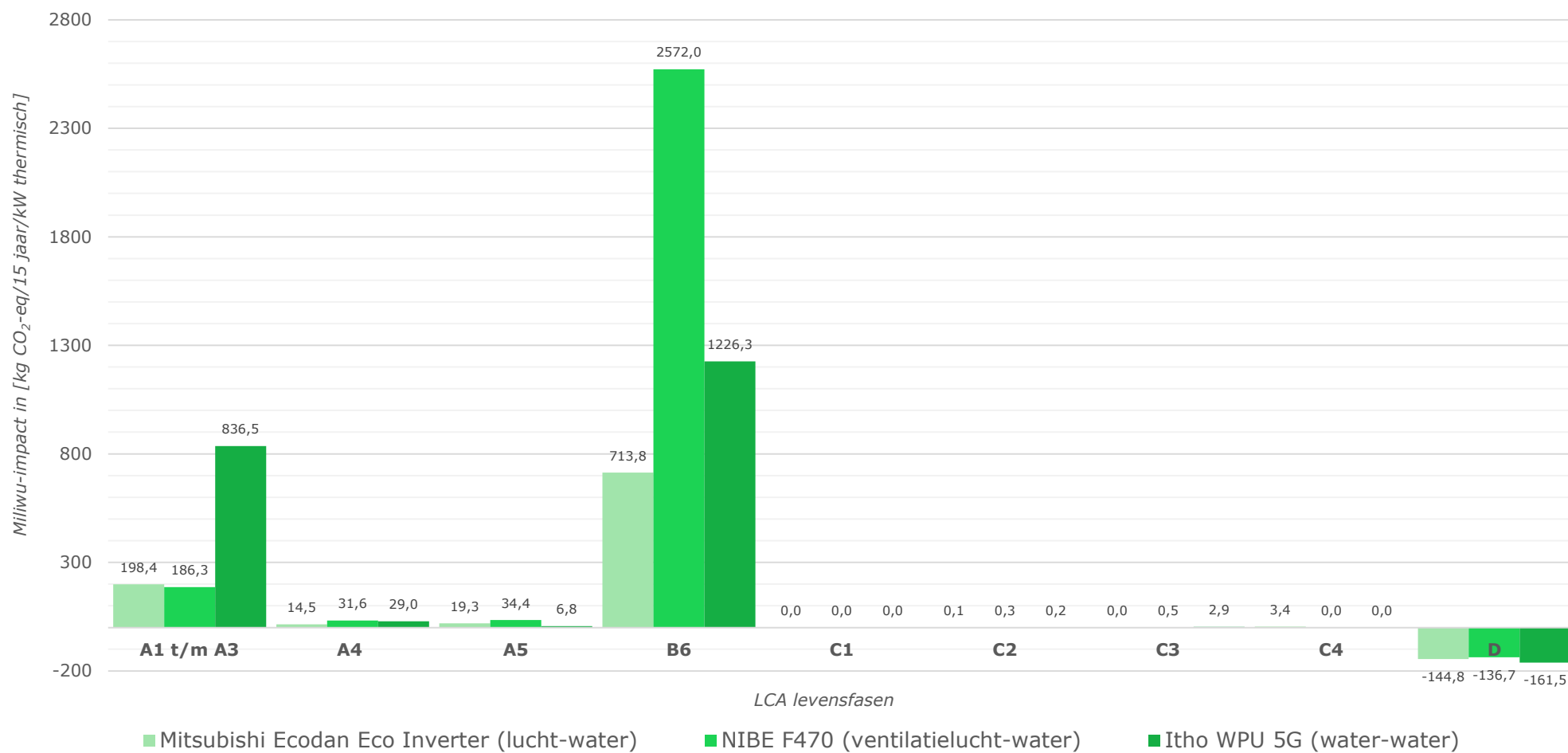
In Figuur 4 is de sloopfase- en verwerkingsfase (C1 tot en met C4) weergegeven. Voor het slopen van de warmtepomp, is aangenomen dat dit is uitgevoerd door menselijk arbeid en daardoor geen milieu-impact heeft. Fase C2 t/m C4 benaderd aan de hand van een Black box. De milieu-impact in Figuur 4 is weergegeven in $[kg\ CO_2\text{-eq}/15\ \text{jaar}/kW\ \text{thermisch}]$. Daarnaast is in Bijlage 21 – Extra toelichting op flowschema Mitsubishi een extra toelichting gegeven over de berekening.



Figuur 5: Flowschema recyclingsfase (D) Mitsubishi warmtepomp

De recyclingsfase van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter is weergegeven aan de hand van het 10R-model. Toelichting op het 10R-model is weergegeven in paragraaf - 10R-model. In Figuur 5 zijn alle materialen uit de productiefase (fase A) toegewezen aan één van de R's. De milieu-impact van de recyclebare materialen is weergegeven in Figuur 6. In Figuur 6 is gehele keten van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter, NIBE F470 en de Itho Daalderop WPU 5G weergegeven.

Vergelijking milieu-impact NIBE, Mitsubishi en Itho (alle fasen)



Figuur 6: Overzichtsgrafiek milieu-impact gehele keten weergegeven in [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]

De resultaten van de A-LCA gepresenteerd in Figuur 6 geven weer dat alle drie warmtepompen de grootste impact op het milieu hebben in de gebruiksfase (B6). Voor de Mitsubishi is dit 713,8 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Voor de NIBE is dit 2572,0 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Voor de Itho Daalderop is dit 1226,3 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Daarnaast heeft de materialisatie van de warmtepompen in fase A1 tot en met A3 in verhouding tot de andere levensfasen van alle drie producten ook een hoge milieu-impact. Voor de Mitsubishi is dit 198,4 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Voor de NIBE is dit 186,3 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Voor de Itho Daalderop is dit 836,5 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch].

Tabel 4: CO₂-neutraliteit alle warmtepompen (A-LCA) weergegeven in [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]

	Mitsubishi	NIBE	Itho Daalderop
Fase A1 t/m A5, B6, C1 t/m C4	949,5	2825,0	2101,6
D	-144,8	-136,7	-161,5
Totaal Totaal > 0 geeft geen CO ₂ -neutraliteit Totaal <0 geeft CO ₂ -neutraliteit	804,8	2688,3	1940,6

Op basis van deze "worst-case-scenario" (A-LCA) wordt vastgesteld dat voor alle drie warmtepompen geen CO₂-neutraliteit wordt bereikt. Dit is ook weergegeven door middel van bovenstaande Tabel 4: CO₂-neutraliteit alle warmtepompen (A-LCA) weergegeven in [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Voor alle drie warmtepompen blijft het 'Totaal' groter dan nul.

De berekeningen van bovengenoemde resultaten (Figuur 6 en Tabel 4: CO₂-neutraliteit alle warmtepompen (A-LCA) weergegeven in [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]) zijn inzichtelijk in de Excel spreadsheets van Mitsubishi, NIBE en Itho Daalderop weergegeven.

4.2 – Verschil milieu-impact

In onderstaande paragrafen worden de verschillen in milieu-impact per levensfase van de warmtepompen toegelicht.

4.2.1 – Productie- en bouwfase (A)

Zoals te zien in Figuur 6, vindt de grootste impact op het milieu plaats in de productiefase (A1 t/m A3) bij de water-water warmtepomp van de Itho Daalderop. Dit is het ontginnen (A1) en transporteren (A2) van grondstoffen en het produceren van de warmtepomp (A3). De milieu-impact van de productiefase van de NIBE en Mitsubishi warmtepomp liggen dicht bij elkaar. De uitschieter van de Itho Daalderop WPU 5G in deze fase is verklaarbaar door de hoeveelheid grout die wordt toegepast gedurende de grondboring en plaatsing van de U-buis.

De milieu-impact van fase A5 liggen bij alle warmtepompen relatief dicht bij elkaar. De milieu-impact van fase A5 zijn voor de NIBE en Mitsubishi warmtepomp niet compleet, omdat het

produceren van de techniekmodule door VDL Smart Spaces (referentienummer A5.a) niet is meegenomen in de berekeningen, zie flowschema in Figuur 2 en Bijlage 20 – Flowschema's levensfasen warmtepompen. Naar verwachting zullen deze nog stijgen wanneer deze wel wordt berekend en relatief gezien hoger uitkomen in de A5 fase dan de Itho Daalderop warmtepomp. Alle berekeningen van de A-LCA voor het verschil van fase A zijn terug te vinden in het tabblad 'Fase A – Productie en bouw' in de spreadsheet 'Verschil milieu-impact warmtepompen'.

4.2.2 – Gebruiksfase (B)

In Figuur 6 valt op dat de NIBE warmtepomp (ventilatielucht-water) een hoog jaarlijks elektriciteitsverbruik heeft ten opzichte van de twee andere warmtepompen. De NIBE warmtepomp heeft op basis van de berekende gegevens hierdoor ook de laagste SCOP. Dit betekent dat voor de ventilatielucht-water warmtepomp meer energie nodig is om dezelfde hoeveelheid thermische energie te leveren. Alle berekeningen van de A-LCA voor het verschil van fase A zijn terug te vinden in het tabblad 'Fase B – Gebruik' in de spreadsheet 'Verschil milieu-impact warmtepompen'.

4.2.3 – Sloop- en verwerkingsfase (C)

In Figuur 6 is het verschil tussen de warmtepompen voornamelijk zichtbaar in de fasen C3 en C4. Naar verwachting is de afvalbewerking (C3) voor de Itho Daalderop warmtepomp hoger dan de NIBE en Mitsubishi warmtepompen, omdat de verwijdering van de materialen van de grondboring meer machinale arbeid behoeven. Alle berekeningen van de A-LCA voor het verschil van fase A zijn terug te vinden in het tabblad 'Fase C – Sloop en verwerking' in de spreadsheet 'Verschil milieu-impact warmtepompen'.

4.2.4 – Hergebruik / Recycling potentieel (D)

In de resultaten van het recycling potentieel van Figuur 6 zijn naast het recyclingpercentage tussen de warmtepompen geen bijzonderheden zichtbaar. Mogelijk doordat de berekening is gedaan volgens een eigen opgestelde case op basis van het 10R-model ver van de werkelijkheid af zit. In onderstaande Tabel 5: Recyclingspercentage [%] per warmtepomp (A-LCA) is het percentage dat gerecycled wordt in de "worst-case" (A-LCA) van de drie warmtepompen weergegeven.

Tabel 5: Recyclingspercentage [%] per warmtepomp (A-LCA)

Fase	NIBE F470	Mitsubishi Ecodan Eco Inverter	Itho Daalderop WPU 5G
D	91,7%	91,2%	30,2%

In Tabel 5: Recyclingspercentage [%] per warmtepomp (A-LCA) is zichtbaar dat de Itho warmtepomp een lager recyclingspercentage [%] heeft dan de andere twee warmtepompen. Het recycling percentage is berekend op basis van het gewicht [kg] van de materialen uit fase A die gerecycled worden. In de "worst-case" is het meest milieuvervuilende materiaal (grout) niet voor recycling meegenomen.

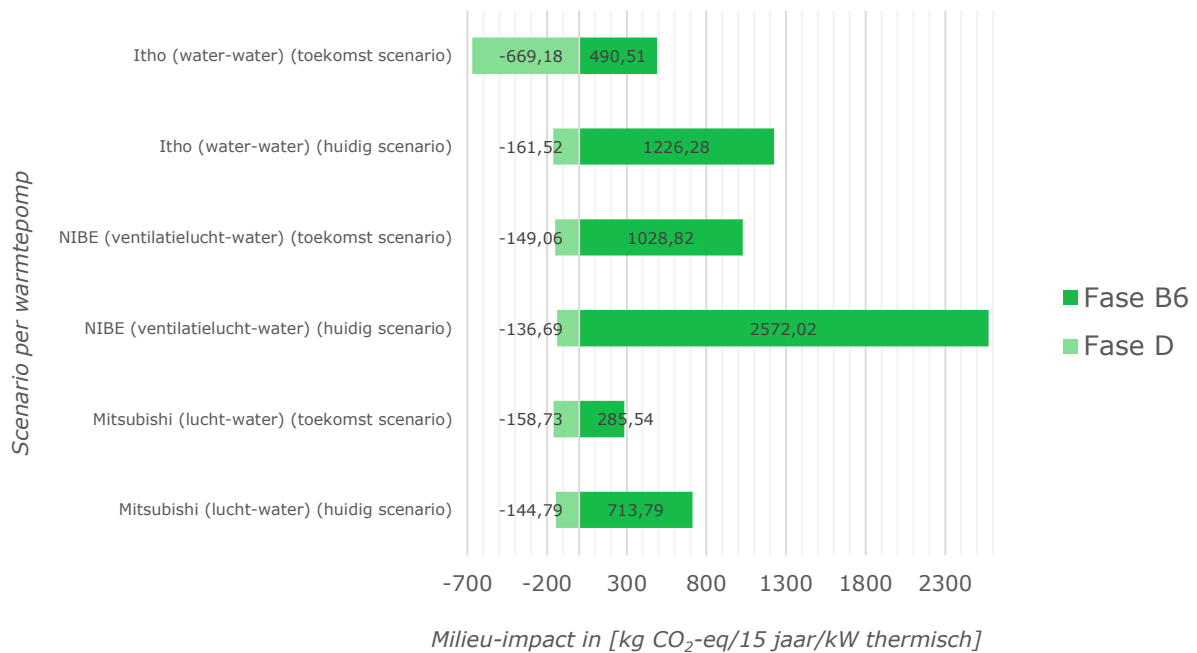
4.3 – Samenwerking CO₂-reductie

In deze paragraaf wordt antwoordt gegeven op de vraag; *“Wat moet aangepast worden in de huidige keten om te voldoen aan de Van Wijnen doelstellingen ten aanzien van 2030 CO₂-neutraal?”*, als onderdeel van onderzoeksvraag 3. Hierin worden de aanpassingen in de keten door middel van de C-LCA besproken, de rol van Van Wijnen ten aanzien van haar ketenpartners en (samenwerkings)verbetermogelijkheden.

4.3.1 – Aanpassingen t.o.v. huidige keten

Uit de resultaten van de A-LCA, weergegeven in paragraaf – Milieu-impact warmtepompen en paragraaf – Verschil milieu-impact, blijkt dat de grootste impact op het milieu plaatsvindt in de gebruiksfase (B6) voor alle drie warmtepompen. Ook kan door middel van het recycling potentieel (fase D) geen van de warmtepompen (op basis van berekeningen) als CO₂-neutraal worden beschouwd. De berekening is gemaakt op basis van een ‘worst-case’ scenario (huidig scenario). Aangezien Van Wijnen als ambitie heeft om in 2030 CO₂-neutraal te zijn, betreft dit ook de materiele keten van scope 3. Echter gezien de complexiteit van de keten was het lastig om binnen de materiele keten te zoeken naar verbetermogelijkheden. Om deze reden is naar verbetermogelijkheden gezocht in het operationeel energieverbruik (B6) en hergebruik (D). Dit omdat in het ‘worst-case’ scenario uit is gegaan van het gebruik van grijze stroom gedurende de hele levensduur van de woning (75 jaar). In werkelijkheid zal het ‘worst-case’ scenario anders plaatsvinden en is om deze reden een toekomstscenario (C-LCA) voor alle drie warmtepompen in fase B6 en fase D opgesteld. In onderstaande Figuur 7 zijn de resultaten van de C-LCA weergegeven op basis van de levensduur van de warmtepomp. In Figuur 8 is deze weergegeven op basis van de levensduur van een woning.

Millieu-impact aanpassingen (o.b.v. levensduur warmtepomp)



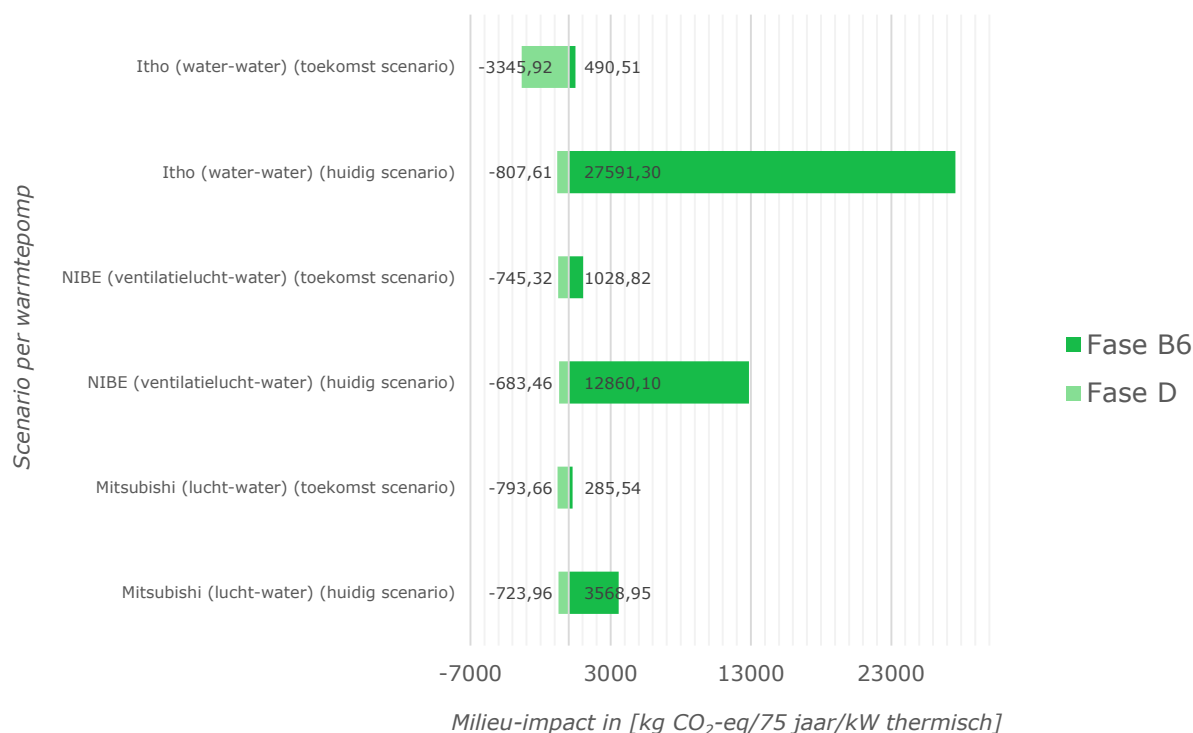
Figuur 7: Verschil milieu-impact verbetermogelijkheden per warmtepomp o.b.v. de levensduur van de warmtepomp

In de verbetermogelijkheid gedurende het operationele energieverbruik is uitgegaan van een grijze stroommix tot 2030. Vanaf 2030 tot 2039 wordt een groene stroommix toegepast (van het stroomnet of eigen gegenereerde energie door middel van zonnepanelen). Voor het berekenen van deze milieu-impact is uitgegaan van een plaatsing van de warmtepomp in de woning op 1 januari 2024. De milieu-impact op jaarbasis [kg CO₂-eq/jaar/kW vermogen] is berekend op basis van een gemiddelde van de eerste vijftien jaar. Dit is dus een combinatie van grijze en groene stroom.

In de verbetermogelijkheid voor fase D is uitgegaan van een 100% hergebruik (met het recyclingspercentage van 80 ingecalculeerd) van alle materialen uit fase A. Alle berekeningen van de C-LCA voor fase B6 en fase D zijn terug te vinden in het tabblad 'C-LCA' van de Excel spreadsheets van de warmtepompen. In het tabblad 'C-LCA' in de spreadsheet 'Verschil milieu-impact warmtepompen' is het verschil tussen de warmtepompen en het verschil tussen de huidige en toekomstige situatie weergegeven.

Het CO₂-verbeterpotentieel van het toekomstscenario voor fase B6 van alle warmtepompen is zestig procent. Het CO₂-verbeterpotentieel van het toekomstscenario voor fase D van de Mitsubishi warmtepomp is 9,6 procent. Het CO₂-verbeterpotentieel van het toekomstscenario voor fase D van de NIBE warmtepomp is 9,1 procent. Voornamelijk dankzij het gewicht van het grout heeft Itho Daalderop een groot verbeterpotentieel in de recyclingsfase. Het verbeterpotentieel voor Itho Daalderop ligt op 314%.

Millieu-impact aanpassingen (o.b.v. levensduur woning)



Figuur 8: Verschil milieu-impact verbetermogelijkheden per warmtepomp o.b.v. de levensduur van een woning

In Bijlage 13 – Toekomstscenario 1 Mitsubishi, Bijlage 15 – Toekomstscenario 1 NIBE en Bijlage 17 – Toekomstscenario 1 Itho is weergegeven wat deze resultaten betekenen voor de CO₂-neutraliteit van de Mitsubishi, NIBE en Itho Daalderop warmtepomp. In deze bijlagen is te zien dat middels deze aanpassingen op de keten nog geen CO₂-neutraliteit behaald wordt. Om deze reden is in Bijlage 14 – Toekomstscenario 2 Mitsubishi, Bijlage 16 – Toekomstscenario 2 NIBE en Bijlage 18 – Toekomstscenario 2 Itho ook een tweede scenario (toekomstscenario 2) in de C-LCA berekend. Hierin wordt direct vanaf 2024 groene energiemix toegepast in het operationele energieverbruik. Ook in toekomstscenario 2 wordt door de aanpassingen op het operationele energieverbruik geen CO₂-neutraliteit behaald bij geen van de warmtepompen.

4.3.2 – Ketenpartners

Gezien de complexiteit van de materiele keten is gekeken naar verbetermogelijkheden in fase B6 (operationeel energieverbruik) en fase D (hergebruik). De focus lag hierbij voor fase B6 op het overstappen van grijze naar groene stroom en voor fase D het verhogen van het recyclingpotentieel.

In paragraaf 4.3.1 – Aanpassingen t.o.v. huidige keten zijn verbetermogelijkheden voor de drie warmtepompen weergegeven voor fase B6 (operationeel energieverbruik) en fase D (hergebruik). Van belang is om te weten welke huidige en mogelijk toekomstige ketenpartners van belang zijn om deze verbetermogelijkheden werkelijkheid te maken. Uit de A-LCA wordt zichtbaar dat de materiele keten van de warmtepompen complex is en dat de producenten hiervoor zelf graag de verantwoordelijkheid dragen. De producenten zijn in dit geval Mitsubishi (Alklima), NIBE en Itho

Daalderop. In de flowschema's, weergegeven in paragraaf – Milieu-impact warmtepompen, zijn ook ketenpartners van de producenten weergegeven. Ook zij spelen een cruciale rol in de materiele keten en de activiteiten die plaatsvinden. Uit de interviews en persoonlijke communicatie met de producenten blijkt dat deze onderliggende ketenpartners niet direct in contact staan met Van Wijnen. In Bijlage 19 – Ketenpartners producenten zijn deze ketenpartners per producent weergegeven. Soms is bij de communicatie met Van Wijnen een '*' weergegeven. Deze geeft aan dat in de huidige situatie geen communicatie is tussen ketenpartner en Van Wijnen, maar mogelijk wel al zelf een ketenpartner heeft die voor deze fase ook kan fungeren als ketenpartner. Op deze manier kan Van Wijnen dus ook (in)direct invloed uitoefenen op deze fase in de keten. Daarnaast is het van belang dat transparantie binnen de keten door Van Wijnen en ketenpartners voor de andere fasen ook naar een hoger niveau wordt gebracht.

4.3.3 – Communicatie & CO₂-Prestatieladder

Om transparantie in de keten voor alle fasen te creëren is het van belang dat, gezien de stand van zaken op dit moment, Van Wijnen het voortouw neemt dit te initiëren. Dit proces loopt evenwijdig aan het uitvoeren van de laatste stappen van de CO₂-Prestatieladder, voor het certificeren van niveau 5.

Samenwerkingsmogelijkheden

Het verbeteren van fase A1 tot en met A3 (productie) ligt in handen bij de producenten. Uit de interviews komt naar voren dat de producenten zelf verantwoordelijkheid willen dragen voor deze fase. Van Wijnen kan naast transparantie vragen bij de producent geen invloed uitoefenen op de activiteiten van deze fase. Op de fasen A4 en A5 bij de Mitsubishi en NIBE warmtepomp kan wel invloed worden uitgeoefend, omdat deze bouwfasen in handen zijn van directe ketenpartners van Van Wijnen (Fijn Wonen en VDL Smart Spaces). Fase A4 en A5 zijn voor de Itho Daalderop warmtepompen in handen van ketenpartners van Itho Daalderop en hier kan door Van Wijnen geen directe invloed op worden uitgeoefend behalve het vragen om transparantie bij de producent.

Het verbeteren van fase B6 (operationele emissies) ligt in handen bij Van Wijnen zelf en deels bij de consument. Van Wijnen is verantwoordelijk voor deze fase in de zin van het bieden van mogelijkheden voor de consument ten aanzien van groene energiemix. Daarnaast kan Van Wijnen ook handvatten bieden voor de consument voor het verminderen van de milieu-impact op basis van het gebruik. Denk hierbij aan informatie verschaffen ten aanzien van het verminderen van het energiegebruik, maar ook het toelichten van het meest efficiënte gebruik van de warmtepomp.

Zoals toegelicht in paragraaf 4.3.2 – Ketenpartners zijn meerdere partijen, bedrijven en instanties in Nederland verantwoordelijk of zetten zich in voor het inzamelen van warmtepompen aan het einde van de levensduur. Echter is niet inzichtelijk wat een consument aan het einde van de levensduur van een warmtepomp of bij (tussentijdse) problemen met het product doet. Het verbeteren van fase C (sloop- en verwerking) ligt deels in handen bij de consument en deels bij het sloop- en verwerkingsbedrijf. Echter is op dit moment vanuit geen één producent contact tussen hen en de consument over het inrichten van deze fase. Een belangrijk onderdeel van dit probleem is dat

de producent het product levert aan Van Wijnen en Van Wijnen het oplevert aan de consument. Aangezien Van Wijnen in deze sleutelpositie staat, kan zij initiatief nemen om met een producent in gesprek te gaan over de mogelijkheden en beleid die zij hebben betreft de sloop en verwerking van hun product. Dit kan gaan over de inname van het product aan het einde van de levensduur door de producent (of Van Wijnen) of het contactgegevens van de producent die door de consument gebeld kan worden bij problemen. Daarnaast kan Van Wijnen de communicatie met de consument verbeteren door te informeren door middel van;

1. Verwijzen naar algemene Nederlandse initiatieven die op dit moment al beschikbaar zijn (afleverpunten voor einde levensduur product).
2. (Door)verwijzen naar initiatief van producent met betrekking tot inname of herstel van het product.
3. Eigen initiatief; opstellen van een format (infographic) voor een ophaal service en aanleg/uitbreiding van ketenpartners met specifieke betrekking op einde levensduur warmtepompen.
4. Bewustwording door het delen van laagdrempelige informatie over de milieu-impact of het product zelf heeft.

Op deze manier stimuleert Van Wijnen het sluiten van de kringloop en het verbeteren van het recyclingproces (fase D).

Het verbeteren van fase D ligt in handen van het afvalverwerkingsbedrijf die verantwoordelijkheid draagt voor de afval-/materiaalscheiding tijdens de recycling, maar is afhankelijk van het scenario waarin het zich bevindt. Zie de vier beschreven scenario's van fase C. Hoe Van Wijnen invloed hierop kan uitoefenen staat per scenario hieronder beschreven;

1. Consument verwijzen naar ketenpartners of instanties die het gestelde verbetermogelijkheden voor fase D kunnen verwezenlijken.
2. Consument verwijzen naar de producent voor het afleveren van het product bij de afvalverwerker of bij de producent. Die het product op haar beurt inlevert bij de desbetreffende afvalverwerker die de gestelde verbetermogelijkheden voor fase D kunnen verwezenlijken.
3. Vanuit eigen initiatief bestaande of nieuwe ketensamenwerking aangaan met afvalverwerkers die de gestelde verbetermogelijkheden voor fase D kunnen verwezenlijken. Op dit moment wordt al samengewerkt met;
 - a. Bnext
 - b. PreZero
 - c. NNRD/GPGroot
 - d. Van Happen
 - e. L'Ortye
 - f. Hartog containers
 - g. Heijmans

4. Consument informeren door middel van een infographic/sticker, die wordt meegeleverd bij het opleveren van de warmtepomp in de woning. Hierop wordt de huidige beschikbare kennis, over de zowel de recycling als de sloop- en verwerking van de warmtepomp, vanuit Van Wijnen opgesomd in een informatieve samenvatting.

4.4 – Foutendiscussie

In deze foutendiscussie worden de fouten in de resultaten besproken.

De berekening voor de milieu-impact van de Itho Daalderop warmtepomp over de levensduur van de woning in de productie- en bouwphase (A) is in dit onderzoek incorrect berekend. In de berekening is uitgegaan van een levensduur van de warmtepomp van 15 jaar. Voor de U-buis is deze 50 jaar en voor grout >100 jaar (Schipper & Van Hövell, 2023). Dit betekent dat gedurende de levensduur van een woning (75 jaar) de warmtepomp vijf keer wordt aangeleverd, terwijl de materialen voor de boring maar twee keer worden aangeleverd. Wat betreft de levensduur van een woning in de recyclingsfase (D), moet de warmtepomp vier keer worden vervangen, de U-buis één keer en het grout niet. Echter is niet bekend hoe deze recyclingfase (D) in realiteit wordt uitgevoerd. De milieu-impact, op basis van de aanname, verhoogt wanneer grout deels wordt verwijderd en toegevoegd om de U-buis te vervangen. Deze zelfde berekeningsfout werkt door in het berekenen van het recyclingpotentieel voor de recyclingsfase (D).

Het totaal voor de productie- en bouwphase (A) van de Mitsubishi en NIBE warmtepompen zijn incompleet. In de resultaten is het produceren van de techniekmodule bij VDL Smart Spaces niet meegenomen, omdat hiervan geen data of activiteiten bekend zijn, zie referentienummer A5.a in het flowschema van de Mitsubishi of NIBE warmtepomp. De milieu-impact verhoogt wanneer deze activiteit wel wordt meegenomen.

Naast dat de berekening voor de recyclingfase (D) van de Itho Daalderop complex is door de grondboringen die de water-water warmtepomp nodig heeft, is de berekening in zijn algemeen toegepast op deze fase nog niet waterdicht. Zo is in de berekening geen rekening gehouden met het verschil in terugwinning van materialen en milieu-impact tussen de verschillende R's. In de berekening geeft elke 'R' op dit moment dezelfde hoeveelheid terug aan het milieu. Dit is in realiteit niet van toepassing. De milieu-impact verlaagt wanneer de R's een andere terugwinning toegedeeld krijgen. Dit betekent dat minder terugwinning plaatsvindt en CO₂-neutraliteit (nog) minder haalbaar wordt.

Hoofdstuk 5 – Discussie

Gedurende dit onderzoek is voor een lucht-water (Mitsubishi), ventilatielucht (NIBE) en een water-water (Itho Daalderop) warmtepomp onderzocht of de gehele materiële keten hiervan naar CO₂-neutraliteit kan worden gestuurd. Daarbij is een vergelijking in milieu-impact gemaakt tussen de verschillende warmtepompen. De resultaten van paragraaf – Verschil milieu-impact geven weer dat het tot op zekere hoogte mogelijk is geweest een vergelijking tussen de warmtepompen te maken. Door de activiteiten uit te voeren, beschreven zoals in paragraaf 3.2.1 Mitsubishi (lucht-water), is het gelukt om een algemeen beeld van de milieu-impact per fase per warmtepomp te krijgen. Voor een gedetailleerdere toelichting wat per fase en warmtepomp beperkend is of ontbreekt, zie 5.1 t/m 5.5. Zie ook 5.1 t/m 5.5 voor een evaluatie van de verzamelde data.

Verder kwam uit de interviews met de producenten naar voren dat alle warmtepompen volgens de producenten een hoog recyclingpercentage hebben. Echter hebben de producenten niet inzichtelijk wat aan het eind van de levensduur, gedurende de sloop- en verwerkingsfase (C) met hun product gebeurt. Op basis van deze constatering wordt afgevraagd waarop de producenten hun product recyclebaar noemen en hoe kan Van Wijnen inspringen op deze onzekerheid bij ketenpartners.

5.1 – Fase A

De resultaten voor A1 t/m A3 van de Mitsubishi zijn voornamelijk verkregen van de LCA van Alklima. Hierdoor is in een overzicht weergegeven wat de milieu-impact per materiaal is. Echter, is het niet na te gaan op welke bronnen de data van de LCA van Alklima gebaseerd is. Voor de gegevens voor de milieu-impact van A1 t/m A3 van de NIBE en Itho Daalderop is de milieu-impact van de materialen gedeeltelijk gebaseerd op de LCA van Alklima, waardoor de LCA's van NIBE en Itho Daalderop door bovenstaande ook worden gewaarborgd. Daarnaast is bij de NIBE een algemene materialenlijst verkregen na het interview met de Service Manager. Hierdoor is het mogelijk dat enkele materialen ontbreken die de milieu-impact van A1 t/m A3 juist kunnen vergroten. Daarentegen, is bij Itho Daalderop gekozen om enkele kleinere materialen uit de materialenlijst weg te halen, om zo een gelijkere materialenlijst te krijgen zoals bij Mitsubishi en NIBE. Echter, zullen deze ontbrekende materialen voor een grotere milieu-impact zorgen.

Wat betreft de transportfase (A4) geldt dat bij de drie warmtepompen is aangenomen dat het type brandstof en verbruik voor alle transportstappen met betrekking tot een vrachtwagen hetzelfde zijn. Deze aanname kan invloed hebben op de totale milieu-impact van A4, maar kan worden gewaarborgd door in contact te komen met een transportbedrijf. Daarnaast is het niet zeker hoeveel warmtepompen in één vrachtwagen worden vervoerd. Wanneer meerdere warmtepompen worden vervoerd, zal dit invloed hebben op de milieu-impact van A4. Deze zal namelijk minder zijn dan de huidige situatie omdat de totale milieu-impact dan verdeeld zou moeten worden over alle getransporteerde warmtepompen.

Voor A5 geldt dat bij alle warmtepompen een activiteit ontbreekt. Voor de Mitsubishi en de NIBE gaat het over de installatie van de warmtepomp in de techniekmodule. Het is niet tijdig gelukt een interview in te plannen met VDL Smart Spaces waardoor deze activiteit open is gelaten. Echter, mocht in het vervolg een interview plaatsvinden, dan hoeft de verkregen data slechts in te worden gevoerd in de spreadsheets van Mitsubishi en NIBE om de milieu-impact van deze activiteit te verkrijgen. Wat betreft de Itho Daalderop, is het niet gelukt tijdig een interview in te plannen met een installatiebedrijf zoals Beman, om de milieu-impact van de installatie van de WPU 5G op de bouwlocatie te verkrijgen. Voor dit onderzoek is aangenomen dat deze installatie wordt uitgevoerd door handarbeid.

Door het open laten van de activiteit van het installeren in de techniekmodule voor de Mitsubishi en de NIBE, komt de milieu-impact van deze warmtepompen nu relatief lager uit. Ook voor het installeren van de buitenunit van Mitsubishi is aangenomen dat dit wordt uitgevoerd door handenarbeid, terwijl het niet zeker is of dit daadwerkelijk enkel of alleen maar via handarbeid verloopt.

5.2 – Fase B

Voor de resultaten voor het operationele energieverbruik is ervan het slechte geval uitgegaan dat gehele levensduur van een woning enkel gebruik is gemaakt van grijze stroom. In werkelijkheid moet het stroomnet in 2050 zo volledig mogelijk uit groene stroom bestaan (Ministerie van Algemene Zaken, sd), waardoor de milieu-impact van de warmtepompen hoger dan werkelijk uitkomt. Voor dit onderzoek is ervan uit gegaan dat de energie enkel uit grijze stroom bestaat, terwijl in werkelijkheid al een deel van de energie via groene stroom wordt geleverd. In 2022 was 40% van de verbruikte stroom groen opgewekt (Milieu Centraal, sd). Ook binnen het Fijn Wonen worden al zonnepanelen gebruikt voor het verkrijgen van groene stroom. Door deze aanpassing mee te nemen in de berekening zal de milieu-impact van B6 lager uitkomen dan in het geval van dit onderzoek.

Daarnaast is in de dataset van de NIBE en Mitsubishi warmtepomp niet bekend of het jaarlijkse elektriciteitsverbruik is gebaseerd op alleen verwarmen of dat ook koelen, warm water en stand-by mode is. Om deze reden is voor de Itho Daalderop alleen de activiteit verwarmen meegenomen in de berekening voor het operationele energieverbruik.

5.3 – Fase C

Voor alle drie warmtepompen is uitgegaan dat het slopen op locatie (C1) plaatsvindt via handarbeid, terwijl het op dit moment onbekend is of het slopen enkel via handarbeid gebeurt. Daarnaast is de milieu-impact voor C2 (transport van slooplocatie naar verwerkingslocatie) voor alle drie de warmtepompen gebaseerd op de data van de LCA van Alklima, om zo een eerlijke vergelijking te maken. Hierbij is wel rekening gehouden met het verschil tussen het verwarmingsvermogen van de drie warmtepompen.

Wat betreft de Mitsubishi is de data voor C3 (afvalverwerking) en C4 (finale afvalverwerking) verkregen van de LCA van Alklima. De C3 en C4 van de NIBE zijn gebaseerd op een lucht-water warmtepomp van het NMD. Via (persoonlijke communicatie, T. Damsma, 01-11-2023) is verkregen dat Van Wijnen aanneemt dat een ventilatielucht warmtepomp als hetzelfde wordt gezien als een lucht-water warmtepomp wanneer geen data beschikbaar is over ventilatielucht warmtepompen. Vervolgens is het verschil in verwarmingsvermogen tussen NIBE en de lucht-water warmtepomp van het NMD wel rechtgetrokken. Voor C3 en C4 is de Itho Daalderop gebaseerd op een water-water warmtepomp van het NMD, waarna ook bij deze het verschil in verwarmingsvermogen gelijk is gemaakt.

Zoals te zien in Figuur 6 valt het op dat de milieu-impact van C3 van de Itho Daalderop relatief een stuk hoger uitkomt dan de C3 van de NIBE en Mitsubishi. Dit is mogelijk te verklaren doordat de U-buis, tyleen leidingen en het grout in de loop van de levensduur van de woning ook minstens een keer moeten worden vervangen waar meer energie bij komt kijken omdat meer materiaal dan wordt verwerkt. Echter, is het niet bekend dat het verwerken van deze materialen zorgt voor de grotere milieu-impact van C3 van de Itho Daalderop.

Ook valt te zien dat de C4 van de Mitsubishi relatief een stuk hoger uitkomt dan de C4 van de NIBE en Itho Daalderop. Dit is mogelijk te verklaren doordat de Mitsubishi een hoge losmaakbaarheid bevat waardoor de C3 lager uitkomt (persoonlijke communicatie, Manager Woningbouw Alklima, 21-09-2023). Daarentegen, komt de C4 dan hoger uit omdat relatief meer materialen uit C3 zijn verkregen waardoor meer arbeid of machinale activiteit nodig is voor het te verwerken in C4. Ook hier is het echter niet bekend of dit daadwerkelijk de oorzaak is.

5.4 – Fase D

Voor de berekening van de milieu-impact voor de recyclingsfase is ervan uitgegaan dat voor het recyclen van elk materiaal, ook een energie-investering nodig is. Voor dit onderzoek is aangenomen dat, ten gevolge van deze energie-investering, 80% van de totale milieu-impact terug te winnen is (persoonlijke communicatie, T. Verhagen, 21-12-2023). Het grootste gedeelte van de materialen van de warmtepompen is gecategoriseerd in de R8 van het 10R-model, oftewel de recycling. Het is best energie intensief om vanaf deze categorie de producten te recyclen. Daarnaast is ook verondersteld dat het gehele gewicht van elke materiaal is omgezet, terwijl het in werkelijkheid mogelijk is dat bij elke materiaal ook een verliespercentage aanwezig is.

In onderstaand Tabel 6: Milieu-impact LCA van Alklima (fase D) is de milieu-impact van fase D van de Mitsubishi benoemd. Verkregen van de LCA van Alklima. Wat opvalt in de D-fase voor de Mitsubishi is dat de milieu-impact aan de hand van de berekening voor dit onderzoek (weergegeven in Tabel 33: Berekening recyclingpotentieel fase D) groot verschilt met de milieu-impact voor fase D afkomstig uit de LCA van Alklima, zie Tabel 6: Milieu-impact LCA van Alklima (fase D). Het is echter onbekend wat de functionele eenheid is die is gebruikt in de LCA van Alklima. Via (persoonlijke communicatie, Manager Woningbouw Alklima, 21-09-2023) werd ook benoemd dat Mitsubishi gebruik maakt van

een E-scrap plant, wat is opgebouwd om waardevolle metalen uit printplanten te extraheren, waarna die waardevolle metalen worden hergebruikt.

Tabel 6: Milieu-impact LCA van Alklima (fase D)

	Hoeveelheid	Eenheid
GWP LCA Alklima (fase D)	-33,80829	Onbekend

In onderstaand Tabel 7: Milieu-impact lucht-water warmtepomp van NMD is de milieu-impact van fase D van de NIBE benoemd, verkregen van de NMD. Ook bij de NIBE valt het grote verschil op van de milieu-impact tussen de aanname voor dit onderzoek (te zien in Figuur 6) en de milieu-impact voor fase D afkomstig van de NMD (net zoals fase C3 en C4 gebaseerd op een lucht-water warmtepomp) (Zie Tabel 7: Milieu-impact lucht-water warmtepomp van NMD). Het is echter niet bekend waarom het verschil in milieu-impact tussen de berekening van dit onderzoek en van de NMD zo groot is. Desalniettemin is een mogelijkheid dat het grote verschil is te verklaren dat in dit onderzoek geen energie-investering per materiaal is meegenomen.

Tabel 7: Milieu-impact lucht-water warmtepomp van NMD (Stichting Nationale Milieudatabase, sd)

	Hoeveelheid	Eenheid
Lucht-water NMD (fase D)	-2,819333333	[kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]
	-211,45	[kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]

In onderstaand Tabel 8: Milieu-impact water-water warmtepomp van NMD is de milieu-impact van fase D van de Itho Daalderop weergegeven, verkregen van de NMD. Wat betreft de Itho Daalderop geldt hetzelfde als bij het onverwachte van de NIBE. In Tabel 8: Milieu-impact water-water warmtepomp van NMD is te zien hoe de milieu-impact verkregen van de NMD eruit ziet. Ook voor dit verschil is het niet bekend waarom het verschil in milieu-impact tussen de berekening van dit onderzoek en van de NMD zo groot is. Desalniettemin geldt ook de mogelijkheid dat het grote verschil is te verklaren doordat in dit onderzoek geen energie-investering per materiaal is meegenomen.

Tabel 8: Milieu-impact water-water warmtepomp van NMD (Stichting Nationale Milieudatabase, sd)

	Hoeveelheid	Eenheid
Water-water NMD (fase D)	-60,38	[kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]
	-301,91	[kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]

5.5 – C-LCA

Voor dit onderzoek is ervan uitgegaan dat de alle drie de warmtepompen zijn geplaatst op 1 januari 2024. Voor fase B6 is aangenomen dat de warmtepompen in toekomstscenario 1 volledig gebruik maken van grijze stroom tot en met 2029, terwijl in werkelijkheid al een gedeelte van de stroom op dit moment bestaat uit groene energie. Wanneer deze percentage van groene stroom in het vervolg

wordt mee berekend, dan zal de milieu-impact voor B6 voor alle drie de warmtepompen lager uitvallen.

Uit de resultaten komt naar voren dat de drie warmtepompen op basis van de levensduur van een warmtepomp niet CO₂-neutraal zijn bij een verbetering van CO₂-reductie voor fase B6 en D. Echter, wanneer Itho Daalderop, volgens de berekening gebruikt in dit onderzoek, vanaf 2024 en/of vanaf 2030 gebruikt maakt van volledige groene stroom, dan is de Itho Daalderop op basis van de levensduur van de woning wél CO₂-neutraal. In 4.4 – Foutendiscussie is toegelicht waarom deze berekening nog niet volledig is.

Wat betreft de Itho Daalderop wordt in fase D van de C-LCA grout ook meegenomen in de verbranding met energierecuperatie. Hiervoor wordt aangeraden om een herbruikbaar alternatief voor grout te onderzoeken aangezien grout een grote milieu-impact heeft om te worden geplaatst en verwijderd.

Hoofdstuk 6 – Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: *"Hoe stuur je een materiële keten van een lucht-water, een ventilatielucht en een water-water warmtepomp naar CO₂-neutraliteit in 2030?"*. Hiervoor is kwantitatief onderzoek gedaan door middel van een levenscyclus (LCA), vier interviews en literatuuronderzoek.

Uit de resultaten van productie- en bouwphase (A) blijkt dat de materiele keten van alle drie warmtepompen complex is en het lastig is om deze volledig inzichtelijk te maken. Bij het in kaart brengen van de milieu-impact per warmtepomp van deze fase is zichtbaar dat de water-water warmtepomp van Itho Daalderop de grootste impact heeft op het milieu betreft haar materialen.

Uit de resultaten van de A-LCA voor de gebruiksfase (B6) blijkt dat de ventilatielucht-water warmtepomp van NIBE het meest inefficiënt is en de laagste SCOP (Seasonal Coefficient of Performance) heeft. Daarnaast heeft fase B van alle warmtepompen op basis van de gehele (onderzochte) keten de grootste impact op het milieu. Uit de resultaten van de C-LCA voor de gebruiksfase (B6) blijkt dat het aanpassen van het soort energiemix een aanzienlijk verschil maakt betreft de impact op het milieu. Voor alle drie warmtepompen is het verbeterpotentieel hoger dan 40 procent.

Uit de resultaten van de interviews en de A-LCA van de sloop- en verwerkingsfase (C) blijkt dat voor alle producenten dit een lastige levensfase is om de milieu-impact van hun product in kaart te brengen. De einde levensduur van de warmtepompen wordt in de huidige situatie voornamelijk beïnvloedt door de consument. De A-LCA geeft weer dat het slopen en verwerken van de ventilatielucht-water warmtepomp een zeer lage uitstoot heeft. In verhouding hebben de lucht-water warmtepomp (Mitsubishi) in fase C3 en de water-water warmtepomp (Itho Daalderop) in fase C4 extra handelingen nodig om deze te verwerken.

Uit de resultaten van de A-LCA voor de recyclingsfase (D) blijkt dat de ventilatielucht-water (NIBE) en de lucht-water warmtepomp (Mitsubishi) beide een recycling percentage [%] boven 90 procent hebben. In tegenstelling tot de water-water warmtepomp (Itho Daalderop) die door het niet verwerken van het materiaal grout in de recycling een percentage van 30,2% heeft. Uit de resultaten van de C-LCA voor de recyclingsfase (D) blijkt dat voor de ventilatielucht-water (NIBE) en de lucht-water warmtepomp (Mitsubishi) weinig verbeteringspotentieel is.

De meest belangrijke bevinding in dit onderzoek is dat uit het kwantitatieve onderzoek is gebleken dat bij het reduceren van de milieu-impact voor fase B6 en fase D de materiële keten niet naar CO₂-neutraliteit kan worden gestuurd op basis van de levensduur van een warmtepomp. Wanneer vanaf het moment van installatie (1 januari 2024) groene energiemix wordt toegepast (toekomstscenario 2) in plaats van vanaf 2039 (toekomstscenario 1) wordt geconcludeerd dat de materiële keten op basis van de levensduur van de woning wél naar CO₂-neutraliteit kan worden gebracht voor de water-water warmtepomp (Itho Daalderop). In de aanbevelingen is weergegeven wat nodig is om de materiële keten op basis van de levensduur van een warmtepomp naar CO₂-neutraliteit te brengen.

Hoofdstuk 7 – Aanbevelingen

7.1 – Oplossingen

Uit de interviews komt naar voren dat alle producenten (Alklima, NIBE en Itho Daalderop) op bezig zijn met het (volledig) in kaart brengen van de LCA voor hun producten. Om deze reden wordt Van Wijnen als eerste geadviseerd om voor de materiele keten (fase A) het gesprek met directe en indirecte ketenpartners aan te blijven gaan. Op deze manier worden producenten en ketenpartners gestimuleerd om zelf of gezamenlijk onderzoek te blijven doen en verbetermogelijkheden inzichtelijk te maken in samenwerkingsverband.

De invloed die Van Wijnen heeft op de milieu-impact door het energieverbruik gedurende de gebruiksfase is beperkt. Uit de C-LCA komt naar voren dat door middel van het toepassen van een groene energiemix vanaf het moment van installatie de materiele keten een stap dichterbij CO₂-neutraliteit komt. Het wordt Van Wijnen afgeraden om nog grijze energiemix aan te bieden of toe te passen voor het gebruiken van één van de warmtepompen in een woonconcept.

Uit interviews komt naar voren dat producenten geen zicht hebben op de einde levensduur van hun product. Nu heeft Van Wijnen een sleutelpositie betreft communicatie tussen producent en consument. Van Wijnen kan namelijk op meerdere manieren invloed uitoefenen op het informeren van de consument over de levensduur van het product. Wat kan Van Wijnen doen om de consument bewust te laten worden van de einde levensduur van de warmtepomp en haar recycling proces?

- Infographic ontwerpen; een 'sticker' die op de warmtepomp wordt geplakt bij oplevering van de woning met daarop instructies over het inleveren van de warmtepomp bij problemen of aan het einde van de levensduur (15 jaar).
- Ophaalservice warmtepomp Van Wijnen; Van Wijnen biedt een mogelijkheid aan consument om zelf of door een ketenpartner de warmtepomp bij problemen of aan het einde van de levensduur op te laten halen.

Van Wijnen kan informatie voor deze oplossingen (voor de consument) verzamelen door zichzelf aan te sluiten bij Stichting Warmtepomp. Wanneer Van Wijnen lid is kan zij onder andere in gesprek gaan met (andere) producenten, ketenpartners en afvalverwerkers betreft de materiele keten, sloop- en verwerking van de warmtepomp en het (her)inrichten van hergebruik van materialen uit de (bestaande) keten.

Als laatste wordt Van Wijnen geadviseerd om op basis van de hier bovengenoemde adviezen de vervolgstap van CO₂-Prestatieladder uit te voeren. Dit houdt in (SMART-geformuleerde) commitments en een reductieprogramma opstellen op basis van de resultaten uit de LCA's.

7.2 – Vervolgonderzoek

Na het uitvoeren van dit onderzoek zijn enkele punten naar voren gekomen die in het vervolg helpen bij het optimaliseren van de gevonden resultaten. De belangrijkste punten zijn per levensfase toegelicht.

Fase A1 – A3

Voor de invulling van fase A1 tot en met A3 van Mitsubishi en gedeeltelijk voor NIBE en Itho Daalderop is gebruik gemaakt van data afkomstig van de LCA van Alklima zelf. Aangeraden wordt een betrouwbaarheidsanalyse uit te voeren op deze LCA. Hierdoor wordt de nauwkeurigheid van de parameters nagegaan om zo de betrouwbaarheid van de geleverde gegevens te evalueren. Door het uitvoeren van een betrouwbaarheidsanalyse wordt indirect de betrouwbaarheid van dit onderzoek bevestigd.

Fase A4

Wat betreft de transport (fase A4) kan contact worden gezocht met transportbedrijven om zo het daadwerkelijke verbruik en brandstoftype te verkrijgen. Deze informatie verkrijgen zorgt voor een representatievere milieu-impact van deze fase.

Fase A5

Voor het koppelen van de verticale en horizontale leidingen aan de Itho Daalderop en het installeren van deze warmtepomp is nu aangenomen dat dit gebeurt door middel van handarbeid. Door een interview met een installatiebedrijf te houden, wordt het duidelijk of het daadwerkelijk enkel handarbeid is of dat gedurende de installatie mogelijke andere invloeden van belang zijn, zoals het gebruik van apparaten of machines. Dit geldt ook voor de installatie van de buitenunit van Mitsubishi. Door in contact te komen met een bedrijf dat de techniekmodule in de woning hijst voor Mitsubishi en NIBE, wordt nagegaan wat de daadwerkelijke milieu-impact is, in plaats van dat de milieu-impact is gebaseerd op een aanname.

Fase B6

Om in het vervolg een reëlere milieu-impact te krijgen voor het energieverbruik, moet worden berekend wat de milieu-impact in de huidige situatie daadwerkelijk is. Nu is aangenomen dat volledig grijze stroom wordt toegepast, terwijl Fijn Wonen al gebruik maakt van zonnepanelen. Daarnaast is het aanbevolen om een SCOP vast te stellen voor de warmtepompen. Dit omdat de SCOP een realistisch beeld van de jaarlijkse energie-efficiëntie van een warmtepomp weergeeft.

Fase C1 – C4

Doordat de producenten niet inzichtelijk hebben hoe de sloop- en verwerking van hun warmtepompen aan het einde van de levensduur op dit moment plaatsvindt, is de gehele C-fase gebaseerd op de LCA van Alklima en data vanuit de Nationaal Milieudatabase (NMD). Door een interview te houden met één of meerdere sloopbedrijven, wordt inzicht verkregen in het daadwerkelijke sloop- en verwerkingsproces.

Fase D

In het vervolg moet overeenstemming worden gezocht met Alklima om na te gaan hoe zij fase D van hun LCA hebben ingericht. Door hier overeenstemming in te vinden zorgt dit voor een eerlijke vergelijking over de inrichting en toepassing van fase D wanneer deze berekening voor beide LCA's worden toegepast. Daarnaast kan deze inzage helpen in overleg te gaan met NIBE en Itho Daalderop voor een soortgelijke toepassing voor fase D. Doordat NIBE en Itho Daalderop (nog) geen eigen LCA hebben, kan alleen contact worden gezocht met Alklima. Echter, kan door samenwerking voor de invulling van de LCA van de producenten wel een eerlijkere vergelijking van de milieu-impact per warmtepomp worden gemaakt. Daarnaast is het recyclingspercentage van Itho Daalderop, dankzij de materialen voor de boring, een stuk lager ten opzichte van de andere twee. Om het recyclingspercentage richting de 100 te krijgen, moet meer onderzoek worden uitgevoerd.

Bibliografie

- 10R ladder.* (sd). Geraadpleegd op 18 december, 2023. Opgehaald van Circospin:
<https://circospin.nl/circospin-10r-ladder/>
- 2022 Global Status Report for Buildings and Construction.* (sd). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023.
Opgehaald van UNEP: <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>
- Afmetingen Zeecontainer.* (sd). Geraadpleegd op 6 december, 2023. Opgehaald van BD Containers:
<https://bdcontainers.com/afmetingen-zeecontainer/>
- Afvalsoorten.* (sd). Geraadpleegd op 19 januari, 2024. Opgehaald van Afvalstoffendienst:
<https://www.afvalstoffendienst.nl/afvalsoorten>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (sd). *Steeds meer warmtepompen bij woningen.* Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Centraal Bureau voor de Statistiek:
<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/40/steeds-meer-warmtepompen-bij-woningen#:~:text=In%202021%20stonden%20er%20206,meer%20dan%20een%20jaar%20eerder>
- Certificaat CO2 Prestatieladder.* (2021). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Vanwijnen.nl: https://www.vanwijnen.nl/wp-content/uploads/Certificaat-CO2-Prestatieladder-2021.pdf?_gl=1*1jkew9e*_up*MQ..*_ga*MjgwMzE2NDE5LjE2OTQ2MDM3Mjg.*_ga_J7RYLQSHDL*MTY5NDYwMzcyNy4xLjEuMTY5NDYwNDkwNy4wLjAuMA
- Coefficient of Performance (COP) heat pumps.* (sd). Geraadpleegd op 18 december, 2023.
Opgehaald van Grundfos: [https://www.grundfos.com/uk/learn/research-and-insights/coefficient-of-system-performance#:~:text=COP%20\(Coefficient%20of%20Performance\),-The%20Co%20efficient&text=COP%20is%20defined%20as%20the,is%20supplied%20to%20the%20compressor](https://www.grundfos.com/uk/learn/research-and-insights/coefficient-of-system-performance#:~:text=COP%20(Coefficient%20of%20Performance),-The%20Co%20efficient&text=COP%20is%20defined%20as%20the,is%20supplied%20to%20the%20compressor)
- ERST20D-VM2D.* (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Alklima:
<https://alklima.nl/leveringsprogramma/warmtepompen/lucht-water-woningbouw/binnenunits/cilinder-unit-alleen-verwarmen-d-generatie/ehst20d-vm2d>
- Het verschil tussen koelen met een airco en een warmtepomp.* (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Het verschil tussen koelen met een airco en een warmtepomp:
<https://www.vaillant.be/consumenten/ons-advies/technologieen/warmtepompen/koeling-door-warmtepompen/>
- Hillege, L. (sd). *Impact Categories (LCA).* Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Ecochain: <https://ecochain.com/blog/impact-categories-lca/>
- Hoe werkt een warmtepomp.* (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van infowarmtepomp: <https://www.infowarmtepomp.be/nl/hoe-werkt-een-warmtepomp/>
- Hoe werkt het.* (2022, april 21). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van CO2emissiefactoren.nl: <https://www.co2emissiefactoren.nl/hoe-werkt-het/#:~:text=Scope%203%3A%20indirecte%20uitstoot%20van,directe%20invloed%20op%20kan%20uitoefenen>

International Container Shipping. (sd). Geraadpleegd op 6 december, 2023. Opgehaald van SeaRates: <https://www.searates.com/>

Itho Daalderop: alles in huis voor een duurzaam thuis. (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Itho Daalderop: <https://www.ithodaalderop.nl/nl-NL/consument/over-ons>

Kootstra, L. (2018). *20 LCA's van brandstof-machinecombinaties.* TNO.

Ladder van Lansink - Rangorde van afvalverwijdering. (sd). Geraadpleegd op 18 december, 2023. Opgehaald van Recycling.nl: <https://www.recycling.nl/ladder-van-lansink/>

LCA - Levenscyclus Analyse. (sd). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Indusa-infra.nl: <https://indusa-infra.nl/kennis/instrumenten/1964505.aspx>

Lijst emissiefactoren. (sd). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van CO2 emissiefactoren: <https://www.co2emissiefactoren.nl/lijs-temissiefactoren/>

Lucht/water warmtepomp. (sd). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Klimaatexpert: <https://www.klimaatexpert.com/warmtepomp/soorten/lucht-water-warmtepomp>

Milieu Centraal. (sd). *Is jouw stroom groen?* Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Milieu Centraal: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/groene-stroom/>

Milieu Centraal. (sd). *Warmtepomp: tips en uitleg.* Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Milieu Centraal: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/warmtepomp-duurzaam-elektrisch-verwarmen/>

Milieuprestatie warmtepompen vrijwel altijd beter dan cv-ketel. (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van TNO: <https://www.tno.nl/nl/newsroom/2023/05/milieuprestatie-warmtepompen-beter-cv/>

Ministerie van Algemene Zaken. (2023, juli 24). *900.000 nieuwe woningen.* Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/volkshuisvesting/nieuwe-woningen#:~:text=In%202021%20steeg%20het%20woningtekort,die%20een%20woning%20nodig%20hebben.>

Ministerie van Algemene Zaken. (sd). *Duurzame energie.* Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie#:~:text=In%202019%20kwam%208%2C7,vanwege%20het%20tegengaan%20van%20klimaatverandering>

Nadelen van een lineaire economie. (sd). Geraadpleegd op 6 december, 2023. Opgehaald van het Groene Brein: <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart-circulaire-economie/nadelen-huidige-lineaire-economie/>

NIBE F470. (sd). Geraadpleegd op 6 december, 2023. Opgehaald van NIBE: <https://assetstore.nibe.se/hcms/v2.3/entity/document/23079/storage/MDIzMDc5LzAvbWFzdGVy>

NIBE F470. (sd). Geraadpleegd op 18 december, 2023. Opgehaald van NIBE: <https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/ventilatielucht-water-warmtepompen/f470>

NIBE Groep. (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van NIBE: <https://www.nibe.eu/nl-nl/over-nibe/nibe-groep>

Over Alklima BV. (sd). Geraadpleegd op 18 januari, 2024. Opgehaald van Alklima:
<https://alklima.nl/over-ons>

Quist, Z. (sd). *Life Cycle Assessment (LCA)*. Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Ecochain: <https://ecochain.com/blog/life-cycle-assessment-lca-guide/>

Schipper, B., & Van Hövell, M. (2023). *LCA Rapportage categorie 3 data*. Stichting Nationale Milieudatabase.

Schot. (2023). *Energie beoordelingsverslag 2022*.

SCR-M60V-200D SET. (sd). Geraadpleegd op 12 december, 2023. Opgehaald van Alklima:
<https://alklima.nl/service-en-support/downloads/energielabel/energielabel-scr-m60v-200-d.pdf>

SKAO. (sd). *Hoe maak je gebruik van de CO2 Prestatieladder*. Utrecht: Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen.

SKAO, a. (2020). *Handboek CO2-Prestatieladder 3.1*. Utrecht: SKAO.

Stichting Nationale Milieudatabase. (2023, december 15). *Einde generieke verrekenfactor warmtepompen per 1 januari 2024*. Geraadpleegd op 19 januari, 2024. Opgehaald van NMD: <https://milieudatabase.nl/nl/actueel/nieuws/einde-generieke-verrekenfactor-warmtepompen-per-1-januari-2024/>

Stichting Nationale Milieudatabase. (2023, februari 2). *Warmteopwekkinginstallaties, Warmtepomp lucht-water (10kW) * Verrekend*. Geraadpleegd op 12 december, 2023. Opgehaald van Nationale Milieudatabase: https://milieudatabase.nl/nl/viewer/milieuverklaring/nmd_92331/

Stichting Nationale Milieudatabase. (sd). *Warmtepomp lucht-water*. Geraadpleegd op 12 december, 2023. Opgehaald van Nationale Milieudatabase:
https://milieudatabase.nl/nl/viewer/milieuverklaring/nmd_90509/

Stichting Nationale Milieudatabase. (sd). *Warmtepomp water-water*. Geraadpleegd op 12 december, 2023. Opgehaald van Nationale Milieudatabase:
https://milieudatabase.nl/nl/viewer/milieuverklaring/nmd_32712/

Van Wijnen, a. (2023, september 11). *Leer ons kennen*. Geraadpleegd op 20 september, 2023. Opgehaald van Vanwijnen.nl: https://www.vanwijnen.nl/leer-ons-kennen/?_gl=1*ttew69*_up*MQ..*_ga*MTU5NDUwMzA3OC4xNjk0NjAxMTM4*_ga_J7RYLQSHDL*MTY5NDYwMzEyNS4yLjAuMTY5NDYwMzEyNS4wLjAuMA..

Van Wijnen, b. (2023, september 11). *Duurzaamheid*. Geraadpleegd op 20 september, 2023. Opgehaald van Vanwijnen.nl:
https://www.vanwijnen.nl/duurzaamheid/?_gl=1*k067nx*_up*MQ..*_ga*MTU5NDUwMzA3OC4xNjk0NjAxMTM4*_ga_J7RYLQSHDL*MTY5NDYwMzEyNS4yLjAuMTY5NDYwMzEyNS4wLjAuMA

Van Wijnen, c. (2023). *Van Wijnen CO2 reductiestrategie 2023-2027*. Baarn: Landelijk Team Duurzaamheid.

Van Wijnen, d. (2022, oktober 30). *CO2-reductie*. Geraadpleegd op 20 september, 2023. Opgehaald van vanwijnen.nl: https://www.vanwijnen.nl/duurzaamheid/co2-reductie/?_gl=1*8659jl*_up*MQ..*_ga*NzU0OTM2OTUxLjE2OTQ3OTU5MDY.*_ga_J7RYLQSHDL*MTY5NDc5NTkwNS4xLjAuMTY5NDc5NTkwNS4wLjAuMA..

Ventilatielucht/water warmtepomp: hoe werkt dat? (sd). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Thuiscomfort: <https://www.thuiscomfort.nl/warmtepomp/ventilatielucht->

water-warmtepomp-
werking.html#:~:text=In%20de%20ventilatielucht%2Fwater%20warmtepomp,woning%20o
f%20tapwater%20te%20verwarmen.

Verhoeven, N. (2018). *Wat is onderzoek?* Boom.

Water/water warmtepomp. (sd). Geraadpleegd op 5 oktober, 2023. Opgehaald van Itho Daalderop:
https://www.ithodaalderop.nl/nl-NL/consument/productoverzicht/a02_01

WEEELABEX Certificaat. (sd). Geraadpleegd op 22 december, 2023. Opgehaald van Kiwa:
<https://www.kiwa.com/nl/nl/services/certificering/weeelabex-waste-of-electric-and-electronic-equipment-label-of-excellence/>

What are COP and SCOP and why are they so important? (sd). Geraadpleegd op 18 december, 2023.
Opgehaald van Vitoenergy: <https://www.vitoenergy.co.uk/what-are-cop-and-scop-and-why-are-they-so-important-2/#:~:text=The%20SCOP%20is%20the%20ratio,heat%20pump's%20annual%20energy%20efficiency>

World Resources Institute, WBCSD. (September 2011). *Corporate Value Chain (scope 3) Accounting and Reporting Standard*. USA: World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.

Bijlagen

Bijlage 1.1 - Principe CO₂-Prestatieladder (binnen organisatie)

De CO₂-Prestatieladder is een duurzaamheidsinstrument ontwikkeld en beheerd door de Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden en Ondernemen (SKAO). Deze CO₂-Prestatieladder is ontwikkeld voor bedrijven om te ondersteunen met het verhogen van het CO₂-reductiepotentieel. Deze verhoging kan worden bereikt door binnen bedrijven nieuwe vormen van samenwerkingen en innovaties te initiëren. De CO₂-Prestatieladder wordt gezien als managementsysteem welke een constant belang heeft bij het verbeteren van de vier invalshoeken binnen een organisatie, zie **1.2.2**

Stappenplan invalshoeken CO₂-Prestatieladder. De CO₂-Prestatieladder bestaat uit vijf niveaus, waarbij het niveau van één naar vijf stijgt op basis van de prestaties van een bedrijf. De CO₂-Prestatieladder ondersteunt organisaties bij het gestructureerd optimaliseren van interne bedrijfsprocessen met betrekking tot energie-efficiëntie en het verminderen van CO₂-uitstoot. Het stimuleert tevens de ontwikkeling van duurzaamheidsrapportages die specifiek gericht zijn op CO₂-emissies. Bovendien helpt de CO₂-Prestatieladder organisaties om kosten te verminderen en nieuwe kansen te identificeren, zowel binnen hun eigen bedrijfsvoering als in de gehele keten. Ten slotte kan het behalen van een certificering op de CO₂-Prestatieladder voordelen bieden bij aanbestedingen, zowel bij publieke als private opdrachtgevers. (SKAO, a, 2020)

Op het moment van schrijven voldoet Van Wijnen aan niveau 3 van de CO₂-Prestatieladder, wat inhoudt dat voor zowel scope 1 als scope 2 de kwantitatieve doelstellingen binnen Van Wijnen zijn behaald. Echter is het de visie van Van Wijnen om in maart 2024 te voldoen aan de eisen betreffende niveau 5, waar scope 3 een rol bij komt spelen. De eisen waar Van Wijnen aan moet voldoen om niveau 5 te behalen zijn te vinden bij **1.2.2 Stappenplan invalshoeken CO₂-Prestatieladder**. Ieder halfjaar brengt Van Wijnen een voortgangsrapportage uit met een analyse van de CO₂-emissies binnen de organisatie. Enkele activiteiten waar Van Wijnen op dit moment mee bezig is, voor het verbeteren van de CO₂-reductie, zijn het inkopen van groene stroom, zoveel mogelijk circulair bouwen met een zo'n klein mogelijke footprint en het produceren van een eigen betonmengsel (Van Wijnen, d, 2022). (Certificaat CO₂ Prestatieladder, 2021)

Bijlage 1.2 - Certificering niveau 5 CO₂-Prestatieladder

1.2.1 Toelichting scope 3

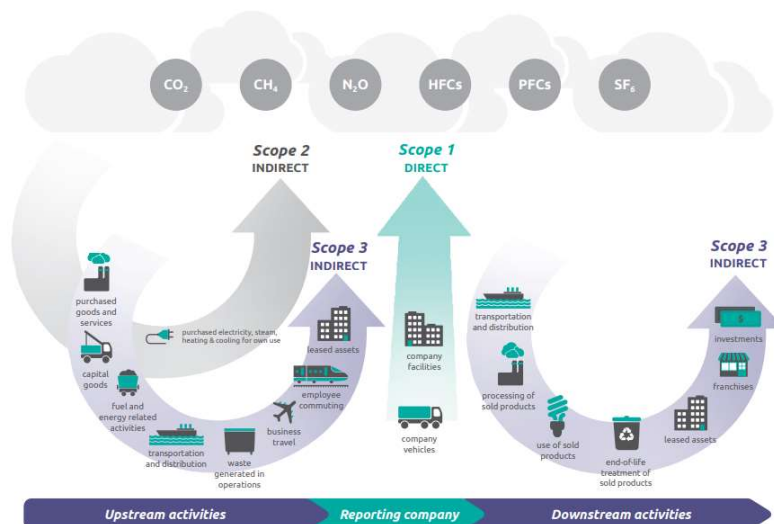
Volgens de *BKG Protocol Corporate Standard* worden de emissies van een bedrijf onderverdeeld in directe en indirecte emissies zoals te zien in Figuur 9. Directe emissies zijn emissies van bronnen die eigendom zijn van of beheerd worden door, in dit geval, Van Wijnen. Indirecte emissies zijn emissies die een gevolg zijn van de activiteiten van Van Wijnen, maar plaatsvinden bij bronnen die eigendom zijn van of beheerd worden door een andere entiteiten in de waardeketen. Entiteiten die onder andere in de waardeketen vallen zijn;

- leveranciers van materialen,
- externe logistieke dienstverleners,
- leveranciers van afvalbeheer,
- reisleveranciers,
- huurders en verhuurders,
- franchisenemers,
- winkeliers,
- werknemers en
- klanten. (World Resources Institute, WBCSD, September 2011)

Onder scope 3 vallen indirecte emissies. Het gaat hierbij om indirecte emissies die niet zijn opgenomen in scope 2. Alle indirecte emissies vinden plaats in de waardeketen van Van Wijnen, zowel upstream (aangekochte goederen) en downstream (opgeleverde goederen). Voorbeelden hiervan zijn;

- productie van ingekochte producten,
- transport van aangekochte producten of
- gebruik van verkochte producten. (World Resources Institute, WBCSD, September 2011)

In Figuur 9 zijn de reikwijdte van het BKG-protocol en de emissies binnen de gehele waardeketen weergegeven.



Figuur 9: Reikwijdte BKG-protocol en de emissies (World Resources Institute, WBCSD, September 2011)

1.2.2 Stappenplan invalshoeken CO₂-Prestatieladder

Voor elk niveau van de CO₂-Prestatieladder is bepaald welke invalshoeken behaald moeten worden om te certificeren. Om niveau 5 te certificeren moet worden voldaan aan alle vier invalshoeken. De vier invalshoeken zijn tevens zo opgesteld dat ze dienen als stappenplan voor een organisatie. In onderstaande Figuur 10 is het stappenplan volgens de vier invalshoeken weergegeven.

1	2	3	4	5	6
Voorbereiding	A. Inzicht	B. Reductie	C. Transparantie	D. Participatie	Afronding
<i>Algemeen</i> • Controleren organisatorische grenzen • Controleren bedrijfsgroter • Controleren status niveau 3	5.A.1 • Kwantificeren scope 3 emissies • Benoemen ketenpartners 5.A.2-1 • Onderzoeken mogelijkheden • Onderzoeken reductieacties 5.A.2-2 • Benoemen mogelijke strategieën voor reductie 5.A.3 • Verzamelen emissiegegevens directe ketenpartners	5.B.1 • Vaststellen scope 3 strategie • Vaststellen doelstelling(en) • Vaststellen maatregelen 5.B.2, 5.B.3 • Opstellen periodieke rapportage • Communiceren periode rapportage	5.C.1, 5.C.2 • Inventariseren mogelijk commitment aan reductieprogramma 5.C.1, 5.C.2 • Selecteren van 2 commitments • Opstellen aanpak 5.C.3 • Opstellen periodieke rapportage • Communiceren periode rapportage	5.D • Inventariseren mogelijke CO₂-emissiereductieprogramma's 5.D • Opstellen aanpak reductieprogramma in samenwerking met de overheid of NGO 5.D • Uitvoeren reductieprogramma	<i>Algemeen</i> • Samenstellen portfolio • Audit

Figuur 10: Implementatie stappenplan volgens invalshoeken van de CO₂-Prestatieladder niveau 5 (SKAO, a, 2020)

Bijlage 2 - Principe LCA

De CO₂-voetafdruk van een product of dienst wordt bepaald in compliance met de vier stappen uit de ISO14040-richtlijn. Hierin staat beschreven hoe een levenscyclusanalyse (LCA) kwalitatief voldoet en gerapporteerd moet worden. Aan de hand van de LCA wordt inzicht verkregen in de milieu-impact van de onderstaande fases die binnen een LCA zijn toegedeeld;

- productiefase (A1 tot en met A3);
- installatiefase (A4 en A5);
- gebruiksfase (B1 tot en met B7);
- sloop- en verwerkingsfase (C1 tot en met C4) en
- hergebruiksfase (D). (Quist, sd)

De vier stappen conform de ISO14040-richtlijn waar de LCA aan moet voldoen zijn; de scope, Life Cycle Inventory (LCI), Life Cycle Impact Assessment (LCIA), en de interpretation. Binnen de scope wordt een definitie en afbakening van milieuaspecten van de LCA-studie bepaald. De LCI is de stap van de LCA waarin gedetailleerde gegevens worden verzameld en vastgelegd over de inputs, outputs en activiteiten die plaatsvinden gedurende de levenscyclus van een product of dienst. Het omvat de inventarisatie van relevante gegevens die nodig zijn om de milieuprestaties van het product of de dienst te beoordelen. De LCIA is de stap waarin de gegevens die zijn verzameld in de levenscyclusinventarisatie (LCI) worden gebruikt om de potentiële milieu-impact van een product of dienst te beoordelen. Het doel van de LCIA is om te begrijpen welke milieueffecten kunnen optreden gedurende de levenscyclus van het product en deze effecten te kwantificeren en te categoriseren. Interpretation in een LCA omvat de analyse, vergelijking en communicatie van de resultaten. Daarnaast is deze stap van belang om de milieu-impact en verbetermogelijkheden te begrijpen. Dit helpt bij het maken van beslissingen ten aanzien van reductie en milieubeheer en het geven van adviezen voor een gehele keten. (Quist, sd) Een verdere toelichting per stap van de LCA is weergegeven in paragraaf **2.1 – Scope** tot en met **2.4 – Interpretation**.

2.1 – Scope

Bekend is dat in de scope het doel en reikwijdte van de LCA-studie worden gedefinieerd. Dit is van belang om vast te stellen wat (product of dienst) beoordeeld wordt, het (product)systeem waarbinnen wordt beoordeeld (impactcategorieën) en welke onderdelen van de cyclus niet worden beoordeeld. (Quist, sd)

Volgens de *EN15804 (A1+A2)* worden vijftien impactcategorieën onderscheiden binnen een LCA voor de bouwsector. De toelichting voor het stappenplan van de *ISO14040*, tevens het onderwerp van dit onderzoek, is gedaan voor de impactcategorie 'klimaatverandering'. (Hillege, sd)

Voor het uitvoeren van een LCA is het binnen de scope ook van belang vast te stellen welke soort LCA toegepast wordt. Om de milieu-impact van bestaand product of proces te beoordelen wordt een *Attributional LCA (A-LCA)* uitgevoerd. Wanneer de milieu-impact van beleidsmaatregelen,

strategieën en beslissingen op lange termijn moet worden vergeleken, wordt een *Contributional LCA* (C-LCA) uitgevoerd. Een C-LCA maakt meestal gebruik van berekeningen op basis van voorgaande footprint-studies. Hiermee worden mogelijkheden voor verbetering in kaart gebracht. (Quist, sd)

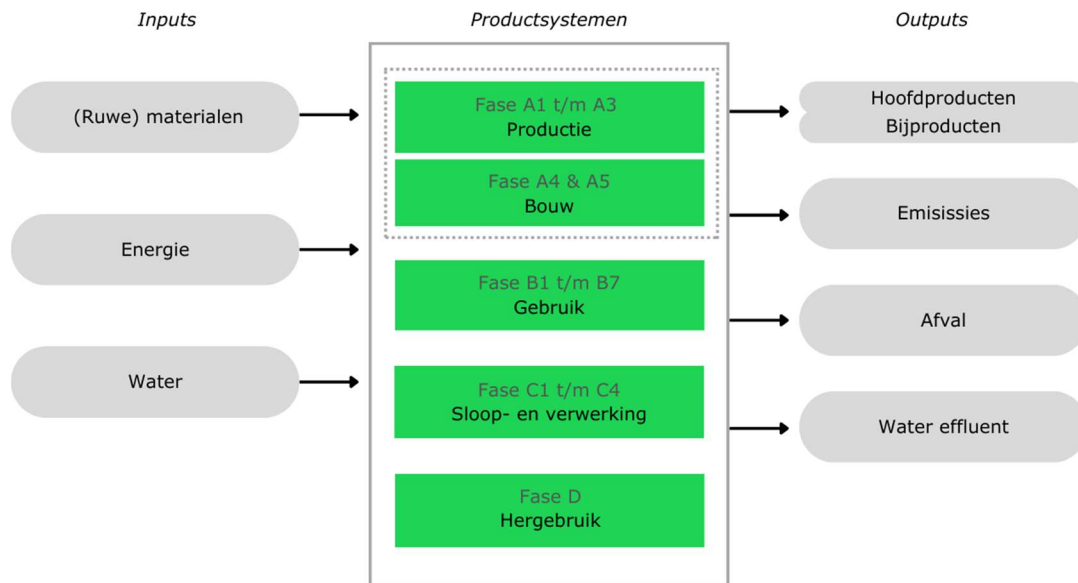
Het vaststellen van het te onderzoeken productsysteem wordt gedaan aan de hand van de levensfasen van een product (of dienst). In Tabel 9: De zeventien levensfasen van een product in een LCA. (Quist, sd) zijn de zeventien levensfasen van een LCA weergegeven. Van deze levensfasen wordt gekozen welke relevant zijn voor het onderzoek. Wanneer sprake is van een ketenanalyse worden meestal alle levensfasen van een product of dienst meegenomen in een onderzoek.

Tabel 9: De zeventien levensfasen van een product in een LCA. (Quist, sd)

Fase	Omschrijving (levens)fase product
A1	Grondstofwinning
A2	Transport (grondstofwinning naar fabriek)
A3	Productie product
A4	Transport (van fabriek naar installatie)
A5	Installatieproces product
B1	Gebruik product
B2	Onderhoud
B3	Reparatie
B4	Vervanging (slijtage onderdelen)
B5	Renovatie
B6	Operationeel energieverbruik
B7	Operationeel waterverbruik
C1	Sloop
C2	Transport (naar afvalverwerking)
C3	Afvalbewerking en -verwerking
C4	Finale afvalverwerking
D	Mogelijkheid tot hergebruik/terugwinning/recycling

2.2 – Life Cycle Inventory (LCI)

Na het vaststellen van één of meerdere productsystemen worden bijbehorende in- en outputs naar het milieu gekwantificeerd. Met behulp van Figuur 11 zijn de te gebruiken in- en outputs schematisch weergegeven. (Quist, sd)



Figuur 11: Productsystemen met bijbehorende in- en outputs. (Quist, sd)

In Figuur 11 zijn vijf verschillende productsystemen weergegeven. Het kan voorkomen dat voor alle vijf productsystemen dezelfde in- en outputs worden gekwantificeerd. De inputs zijn de benodigdheden voor (bedrijfs)activiteiten die plaatsvinden binnen een productsysteem. Aan zowel de in- als outputs wordt een functionele eenheid (FE) gekoppeld om de systeemgrenzen af te bakenen. Denk hierbij aan de belangrijkste FE's zoals;

- [kg CO₂-eq] (emissies),
- [kWh] (energie),
- [kg] (grondstoffen, hoofd- en bijproducten en afval) en
- [L] (water en water effluent). (Quist, sd)

Op basis van de in- en outputs van het productsysteem, de systeemgrenzen en een volledige afbakening wordt in de onderzoeksfase van het product een flowschema opgesteld, zoals in onderstaande Figuur 12.

Life Cycle Inventory (LCI) - Flow Model



Figuur 12: Opzet flowschema volgens (Quist, sd).

2.3 – (Life Cycle) Impact Assessment (LCIA)

Na het definiëren en afbakenen van de systeemgrenzen is het de taak om de milieueffecten daadwerkelijk in kaart te brengen. Dit wordt gedaan middels het toepassen van een spreadsheet. Hierin worden voor de gekozen impactcategorie alle milieugegevens van het product aan de hand van de levensfasen berekend en weergegeven. (Quist, sd)

Per levensfase wordt nagegaan wat de *technosphere*, *flow* en emissiefactor zijn. Binnen de *technosphere* wordt weergegeven welke hulpbronnen nodig zijn om een activiteit binnen de systeemgrenzen te voltooien. Denk hierbij aan machines en vervoersmiddelen. De *flow* geeft weer over welke periode (aantal uren en verbruik in [kWh]) of afstanden in [km] de hulpbronnen worden gebruikt. Om uiteindelijk een milieu-impact te koppelen aan de gekozen impactcategorie wordt voor elke *technosphere* een emissiefactor gekoppeld. (Quist, sd)

2.4 – Interpretation

Als laatste stap van de ISO14040-richtlijn worden alle milieugegevens (milieu-impact per levensfase van een product) samengevat en geanalyseerd. Hierin wordt de totale uitstoot van een product of dienst bepaald, de milieu-impact vergeleken ten opzichte van andere producten en eventuele reductiestrategieën (vanuit de C-LCA) toegelicht. (Quist, sd)

Daarnaast worden significante problemen geïdentificeerd, de gebruikte methoden geëvalueerd, beperkingen besproken en uiteindelijk conclusies en aanbevelingen opmaken. (Quist, sd)

Bijlage 3 – Activiteitenlijst NIBE (ventilatielucht)

In onderstaande Tabel 10: Activiteitenlijst NIBE warmtepomp zijn de activiteiten om de onderzoeksvragen te beantwoorden toegelicht per levensfase van de warmtepomp.

Legenda toelichting betrouwbaarheid verkregen data:

Groen → Data verkregen van bron/contactpersoon

Geel → Data deels verkregen van bron/contactpersoon en deels gebaseerd op aannames a.d.h.v. literatuuronderzoek

Rood → Data gebaseerd op aannames a.d.h.v. literatuuronderzoek

Tabel 10: Activiteitenlijst NIBE warmtepomp

LCA fase	Nr. activiteit	Activiteit	Toelichting op activiteit	Toelichting betrouwbaarheid verkregen data
A1 t/m D	8	Interview Service Manager NIBE	<i>Interview</i> Via de contactpersoon van NIBE was het mogelijk om een interview in te plannen met de Service Manager van NIBE. Zoals te zien in (Bijlage 6 – Agenda Interview NIBE) is een agenda voorafgaand aan het interview opgesteld met enkele vragen over de fases van de LCA. Voor fases A1 t/m A3 is navraag gedaan of het een mogelijkheid was om inzage van een stuklijst te krijgen voor de NIBE F470. Daarnaast is navraag gedaan voor een overzicht van de transportstappen voor fase A4. Als laatste is navraag gedaan of NIBE inzicht heeft in de sloop, verwerking en recycling van hun warmtepomp.	n.v.t.

A1, A2 en A3	9a	Verkregen materialenlijst NIBE analyseren en verwerken in spreadsheet (A-LCA)	Fases A1 t/m A3 zijn bepaald aan de hand van een Black box benadering vanwege de vele aspecten die bij deze fases komen kijken. Bij deze fases is sprake van een grote variatie over de invulling ervan. Naderhand van het interview is een grove stuklijst (Miljö Byggvarudeklaration F470 RF Eng) verkregen van de Service Manager van NIBE. Deze stuklijst is gecontroleerd en verwerkt in de spreadsheet van NIBE.	
	9b	Berekening gewicht materialen NIBE F470 Koppelen milieu-impact materialen NIBE F470	In de verkregen stuklijst zijn de materialen slechts in percentages van het totale gewicht weergegeven. Hiervoor is het gewicht van elke materiaal berekend op basis van het totale gewicht van de NIBE F470 verkregen van (NIBE F470 ventilatielucht/water warmtepomp, sd). Vervolgens is aan de hand van literatuuronderzoek, onder andere via de Nationale Milieudatabase (NMD), de milieu-impact per materiaal berekend (geldende als input A1) om zo tot het totale milieu-impact van de NIBE F470 voor fases A1 t/m A3 te komen (geldende als output A3).	
A4	10	Transport in kaart brengen (van productielocatie NIBE naar productielocatie VDL Smart Spaces) (A-LCA)	Aan de hand van het interview met de Service Manager zijn alle transportstappen voor fase A4 in kaart gebracht vanaf de productielocatie van NIBE in Zweden tot en met de productielocatie van de techniekmodule van VDL Smart Spaces in Heerenveen. De afstand tussen de transportstappen is gebaseerd op basis van het interview of literatuuronderzoek, zoals via Google Maps. Wanneer het transport wordt uitgevoerd via een vrachtwagen, is zowel het verbruik als het brandstoftype van de vrachtwagen gebaseerd op een casus verkregen via (persoonlijke communicatie, R. Fernhout, 28-09-2023). Om de milieu-impact van elke transportstap te berekenen wanneer een vrachtwagen wordt gebruikt, is de afstand en het verbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van het brandstoftype, verkregen	

			via (Lijst emissiefactoren, sd). De milieu-impact, wanneer een vrachtschip wordt gebruikt, is verkregen via (International Container Shipping, sd) en berekend aan de hand van (Afmetingen Zeecontainer, sd) en (NIBE F470, sd).	
A5	11a	Interviewen contactpersoon installatieproces (VDL Smart Spaces) Fijn Wonen	In het verloop van het onderzoek heeft de onderstaande activiteit tevergeefs niet plaatsgevonden. Echter, wordt wel benoemd hoe deze activiteit het beste aan te pakken. Aan de hand van een interview met VDL Smart Spaces is naar voren gekomen welke aspecten allemaal komen kijken tijdens het installatieproces van de techniekmodule. Voor deze aspecten is data nagevraagd. Deze zijn gebruikt voor het analyseren en het verwerken in de spreadsheet, om zo de milieu-impact van de installatie van de techniekmodule te verkrijgen.	n.v.t.
	11b	Dataset Fijn Wonen analyseren en verwerken in spreadsheet (A-LCA)	Het is alleen mogelijk de dataset te analyseren als het interview met VDL Smart Spaces heeft plaatsgevonden.	n.v.t.
	11c	In kaart brengen transport (productielocatie VDL Smart Spaces naar bouwlocatie)	De afstand, het vervoersmiddel, het brandstoftype en het verbruik van het transport van de productielocatie van VDL Smart Spaces naar een bouwlocatie is verkregen via (persoonlijke communicatie, R. Fernhout, 28-09-2023). Vervolgens is de afstand en het verbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van het brandstoftype, verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd), om tot de milieu-impact te komen.	
	11d	In kaart brengen installatie NIBE F470 op bouwlocatie	Via (persoonlijke communicatie, W. Waringa, 21-11-2023) is inzicht verkregen in het installatieproces van de NIBE F470 op een bouwlocatie. Tevens is het soort machine voor de installatie verkregen via W. Waringa. De duur van de installatie en het verbruik van de machine is berekend aan de hand van het Energie beoordelingsverslag 2022 verkregen via (Schot, 2023). De milieu-impact van alle referentienummers voor de installatie van de NIBE F470 is vervolgens samengevoegd tot een totale milieu-impact.	

B6	12	In kaart brengen energieverbruik gebruiksfase NIBE F470 (A-LCA)	Via (NIBE F470) is het jaarlijks elektriciteitsverbruik van de NIBE F470 verkregen. Voor de totale milieu-impact van het energieverbruik is ervan uit gegaan dat er enkel grijze stroom wordt toegepast in de A-LCA om zo een eerlijkere vergelijking tussen alle warmtepompen te maken. De emissiefactor van grijze stroom is verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd). Voor de totale milieu-impact te verkrijgen is het jaarlijks elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van grijze stroom.	
C1 – D	13a	In kaart brengen sloop- en verwerkingsfase (A-LCA)	De milieu-impact van de C-fases is verkregen via het NMD. Voor fase C1 (de sloop) is ervan uit gegaan dat dit via menselijk arbeid verloopt en daardoor geen milieu-impact heeft. C2 is gebaseerd op de LCA van Alklima. Voor fases C3 en C4 zijn deze gebaseerd op data van het NMD. Deze data zijn gebaseerd op een lucht-water warmtepomp, terwijl de NIBE F470 een ventilatielucht warmtepomp is. Echter, is via (persoonlijke communicatie, T. Damsma, 01-11-2023) verkregen dat Van Wijnen aannemen dat een ventilatielucht warmtepomp als hetzelfde wordt gezien als een lucht-water warmtepomp aangezien geen data beschikbaar is over ventilatielucht warmtepompen. De lucht-water warmtepomp van het NMD heeft een ander thermisch vermogen, waardoor via een berekening is nagegaan wat de milieu-impact is van fases C2 t/m C4 op basis van het thermisch vermogen van de NIBE F470.	
	13b	In kaart brengen recyclingsfase (A-LCA)	Voor het in kaart brengen van de milieu-impact van de recyclingsfase, zijn alle materialen uit fase A gealloceerd in één R uit het 10R-model. Ten eerste is de totale milieu-impact van de NIBE F470 (output fases A1 t/m A3) gedeeld door het totale aantal kilogram om zo de milieu-impact van de warmtepomp per kilogram te verkrijgen. Voor het berekenen van de milieu-impact per R, is het aantal kilogram per R, vermenigvuldigd met de milieu-impact per kilogram.	

			Door de milieu-impact per R op te tellen, is de totale milieu-impact van de recyclingsfase verkregen.	
A1 t/m D	14a	Invulling geven aan C-LCA	Voor de C-LCA is nagegaan of en waar verbetermogelijkheden liggen voor het reduceren van de milieu-impact per levensfase.	n.v.t.
	14b	Verbetermogelijkheden fase B6 (C-LCA)	Voor de milieu-impact van het energieverbruik in de gebruiksfase te reduceren, is berekend hoe de milieu-impact over de levensduur van de woning eruit ziet wanneer ervan uit wordt gegaan dat vanaf 2030 enkel nog groene stroom wordt toegepast. Daarnaast is in Bijlage 16 – Toekomstscenario 2 NIBE ook een toekomstscenario toegevoegd waarin is weergegeven hoe de totale milieu-impact van de gehele keten eruit ziet wanneer gelijk groene stroom wordt toegepast vanaf installatie van de warmtepomp.	
	14c	Verbetermogelijkheden fase D (C-LCA)	Om de milieu-impact van de recyclingsfase te verbeteren, is berekend hoe de milieu-impact eruit ziet wanneer alle materialen van de NIBE F470 worden onderverdeeld onder één van de R's. Deze berekening is vervolgens meegenomen over de milieu-impact gedurende de levensduur van de woning om het verschil tussen de huidige situatie en de mogelijke toekomstige situatie te vergelijken.	

Bijlage 4 – Activiteitenlijst Itho Daalderop (water-water)

In onderstaande Tabel 11: Activiteitenlijst Itho Daalderop warmtepomp zijn de activiteiten om de onderzoeksvragen te beantwoorden toegelicht per levensfase van de warmtepomp.

Legenda toelichting betrouwbaarheid verkregen data:

Groen → Data verkregen van bron/contactpersoon

Geel → Data deels verkregen van bron/contactpersoon en deels gebaseerd op aannames a.d.h.v. literatuuronderzoek

Rood → Data gebaseerd op aannames a.d.h.v. literatuuronderzoek

Tabel 11: Activiteitenlijst Itho Daalderop warmtepomp

LCA fase	Nr. activiteit	Activiteit	Toelichting op activiteit	Toelichting betrouwbaarheid verkregen data
A1 t/m D	15	Interview Manager SHEQ Itho Daalderop	<i>Interview</i> Via de contactpersoon van Itho Daalderop was het mogelijk om een interview in te plannen met de Manager van SHEQ van Itho Daalderop. Zoals te zien in (Bijlage 7 – Agenda Interview Itho Daalderop) is een agenda voorafgaand aan het interview opgesteld met enkele vragen over de fases van de LCA. Voor fases A1 t/m A3 is navraag gedaan of het een mogelijkheid was om inzage van een stuklijst te krijgen van de WPU 5G. Daarnaast is navraag gedaan voor een overzicht van de transportstappen voor fase A4. Als laatste is navraag gedaan of Itho Daalderop inzicht heeft in de sloop, verwerking en recycling van hun warmtepomp.	n.v.t.

A1 t/m 5	16	Interview Henk Hermelink (Technical Manager) ENCOR	Via (persoonlijke communicatie, B. Triep, 13-10-2023) is ENCOR aangekaart als een bedrijf die boringen uitvoert voor water-waterwarmtepompen. Vervolgens was het via een doorverwijzing binnen ENCOR mogelijk om een interview in te plannen met Henk Hermelink. Zoals te zien in (Bijlage 8 – Agenda Interview ENCOR) is een agenda voorafgaand aan het interview opgesteld met enkele vragen over de fases van de LCA. Voor fases A1 t/m A3 is navraag gedaan of het een mogelijkheid was om inzage van een stuklijst te krijgen voor een boring voor een water-water warmtepomp. Daarnaast is navraag gedaan voor een overzicht van de transportstappen voor fase A4. Ook is navraag gedaan over het proces van de boring en installatie van de boormaterialen voor fase A5.	n.v.t.
A1, A2 en A3	17a	Verkregen materialenlijst Itho Daalderop en ENCOR analyseren en verwerken in spreadsheet (A-LCA)	Fases A1 t/m A3 zijn bepaald aan de hand van een Black box benadering vanwege de vele aspecten die bij deze fases komen kijken. Bij deze fases is sprake van een grote variatie over de invulling ervan. Naderhand van het interview met de Manager SHEQ van Itho Daalderop is een grove stuklijst (VanWijnenInfoWPU) verkregen. Daarnaast zijn in de transcriptie van het interview met Henk Hermelink de benodigde materialen voor de boring benoemd. Deze stuklijsten zijn gecontroleerd en verwerkt in de spreadsheet van Itho.	
	17b	Koppelen milieu-impact materialen WPU 5G en Boring (A-LCA)	Aan de hand van literatuuronderzoek is, onder andere via de Nationale Milieudatabase (NMD), de milieu-impact per materiaal berekend (geldende als input A1) om zo tot het totale milieu-impact van de WPU 5G en de boring voor fases A1 t/m A3 te komen (geldende als output A3).	
A4	18	Transport in kaart brengen (van productielocatie Itho Daalderop én materialen voor boring naar bouwlocatie) (A-LCA)	Aan de hand van het interview met de Manager SHEQ zijn alle transportstappen voor fase A4 in kaart gebracht vanaf de productielocatie van Itho Daalderop in Tiel tot en met de bouwlocatie. Daarnaast, aan de hand van het interview met Henk Hermelink, zijn alle transportstappen	

			voor fase A4 in kaart gebracht vanaf de productielocatie van de materialen voor de boring in Zwitserland tot en met de bouwlocatie. De afstand tussen de transportstappen is gebaseerd op basis van de interviews of literatuuronderzoek, zoals via Google Maps. Wanneer het transport wordt uitgevoerd via een vrachtwagen, is zowel het verbruik als het brandstoftype van de vrachtwagen gebaseerd op een casus verkregen via (persoonlijke communicatie, R. Fernhout, 28-09-2023). Om de milieu-impact van elke transportstap te berekenen, is de afstand en het verbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van het brandstoftype, verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd).	
A5	19	Berekening proces boring, installatie boring materialen en installatie WPU 5G (A-LCA)	Voor de berekening voor het proces van de boring zijn de duur, de machine en het brandstoftype verkregen via het interview met Henk Hermelink. Het verbruik van de boormachine is, aan de hand van (Kootstra, 2018), berekend door de stookwaarde van de brandstof te delen door de dichtheid van de brandstof. Voor zowel de installatie van de WPU 5G als de installatie van de boringmaterialen is ervanuit gegaan dat dit wordt uitgevoerd door middel van menselijke arbeid, waardoor het geen milieu-impact heeft.	
B6	20	In kaart brengen energieverbruik gebruiksfase WPU 5G (A-LCA)	Naderhand van het interview is een datasheet (Project 1 WPU 4,5 kW individueel) met het gemiddeld energieverbruik van de WPU 5G verkregen van de Manager SHEQ van Itho Daalderop. Voor de totale milieu-impact van het energieverbruik is ervan uit gegaan dat enkel grijze stroom wordt toegepast in de A-LCA om zo een eerlijkere vergelijking tussen alle warmtepompen te maken. De emissiefactor van grijze stroom is verkregen via (Lijst emissiefactoren, sd). Voor de totale milieu-impact te verkrijgen is het jaarlijks elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van grijze stroom.	

C1 – D	21a	In kaart brengen sloop- en verwerkingsfase (A-LCA)	De milieu-impact van de C-fases is verkregen via het NMD. Voor fase C1 (de sloop) is ervan uit gegaan dat dit via menselijk arbeid verloopt en daardoor geen milieu-impact heeft. Voor fases C2 t/m C4 zijn deze gebaseerd op data van het NMD. Deze data zijn gebaseerd op een water-water warmtepomp. De water-water warmtepomp van het NMD heeft een ander vermogen, waardoor via een berekening is nagegaan wat de milieu-impact is van fases C2 t/m C4 op basis van het vermogen van de WPU 5G.	
	21b	In kaart brengen recyclingsfase (A-LCA)	Voor het in kaart brengen van de milieu-impact van de recyclingsfase, zijn alle materialen uit fase A gealloceerd in één R uit het 10R-model. Ten eerste is de totale milieu-impact van de WPU 5G en de boring (output fases A1 t/m A3) gedeeld door het totale aantal kilogram om zo de milieu-impact van de warmtepomp en boring per kilogram te verkrijgen. Voor het berekenen van de milieu-impact per R, is het aantal kilogram per R, vermenigvuldigd met de milieu-impact per kilogram. Door de milieu-impact per R op te tellen, is de totale milieu-impact van de recyclingsfase verkregen.	
A1 t/m D	22a	Invulling geven aan C-LCA	Voor de C-LCA is nagegaan of en waar verbetermogelijkheden liggen voor het reduceren van de milieu-impact per levensfase.	n.v.t.
	22b	Verbetermogelijkheden fase B6 (C-LCA)	Voor de milieu-impact van het energieverbruik in de gebruiksfase (B6) te reduceren, is berekend hoe de milieu-impact over de levensduur van de woning eruit ziet wanneer ervan uit wordt gegaan dat vanaf 2030 enkel nog groene stroom wordt toegepast. Daarnaast is in Bijlage 18 – Toekomstscenario 2 Itho ook een toekomstscenario toegevoegd waarin is weergegeven hoe de totale milieu-impact van de gehele keten eruit ziet wanneer gelijk groene stroom wordt toegepast vanaf installatie van de warmtepomp.	

	22c	Verbetermogelijkheden fase D (C-LCA)	Om de milieu-impact van de recyclingsfase te verbeteren, is berekend hoe de milieu-impact eruit ziet wanneer alle materialen van de WPU 5G en boring worden onderverdeeld onder één van de R's. Deze berekening is vervolgens meegenomen over de milieu-impact gedurende de levensduur van de woning om het verschil tussen de huidige situatie en de mogelijke toekomstige situatie te vergelijken.	
--	-----	--------------------------------------	--	--

Bijlage 5 – Agenda Interview Alklima

Agenda overleg warmtepomp – Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

Tabel 12: Vergadering informatie interview product specialist woningbouw Alklima

Onderwerp	Overleg dataverzameling Mitsubishi Ecodan Eco Inverter warmtepomp
Datum & tijd	21 november 2023 – 11:00 tot 12:00
Plaats	Microsoft Teams
Voorzitter	Florian Kruisheer
Notulist	Lenée Mondria
Aanwezigen	Product Specialist Woningbouw Alklima, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Opening

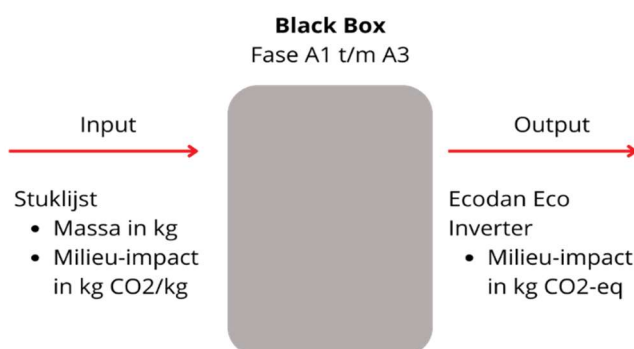
1. Mogelijkheid opname van de vergadering
2. Korte voorstelronde
3. Korte introductie van ons afstudeeronderzoek

Reductiepotentieel binnen de keten van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter aantonen door middel van het uitvoeren van een LCA.

Fasen van de LCA waar wij naar kijken zijn productie- en bouwphase (A), operationele emissies in de gebruiksfase (B6 en B7), sloop- en verwerkingsfase (C) en hergebruik (D).

Wij willen vragen stellen over onderstaande fasen:

- A1 t/m A3 (productiefase)
- A4 (transport van productielijn naar opslag Van Wijnen)
- Inrichting van fase C1 t/m C4 (sloop en verwerking)
- Inrichting van fase D (hergebruik en recycling)



Figuur 13: Opzet van de blackbox benadering

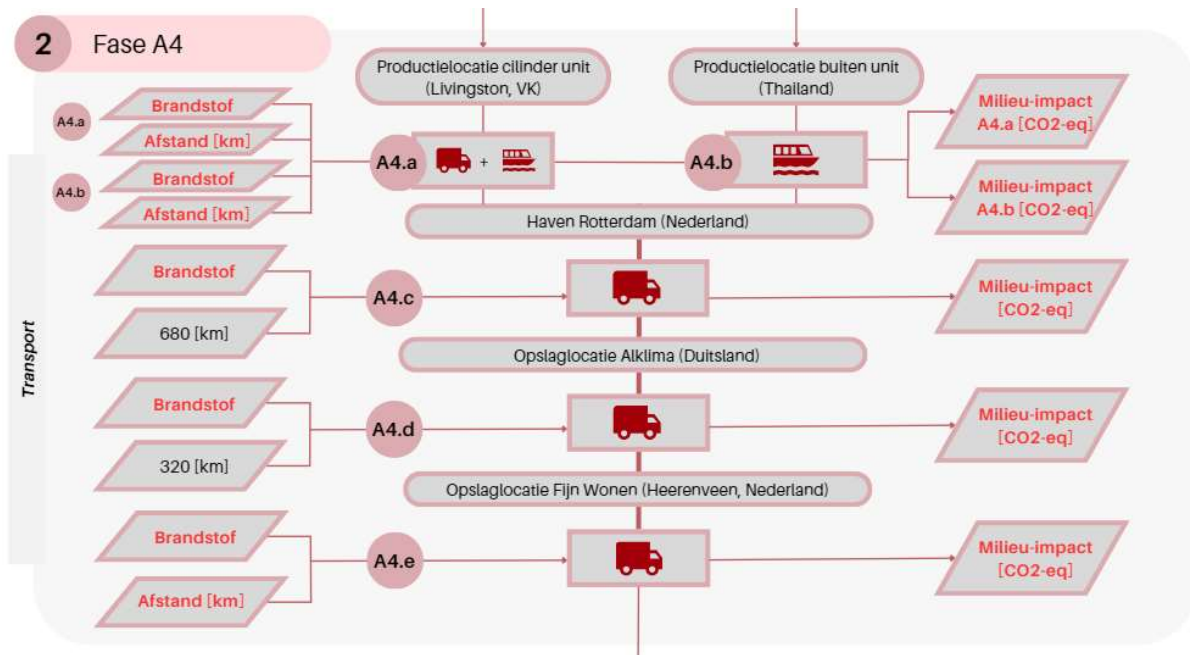
Agendapunt 1 - Fase A1 t/m A3

- Welk koelmiddel wordt toegepast in de warmtepomp?
- Op basis waarvan is de data gegenereerd voor de LCA?

Agendapunt 2 - Fase A4

Navragen:

Bevestiging transportfase, zoals hieronder weergegeven.



Figuur 14: Opzet flowschema transportfase lucht-water warmtepomp (Mitsubishi)

Vragen:

- Wat zijn de specifieke locaties van de productie?
 - o Cilinder = VK
 - o Buiten = Thailand
- Vanuit welke havens vertrekken de schepen?
- Wat is het brandstofverbruik van de trucks/schepen?
- Wie zorgt voor de transport?
- Uitstoot in kg CO₂-eq van alle machines en voertuigen

Voorbeeld transport dataverzameling:

	Locatie 1	Locatie 2	Afstand [km]	Soort vervoermiddel/machine	Brandstoftype	Verbruik [L/km]
A4.a	Productielocatie Livingston (VK)	Haven Eddinburgh	39,59	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO Diesel)	??
A4.a	Haven Eddinburgh	Haven Rotterdam	804,67	Vrachtschip		??
A4.b	Productielocatie Thailand	Haven Rotterdam	??	Vrachtschip		??
A4.c	Haven Rotterdam	Opslaglocatie Alklima (Duitsland)	??	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO Diesel)	??
A4.d	Opslaglocatie Alklima (Duitsland)	Opslaglocatie Fijn Wonen (Heerenveen, Nederland)	??	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO Diesel)	??
A4.e	Opslaglocatie Fijn Wonen (Heerenveen, Nederland)	Productielocatie VDL Smart Spaces (Heerenveen, Nederland)	??	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO Diesel)	??

Figuur 15: Voorbeeld dataverzameling transport lucht-water warmtepomp (Mitsubishi)

Agendapunt 3 - Fase C & D

Kun u het sloop- en recyclingsproces van de warmtepomp aan het einde van de levensduur toelichten?

Vragen o.b.v. LCA Excel (verkregen via Rudy):

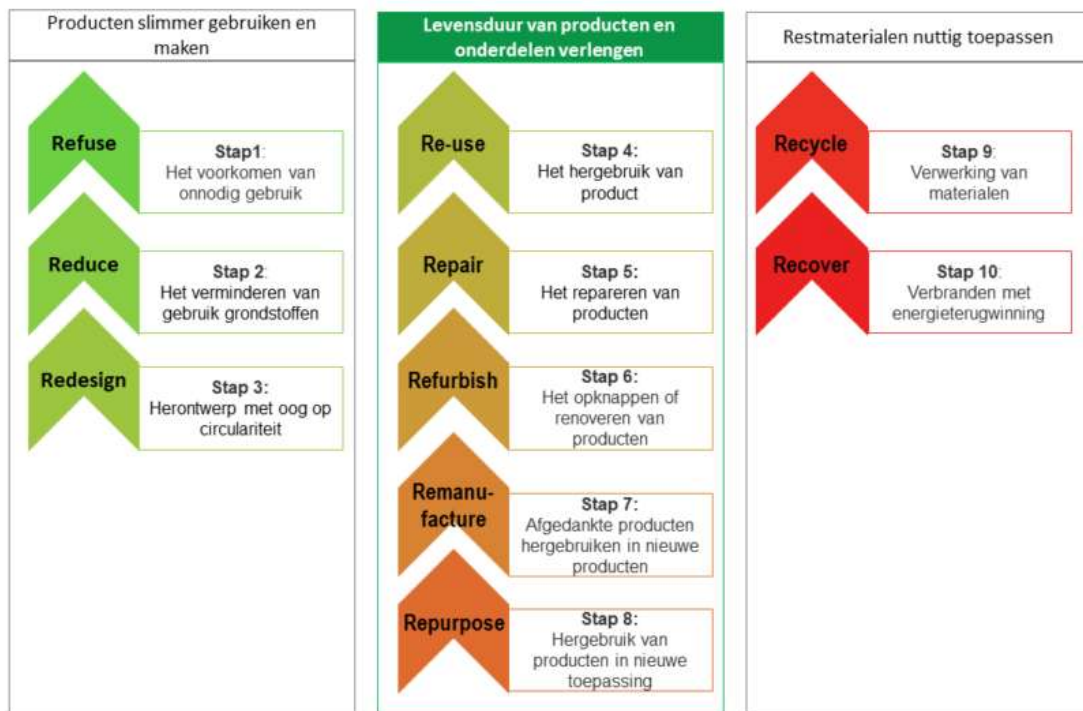
1. Tab 'Manufacturing' geeft aan dat de recycling 100% is. Echter bij 'MASK WASTE TREATMENT' staat 50% verbranding en 50% landfill.
2. Tab 'Installation' zijn bij 'Energy and consumables' geen data ingevoerd. Zijn deze beschikbaar?
3. Tab 'Manufacturing' onder kolom MATERIALS is weergegeven dat een deel van de materialen al 15% gerecycled zijn. Is dit interne recycling of ingekochte recycling?
4. Als Mitsubishi zelf niet sloopt, welk bedrijf doet dit?
5. Wie doet het transport van de warmtepomp naar slooplocatie?
6. Hoeveel wordt er al hergebruikt?
 - a. Welke elementen van de warmtepomp worden hergebruikt? (vb.; aluminium plaat)
 - b. Wat gebeurt er met hetgeen wat niet kan worden hergebruikt? (zie tabel hieronder)

Voorbeeld aan de hand van het 10R-model:

Tabel 13: Opzet recyclingsfase (D) indeling naar het 10R-model

	R0*	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Element 1					X					
Element 2				X						
Element 3								X		
Element ..										

*refereert aan onderstaande stap 1 van het 10R model.



Figuur 16: Niveau circulariteit met 10R-ladder (10R ladder, sd)

Bijlage 6 – Agenda Interview NIBE

Agenda overleg - warmtepomp NIBE F470

Tabel 14: Vergadering informatie interview service manager NIBE

Onderwerp	Overleg dataverzameling NIBE F470 warmtepomp
Datum & tijd	25 oktober 2023 – 10:30 tot 11:00
Plaats	Microsoft Teams
Voorzitter	Florian Kruisheer
Notulist	Lenée Mondria
Aanwezigen	Service Manager NIBE, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Opening

4. Mogelijkheid opname van de vergadering
5. Korte voorstelronde
6. Korte introductie van ons afstudeeronderzoek

Reductiepotentieel binnen de keten van de NIBE F470 aantonen door middel van het uitvoeren van een LCA.

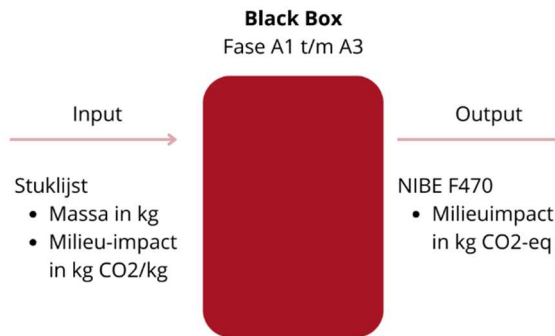
Fasen van de LCA waar wij naar kijken zijn productie- en bouwfase (A), operationele emissies in de gebruiksfase (B6 en B7), sloop- en verwerkingsfase (C) en hergebruik (D).

Wij willen vragen stellen over onderstaande fasen:

- A1 t/m A3 (productiefase)
- A4 (transport van productielijn naar opslag Van Wijnen)
- Inrichting van fase C1 t/m C4 (sloop en verwerking)
- Inrichting van fase D (hergebruik en recycling)

Agendapunt 1 - Fase A1 t/m A3

- Stuklijst/grondstoffenlijst (input Black box)
- Milieu-impact in kg CO₂-eq/warmtepomp



Figuur 17: Opzet van de blackbox benadering

Agendapunt 2 - Fase A4

Navragen:

1. Transport vanuit productielocatie NIBE (Zweden) naar locatie NIBE (NL)
2. Transport vanuit locatie NIBE (NL) naar opslag Van Wijnen (Heerenveen)

Vragen:

- Wie zorgt voor de transport?
- Welke vervoermiddelen worden gebruikt bij de transport?
 - o Wat voor brandstof wordt gebruikt bij deze vervoermiddelen?
 - o Wat is het verbruik van dit vervoersmiddel?
 - o Welke afstand leggen deze vervoermiddelen en machines af naar de opslag?
- Uitstoot in kg CO₂-eq van alle machines en voertuigen

Voorbeeld transport dataverzameling:

Tabel 15: Opzet dataverzameling transportfase NIBE

Locatie 1	Locatie 2	Afstand [km]	Vervoermiddel/ machine	Brandstoftype	Verbruik [L/km]
"NIBE locatie in Zweden"	"Locatie Oosterhout"	1000			
"NIBE locatie Oosterhout"	"Opslag Van Wijnen Heerenveen"	200	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO diesel)	
"Opslag Van Wijnen Heerenveen"	"Bouwplaats Van Wijnen"	150	Vrachtwagen	Diesel EURO 6	

Agendapunt 3 - Fase C & D

1. Als NIBE zelf niet sloop, welk bedrijf doet dit?
2. Wie doet het transport van de warmtepomp naar slooplocatie?

Tabel 16: Opzet dataverzameling sloop- en verwerkingsfase (C) NIBE

Locatie 1	Locatie 2	Afstand [km]	Vervoermiddel/ machine	Brandstoftype	Verbruik [L/km]
Woning Van Wijnen	"Slooplocatie"	100	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO diesel)	

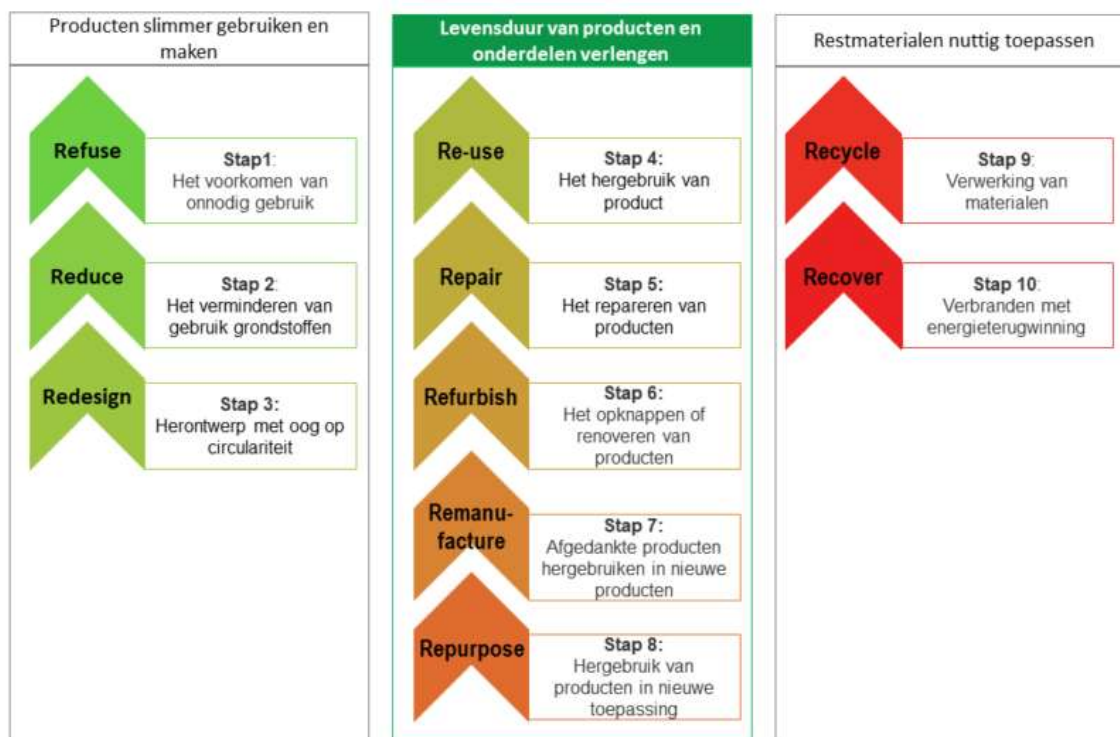
3. Hoeveel wordt er al hergebruikt?
 - a. Welke elementen van de warmtepomp worden hergebruikt? (vb.; aluminium plaat)
 - b. Wat gebeurt er met hetgeen wat niet kan worden hergebruikt? (zie tabel hieronder)

Voorbeeld aan de hand van het 10R-model:

Tabel 17: Opzet recyclingsfase (D) indeling naar het 10R-model

	R0*	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Element 1					X					
Element 2				X						
Element 3								X		
Element ..										

*refereert aan onderstaande stap 1 van het 10R model.



Figuur 18: Niveau circulariteit met 10R-ladder (10R ladder, sd)

Bijlage 7 – Agenda Interview Itho Daalderop

Agenda overleg - warmtepomp WPU 5G

Tabel 18: Vergadering informatie interview service manager NIBE

Onderwerp	Overleg dataverzameling WPU 5G warmtepomp
Datum & tijd	1 november 2023 – 15:00 tot 16:00
Plaats	Microsoft Teams
Voorzitter	Florian Kruisheer
Notulist	Lenée Mondria
Aanwezigen	Manager SHEQ Itho Daalderop, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Opening

7. Mogelijkheid opname van de vergadering
8. Korte voorstelronde
9. Korte introductie van ons afstudeeronderzoek

Reductiepotentieel binnen de keten van de WPU 5G aantonen door middel van het uitvoeren van een LCA.

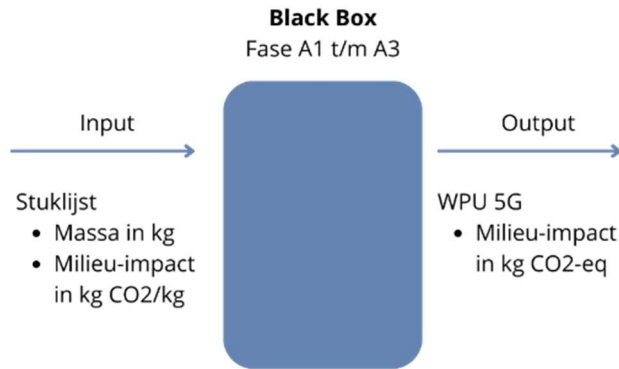
Fasen van de LCA waar wij naar kijken zijn productie- en bouwfase (A), operationele emissies in de gebruiksfase (B6 en B7), sloop- en verwerkingsfase (C) en hergebruik (D).

Wij willen vragen stellen over onderstaande fasen:

- A1 t/m A3 (productiefase)
- A4 (transport van productielijn naar opslag Van Wijnen)
- Inrichting van fase C1 t/m C4 (sloop en verwerking)
- Inrichting van fase D (hergebruik en recycling)

Agendapunt 1 - Fase A1 t/m A3

- Stuklijst/grondstoffenlijst (input Black box)
- Milieu-impact in kg CO₂-eq/warmtepomp



Figuur 19: Opzet blackbox benadering Itho warmtepomp

Agendapunt 2 - Fase A4

Navragen:

3. Transport vanuit productielocatie Itho (Tiel) naar Bouwlocatie in NL

Vragen:

- Wie zorgt voor de transport?
- Welke vervoermiddelen worden gebruikt bij de transport?
 - o Wat voor brandstof wordt gebruikt bij deze vervoermiddelen?
 - o Wat is het verbruik van dit vervoersmiddel?
 - o Welke afstand leggen deze vervoermiddelen af naar de opslag?
- Uitstoot in kg CO₂-eq van alle machines en voertuigen

Voorbeeld transport dataverzameling:

Tabel 19: Opzet dataverzameling transportfase Itho

Locatie 1	Locatie 2	Afstand [km]	Vervoermiddel/machine	Brandstoftype	Verbruik [L/km]
"Itho in Tiel"	"Bouwlocatie in NL"	100		Diesel EURO 6 (HVO diesel)	

Agendapunt 3 - Fase A5

- Welk bedrijf installeert de warmtepomp?
- Welke machines/apparaten worden gebruikt bij de installatie van de warmtepomp?
 - o Wat voor brandstof wordt gebruikt bij deze machines/apparaten?
 - o Wat is het verbruik van deze machines/apparaten?
 - o Welke afstand leggen deze machines af op de bouwplaats?
- Uitstoot in kg CO₂-eq van alle machines

Agendapunt 4 - Boringen

- 100 meter diep
- Productie in Tiel
- Welk bedrijf voert de boringen voor de warmtepomp uit?
 - o Mogelijkheid tot het verkrijgen van contactgegevens?

Agendapunt 5 - Fase B6 & B7

- Itho houdt de operationele emissies zelf bij door middel van een eigen verbinding met de geplaatste warmtepomp
 - o Is het mogelijk data te verkrijgen voor de operationele emissies van het verbruik van energie (B6) en water (B7)?

Agendapunt 6 - Fase C & D

- Als Itho zelf niet sloop, welk bedrijf doet dit?
- Wie doet het transport van de warmtepomp naar slooplocatie?

Tabel 20: Opzet dataverzameling sloop- en verwerkingsfase (C) Itho

Locatie 1	Locatie 2	Afstand [km]	Vervoermiddel/machine	Brandstoftype	Verbruik [L/km]
Woning	"Slooplocatie"	100	Vrachtwagen	Diesel EURO 6 (HVO diesel)	

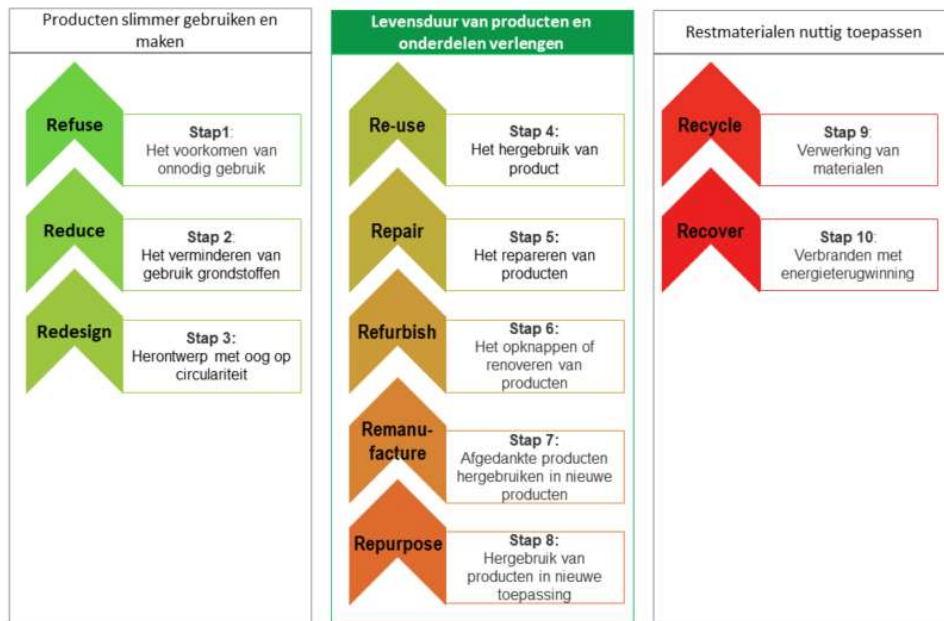
- Hoeveel wordt er al hergebruikt?
 - Welke elementen van de warmtepomp worden hergebruikt? (vb.; aluminium plaat)
 - Wat gebeurt er met hetgeen wat niet kan worden hergebruikt? (zie tabel hieronder)

Voorbeeld aan de hand van het 10R-model:

Tabel 21: Opzet recyclingsfase (D) indeling naar het 10R-model

	R0*	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Element 1					X					
Element 2				X						
Element 3								X		
Element ..										

*refereert aan onderstaande stap 1 van het 10R model.



Figuur 20: Niveau circulariteit met 10R-ladder (10R ladder, sd)

Bijlage 8 – Agenda Interview ENCOR

Agenda overleg - grondboring ENCOR

Tabel 22: Vergadering informatie interview Henk Hermelink (ENCOR)

Onderwerp	Overleg dataverzameling grondboringen ENCOR
Datum & tijd	24 november 2023 – 9:00 tot 10:00
Plaats	Microsoft Teams
Voorzitter	Lenée Mondria
Notulist	Florian Kruisheer
Aanwezigen	Henk Hermelink, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Opening

10. Mogelijkheid opname van de vergadering
11. Korte voorstelronde
12. Korte introductie van ons afstudeeronderzoek

Reductiepotentieel binnen de keten van de WPU 5G aantonen door middel van het uitvoeren van een LCA.

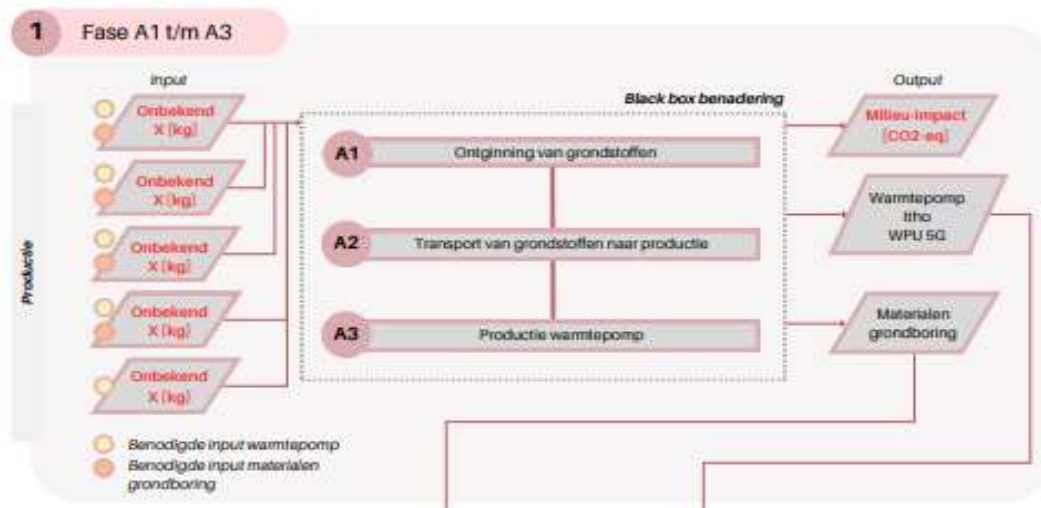
Fasen van de LCA waar wij naar kijken zijn productie- en bouwfase (A), operationele emissies in de gebruiksfase (B6 en B7), sloop- en verwerkingsfase (C) en hergebruik (D).

Wij willen vragen stellen over onderstaande fasen:

- A1 t/m A3 (productiefase)
- A4 (transport van productielijn naar bouwplaats)
- A5 (boringproces)

Agendapunt 1 - Fase A1 t/m A3

- Stuklijst/grondstoffenlijst (input Black box)
- Milieu-impact in kg CO₂-eq/warmtepomp

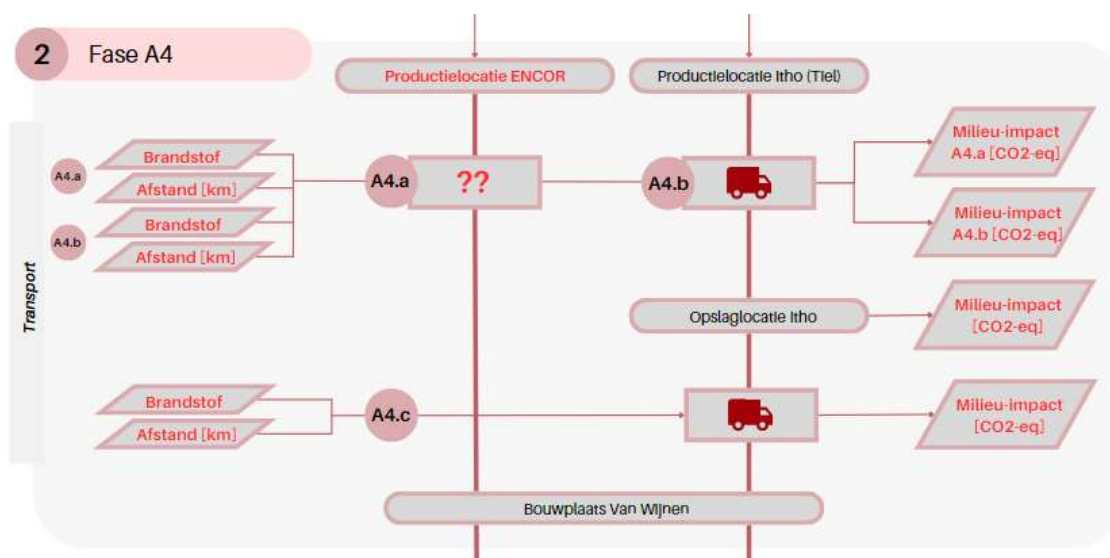


Figuur 21: Opzet flowschema productie- en bouwphase (A) Itho warmtepomp

Vragen voor A1 t/m A3:

- Kunt u het proces van grondstofontginning tot productie van het materiaal beschrijven?
 - o Ketenpartners
 - o Logistieke bewegingen
- Kunt u een lijst verstrekken met de grondstoffen (input Black box) en materialen (output Black box) voor het uitvoeren van de LCA?
 - o Gewicht grondstof [kg] (input)
 - o Gewicht materiaal [kg] (output)
 - o Milieu-impact [kg CO₂-eq] (in- en output)

Agendapunt 2 - Fase A4



Figuur 22: Opzet flowschema transportfase (A4) Itho warmtepomp

Vragen:

- Doen jullie zelf het transport van de materialen voor de boring naar bouwlocatie? Of hebben jullie hiervoor een ketenpartner?
 - o Welke vervoermiddelen worden gebruikt bij de transport?
 - Wat voor brandstof wordt gebruikt bij deze vervoermiddelen?
 - Wat is het verbruik van dit vervoersmiddel?
 - Welke afstand leggen deze vervoermiddelen af naar de opslag?
 - o Uitstoot in kg CO₂-eq van alle machines en voertuigen
- Waar komen de "boormachines" vandaan?
 - o Hoe ziet deze logistieke activiteit eruit?

Voorbeeld transport dataverzameling:

Tabel 23: Opzet dataverzameling transportfase grondboring materialen

Locatie 1	Locatie 2	Afstand [km]	Vervoermiddel/machine	Brandstoftype	Verbruik [L/km]
"Productielocatie materialen ENCOR"	"Bouwlocatie in NL"	Onbekend	Onbekend	Onbekend Voorbeeld: Diesel EURO 6 (HVO diesel)	Onbekend

Agendapunt 3 - Fase A5

- Kunt u het proces van de boring en installatie van de materialen beschrijven?
- Welke machines/apparaten worden gebruikt bij de boringen?
 - o Wat voor brandstof wordt gebruikt bij deze machines/apparaten?
 - o Wat is het verbruik van deze machines/apparaten?
 - o Welke afstand leggen deze machines af op de bouwplaats?
- Uitstoot in kg CO₂-eq van alle machines

Bijlage 9 – Transcriptie Interview

Alklima

Notulen vergadering Alklima (Mitsubishi)

Overleg dataverzameling Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

Datum & tijd:	21 november 2023, 11:00 – 12:00
Locatie:	Microsoft Teams
Voorzitter:	Florian Kruisheer
Notulist:	Lenée Mondria
Aanwezig:	Product Specialist Woningbouw Alklima, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Opening + voorstelronde

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ik werk inmiddels bijna 12 jaar bij Alklima Mitsubishi Electric. Ik ben productspecialist inmiddels voor de woningbouw en een in die functie hou ik me voornamelijk bezig met wetgeving en certificering om dat allemaal uit te zoeken. In die hoedanigheid ben ik eigenlijk ook bij het hele verhaal van de MPG, LCA's en de NMD betrokken geraakt. Moeten wel de kanttekeningen maken; Ik ben geen LCA deskundige. Dus ik ben echt vanuit de rol als leverancier hierbij betrokken.

Lenée:

Ik zal mijzelf ook even kort voorstellen. Ik ben Lenée, 23 jaar en studeer Milieukunde, net als Florian, op de HAS green academy in 's-Hertogenbosch. Wij zitten nu eigenlijk in ons (officieel) vijfde jaar van de opleiding en zijn nu bezig met onze beroepsopdracht, zoals we dat op school noemen. Deze opdracht doen voor een bedrijf en dat is in dit geval Van Wijnen.

Florian:

Mijn naam is Florian en ben 24 jaar. We zitten nu in de laatste maanden van onze afstudeeropdracht en voor Van Wijnen willen wij dus een LCA uit gaan uitvoeren om te kijken waar in het proces nog meer CO₂-reductie te winnen is. In dit geval doen we dat voor de Mitsubishi, deze ook al veel wordt toegepast binnen het Fijn Wonen (woonconcept). Binnen dat proces kijken wij in principe naar alle fasen en bij de gebruiksfase wel slechts alleen naar B6 en B7, de operationele emissies van energie en waterverbruik. En dan willen we jou in principe dadelijk wat vragen stellen

over een groot gedeelte van de A-fase en dan de inrichting van sloop (fase C) en recycling (fase D). Voor zover je het ons mee kan geven.

Lenée:

Ja, en eigenlijk het uitgangspunt van onze opdracht is dat Van wijnen wil zich in het begin van 2024 wil certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder. Daarom doen wij ons onderzoek nu op scope 3. Waaronder de indirecte emissies die vrijkomen bij de materiële keten. Dus de basis van ons onderzoek is het verbeteren van de materiële keten vanuit de LCA. In dat opzicht hebben we ook al wat dingen toegevoegd aan onze agenda, waar we eventueel ook wat toelichting op kunnen geven. Hoe we dat graag zouden willen doen. Misschien kunnen we gelijk beginnen bij de agendapunt één.

We hebben al een LCA ontvangen van Rudy en daarin zaten ook al best wel veel gegevens waar we ook veel mee kunnen. Alleen daar hadden we dus een aantal vragen over.

Florian:

Je weet neem ik aan welke datasheet we bedoelen? Of moeten we deze voor de zekerheid laten zien?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Het mag wel. We hebben er meerdere natuurlijk. Ik ga er even vanuit dat je naar onze berekende waarde kijkt met MKI.

Florian:

Ja. Daarnaast hadden we ook twee datasheets gekregen met alles wat in de cilinder- en buitenunit gaat.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ja, met de bill of materials. Misschien een beetje voor jullie beeldvorming. Ik weet niet voor hoever Rudy of dat Van Wijnen dat naar jullie gecommuniceerd heeft. Vorig jaar zijn we dat traject gestart om te kijken of dat wij een categorie één kaarten konden krijgen binnen de NMD voor de MPG berekeningen. Vanuit Mitsubishi, is natuurlijk een wereldwijde speler, hebben ze in Frankrijk al PEP-documenten. PEP is de Franse vertaling van de NMD. En toen hebben we daar gegevens opgevraagd en dan krijg je die twee Excel bestanden met die Mask library die erin zit et cetera. Die hebben zij eigenlijk gebruikt als onderlegger voor het PEP-document. Die onderlegger hebben wij naar een Nederlands bedrijf gestuurd, de SGS Intron. Dat is een LCA expertisebureau en die hebben deze MKI uitgerekend. Dus die hebben al die data eigenlijk ingeklopt voor de Nederlandse situatie. Waarom ik dat er even specifiek bij zet, omdat jullie verderop in de vragen bijvoorbeeld iets over transport

staan of over einde levensduur, et cetera. Nou ja, in Nederland worden daar andere methodes voor gebruikt, laat ik het zo zeggen.

Lenée:

Kun jij nu ook zien wat we hebben gedeeld? Deze hebben we namelijk ook ontvangen en hierop baseren wij nu ook een heel groot deel van onze berekening die wij dan voor de LCA maken. Hierop hadden we eigenlijk in ieder geval de eerste vraag ook; We konden eigenlijk niet echt iets terugvinden over de koelmiddelen, dus we vroegen ons af of jij misschien meer weet over hoe dat precies in het proces is verwerkt en of dat eventueel dan niet in datasheet zit of dat we dat hebben gemist misschien?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Wat je eigenlijk nu voor je hebt, is de effecten beoordeling. Dat staat er ook wel boven aan. De rechter kant zie je dan ook nog een grafiek. Dit is eigenlijk bij welke materialen het zwaartepunt ligt van de hele MKI. Je hebt ook nog een ander document wat specifiek gaat over het binnen- en buitendeel.

Ik zal even kijken of dat ik wat met jullie kan delen, want ik bedoel denk ik nog een andere. Het gaat niet over de datacollectie, maar het gaat uiteindelijk over de berekening zelf. Want die je hier hebt is eigenlijk alleen maar de MCA totaal zie ik staan. Als je het goed vindt, dan deel ik even mijn scherm met jullie.

Product Specialist Woningbouw Alklima laat document 'Resultaten 11-01-2023' zien.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Je ziet eigenlijk dat hier meerdere tabbladen onder zitten. Jullie hebben alleen maar het tabblad 'MCA totaal', maar je hebt hem ook specifiek zeg maar van de cilinder- en buitenunit. Deze specifieke tabbladen zijn eigenlijk meer op de basis en bij de MCA gaat het meer over de materialen. In die fases, dan zie je eigenlijk dat er in fase A1 een tot A5 worden bepaalde dingen meegenomen. In fase B wordt niks meegenomen. Nou ja, dan fase C en dan fase D.

Jullie specifieke vraag was, hoe is het koudemiddel daarin in meegenomen? Koudemiddel is alleen de initiële inhoud van het koudemiddel, die is in het totaal verwerkt.

Product Specialist Woningbouw Alklima opent PEP-document van buitenunit.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

In die datacollectie file zie je dat er 1,2 km kilogram koudemiddel in zit. Dat is dan het koudemiddel R32. Daarvoor hebben ze eigenlijk alleen maar gezegd; dat koudemiddel om dat te produceren heeft gewoon een bepaalde milieubelasting. Van het buitendeel daar staat dus het type koudemiddel en de hoeveelheid in. Maar in de Nederlandse vertaling eigenlijk van de LCA kan je eigenlijk niet in zien hoe dat is verwerkt, maar we hebben het wel nagevraagd. Hij heeft dat wel meegenomen als materiaal.

Ik weet niet of jullie de media omtrent de categorie 3 kaarten van de warmtepomp hebben gevolgd, maar daar is heel veel om te doen. Ze hebben op een gegeven moment gezegd dat de categorie 3 kaart veel te rooskleurig is weergegeven en ze hadden de lekkage van koudemiddelen tijdens de levenscyclus niet meegenomen. Dat is in deze LCA is dat ook niet meegenomen.

Florian:

Dus het is eigenlijk ook een beetje rooskleuriger dan het in werkelijkheid is?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ja, inderdaad. Maar ook ja en nee. Ik vind het lastig. Het is natuurlijk een discussiepunt. Sowieso is een LCA gebaseerd op heel veel aannames, dus als jij mij exact kan vertellen hoeveel koudemiddel lekkage plaatsvindt tijdens de levensduur van de warmtepomp, dan ben ik heel erg blij. In 1997 of 1995 is een studie geweest, dus dat is echt heel lang geleden. Daar hebben ze bepaalde waardes op gebaseerd dat een machine zoveel procent koudemiddel per jaar zou lekken tijdens de levensduur.

Florian:

We hebben iets van 2,5% gehoord.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ja, maar het was eerst iets van 6% per jaar. Uiteindelijk hebben ze dat nu ergens bijgesteld en is het rond de 3% geworden. En dan opeens maakt het wel een deel uit van je totale MKI en dan geeft dat best wel een impact. Nou degene die dit voor ons heeft uitgerekend begin dit jaar, heb ik de opdracht gegeven een herberekening maken. Ook voor koudemiddelen lekkage tijdens de levenscyclus en daar is hij op dit moment mee bezig, maar die gegevens hebben we dus nog niet. Dus dat is in deze LCA-berekening dat niet meegenomen.

Lenée:

Weet u ook waarom is gekozen voor R32?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Het heeft uiteindelijk te maken met GWP. Vanuit de EU zit daar een bepaalde quota op; hoeveel CO₂-equivalenten je mag importeren. Dus hoe lager eigenlijk die GWP, hoe meer koudemiddel je eigenlijk mag exporteren naar een land. Dat is één. Ten tweede kijk je een beetje naar de technische eigenschappen van het koudemiddel. Nou ja, R32 heeft hele goede technische eigenschappen. Waarom dan in eerste instantie 410? Nou ja, die heeft een veel hogere GWP waar uiteindelijk een ban op komt. Nou, dan ga je eigenlijk helemaal naar de koudemiddel-ban vanuit Europa gezien die eigenlijk zegt; vanaf 2025, dan mag je geen koudemiddel hebben met een GWP hoger dan deze specifieke waarde. In 2030 moet het nog lager zijn in 2050 mag het helemaal niet meer en moet alles over naar natuurlijk koudemiddel. Dus Mitsubishi lobbyt ook in Europa en die kijkt wat gaat er gebeuren? Er is nog veel onduidelijk, maar hebben uiteindelijk wel gezegd; we gaan nu met de markt over naar het koudemiddel type R32.

Andere warmtepompen zie je eigenlijk nu ook al en wij komen er ook mee op de markt. Ze zeggen; R32 is nog steeds een koudemiddel met een hoog GWP. We gaan dan naar bijvoorbeeld propaan toe of naar ammoniak of naar CO₂. Wij hebben voor propaan gekozen, dus je zal in de toekomst aankomende 5 jaar zien dat er steeds meer warmtepompen op propaan uitgevoerd gaan worden.

Lenée:

Gelijk ook nog een vraag over het koudemiddel. We hebben het gehad over die lekkages. Doet Alklima daar ook zelf iets mee op het moment dat daar dus ook iets mee gebeurt of is dat iemands anders verantwoordelijkheid?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Nee, in principe is dat volledig aan de installateur. Dat is eigenlijk ook een beetje de discussie die ontstaat. Voor een koudemiddel of een koudemiddel installatie heb je in Nederland F gassen. We hebben een bepaalde wet- en regelgeving dat een monteur gecertificeerd moet zijn om de installatie aan te sluiten. Nou in het geval van Van Wijnen bijvoorbeeld; Van Wijnen heeft zelf geen F-gas-certificering als bedrijf zijnde, dus die laat dat echt door gecertificeerd personeel in elkaar zetten. Er wordt druk gezet op en getest of de installatie 100% lekdicht is. Na goedkeuring gaat de pas koudemiddel in de installatie. Daar kom ik straks ook nog op terug met het materiaalgebruik. We gebruiken maar een heel klein stukje gerecycled materiaal, omdat je die kwaliteit van het materiaal zo hoog mogelijk wil hebben om kans op lekkages zo klein mogelijk te houden. Wij hebben zoiets van, als een installateur dit goed installeert en gewoon conform de huidige wet- en regelgeving, dan heb je nooit lekkage. Ja, dan moet iemand een schop tegenaan geven. Of ja, dan moet er een ongeval zijn, zeg maar, wil er wat gebeuren of er moet echt een technisch mankement zijn, dat de compressor kapot gaat, of iets in die trant. Wat eigenlijk minder dan 1% van de tijd voorkomt, dan zou je koudemiddelen lekkage kunnen krijgen.

Dus in de praktijk zal je zien dat op het moment dat je lekkage hebt van installatie, dat dat is niet maar een klein beetje is. Dan is hij gewoon lek. Dan loopt hij echt gewoon leeg, dus dan ben je die totale 1,2 kg koudemiddel kwijt, die verdwijnt en de eindgebruiker heeft direct een probleem. Want die heeft geen warmte meer, geen tapwater. Dus die merkt dat direct. Dan komt de installateur eraan. Die kijkt naar de installatie en die ziet hé dit is stuk of dat is lek. Die repareert het en dan vult hij het opnieuw met het koudemiddel. Het is niet dat wij als leverancier dan nog controle hebben om het zo maar te zeggen.

Florian:

Voor fase A1 tot en met A3, zoals je al een beetje kon zien, benaderen we als een Black box. Dus wij kijken puur naar de materiaallijst wat er in gaat, daar een milieu impact aan te koppelen en dan de warmtepomp die eruit komt. In dit geval de twee units en wat de milieu impact hiervoor is. Dus die materialenlijst hebben verder dan nu relatief compleet door de verkregen data collection en nu meer duidelijkheid over de koelmiddel.

Lenée:

Alleen nog die laatste vraag ook de data waarop die gebaseerd is, dus je had het ook over dat het dus nu specifiek is gemaakt voor Nederland en waar die data specifiek vandaan komt. Is dat echt per stap per fase eigenlijk uitgerekend of is het echt puur in Nederland? Hoe werkt dat precies?

Product Specialist Woningbouw Alklima laat overzicht zien van de LCA fasen volgens het overzicht van de NMD.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Dit is in principe de levenscyclus fases vanaf de NMD website. Misschien had je deze ook al eerder gezien. Fase A1 tot A3, dus de productiefase. Dat wordt dus heel specifiek weergegeven, dus daar geven we de materialen specifiek voor weer. Je ziet ook dat er soms scenario bij staat. Alle scenario's, dat zijn eigenlijk voor de Nederlandse markt bedachte waardes. Dus of dat het nou te maken heeft met de bouwfase of de verwerkingsfase, of wat dan ook. Ze hebben daar een soort van model van gemaakt en gezegd; gemiddeld is het transport bijvoorbeeld tussen iets wat uit het buitenland komt en Nederland zoveel kilometer. Dat gebeurt met een vrachtauto en het gemiddelde is dit verbruik van die vrachtauto in die cijfers. Die weet ik niet exact, want ik kan niet helemaal inzoomen op die scenario's. Dan zou je nog wel eens bij de NMD op hun website kunnen terug proberen te zoeken of dat ze wat hebben.

Ik heb dat bijvoorbeeld zelf proberen te doen voor de afvalverwerking en voor de recycling. Dan zie je bijvoorbeeld dat ze op metaal zeggen ze gemiddeld wordt 95% van het metaal hergebruikt en 5%

wordt vernietigd. Op het moment dat jij als leverancier zegt, nee, maar wacht even; wij hebben iets heel anders. Wij kunnen 100% hergebruiken of iets niet, dan moet je dat aan kunnen tonen met een heel dik dossier. Waarin staat; wij doen het op die manier. Niemand kan het waarborgen, dus dat is een scenario wat ze daarvoor hebben geschreven. Deze berekening is door de NMD zelf bedacht. De NMD heeft daar gewoon bepaalde, soort van forfaitaire/standaard waardes voor bedacht. Dat is eigenlijk wat er dus nu ook is gebeurd. Ze hebben die standaard waarden herzien en daarvan hebben ze gezegd; bij een warmtepomp, zijn we denk ik toch wel dingetjes vergeten. We gaan het herzien. We gaan het wat zwaarder belasten hier en daar. Dan krijg je ineens een hele rare uitkomst en voelden wij ons als we als branche eigenlijk erg gepasseerd. Waarop we zeiden van nou ja, als jij zomaar wat gaat roepen zonder onderbouwing of uit een rapport wat bijna 30 jaar oud is. Waarom zou je niet de branche daarvoor gaan benaderen. Nou dan zeggen zij vanuit hun kant; we hebben het 'Witte Vlekkenplan'. Ik weet niet of dat je dat al een keer voorbij hebt zien komen.

Florian:

Naam heb ik voorbij horen komen.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Het probleem is eigenlijk dat om een MPG berekening te maken voor je bouwaanvraag, heb je data nodig vanuit de NMD database. En daar staat eigenlijk te weinig data in. Ze weten eigenlijk te weinig van de materialen die worden toegepast in de bouw. Ze hebben nu gezegd; je krijgt subsidie of je krijgt een tegoed. Zeg maar op het moment dat jij als leverancier data aanlevert om meer informatie in die database te krijgen. Dat is nu eigenlijk de uitdaging en

waar jullie tegenaan lopen. Jullie zijn nu eigenlijk data aan het verzamelen van; hoe kan ik nu dat dat echt representatief maken voor de markt of voor een specifieke bouwer. Maar goed, dat blijft bol staan van aannames die je maakt en jullie hadden het zelfs over fase B6 en B7. Die worden niet eens meegenomen.

Lenée:

Nee, daar zijn we ook al behoorlijk tegenaan gelopen. Als je daar dingen over wil weten, dan moet je eigenlijk zelf je scenario opstellen.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Het is niet verplicht. Uiteindelijk rekenen we Nederland terug naar MKI en worden B6 en B7 in je uiteindelijke score van je MKI niet meegenomen. (Wordt niet gewaardeerd) Dus ook al zou daar een bepaald bedrag staan. Dan zeggen ze nou, die zetten we op nul. Dat is € 0.

Je hebt ook nog ergens de fase, die uiteindelijk gaat over het energiegebruik tijdens de levensduur van de warmtepomp. En dat is natuurlijk heel interessant, want je neemt de warmtepomp omdat die energiezuinig is, veel warmte produceert en een laag elektriciteitsverbruik heeft. Maar dat kan je dus niet weergeven in de huidige structuur van de NMD.

Florian:

Wij dachten ook al ook voornamelijk bij de sloop- en verwerkingsfase om dan via NMD te gaan vergelijken met een airco of dergelijke. Omdat daar al meer over bekend is en dat het wel dicht ze in de buurt komt bij de warmtepomp om die vergelijking te kunnen maken. Oftewel ook scenario ervoor te maken inderdaad.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ik kan jullie ook nog wel wat sturen, want er is natuurlijk heel veel kritiek geweest op die aangepaste categorie 3 kaart voor warmtepompen vanuit de branchevereniging. Dat is Vereniging Warmtepompen, die is daar ook heel erg op geageerd en heeft de opsteller daarvan. Dat is de firma LBP site. Misschien hebben die ook wel eens gehoord die naam, dat bedrijf. Die heeft nu een nieuwe LCA gemaakt en dat is een document en dat staat eigenlijk helemaal in uitgeschreven wat voor impact een product heeft, waarvoor ze op bepaalde dingen hebben gekozen en ergens een door en daar maken ze ook het onderscheid in bijvoorbeeld 3 verschillende soorten koudemiddel. Of dat je nou een koudemiddel een hoog GWP neemt, laag GWP of een natuurlijk koudemiddel. Wat voor effect heeft dat uiteindelijk op je op je MKI. Ook voor de sloop- en verwerkingsfase hebben ze nieuwe scenario's daarvoor geschreven en die hebben ze dus ook daarvoor gebruikt.

Florian:

Dus die kunnen wij ook inzien?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ja, die kan ik jullie wel eventjes mailen. Het is niet echt vertrouwelijk, maar het is niet algemeen en dus niet een document wat vrij rond circuleert.

Florian & Lenée:

Dat blijft verder binnen Van Wijnen en eigenlijk zelfs gewoon binnen ons onderzoek.

Florian:

Zoals je zelf ook noemde hadden wij wel wat vragen ook over de transport fase A4. Je benoemde al dat het moeilijk is om precies te afstanden te benoemen. We zagen dat de cilinderunit vanuit het Verenigd Koninkrijk komt en de buitenunit vanuit Thailand.

Product Specialist Woningbouw Alklima bevestigt dat de units van deze locaties komen.

Florian:

Wij vroegen ons af of je de specifieke locaties in Engeland en Thailand weet? Dan kunnen wij zelf wel afstanden eraan gaan koppelen.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Volgens mij al in een tabelletje en Edinburgh volgens mij erin gezet.

Lenée:

Livingston hadden we al wel gevonden als productielocatie in Engeland en dan vanuit Edinburgh met het met het schip naar Rotterdam. Dat was in ieder geval nu wat we wisten.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Het is inderdaad vanuit Edinburgh (richting Schotland). Thailand weet ik het officieel niet, maar ook daarin wat je bij de NMD doet voor het transport is dat je zegt, het komt uit het Verenigd Koninkrijk. Dus dan zeggen ze; een gemiddelde boot vanuit het Verenigd Koninkrijk naar een gemiddelde haven in Nederland. Dat is deze waarde. Dat gebeurt met een boot die zo milieuvervuilend is die zoveel verbruikt en rekenen ze niet echt van de kilometer naar de kilometer. Hetzelfde geldt ook voor Thailand. Ze weten gewoon, ze hebben daar scenario voor een gemiddelde boot die daar vandaan komt die naar daar in Europa of naar Nederland toe vaart. Dat zal ongeveer de vaarroute zijn en zo vervuilend is dat transport binnen Nederland. Daar zijn ook gewoon aannames voor die gedaan worden en die worden gehanteerd.

Want het kan best zijn dat het voor specifiek een bepaald project voor van wijnen gaat zoals jullie het hier hebben beschreven. Alleen op het moment dat zij een project in een andere stad hebben dan zou dat opeens aangepast moeten worden en je wil juist standaardiseren. Dat je zegt; gemiddeld in Nederland is dit de waarde, dus of dat mijn project nou in Limburg is of in Groningen. Dit is de waarde waar je mee mag rekenen.

Lenée:

Want die gestandaardiseerde waarde die jij ook benoemt; bijvoorbeeld van een vrachtschip die vanuit Engeland naar in dit geval dan de Rotterdamse haven komt. Is dat ook iets wat je uit de NMD kan halen? Want dat dat daar zijn wij nog niet echt iets over tegengekomen.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ja, toevallig heb ik dat altijd ook weer een documentje van gehad. Dat staat denk ik ook in de reportage die ik jullie ga toezenden. Ik dacht dat ik daar een stukje in had zien staan. Het zijn echt hele dikke dossiers met 72 pagina's die dus over een LCA gaan van een warmtepomp. In dat document staat dus de gemiddelde aanname daarvoor. Dit document zal ik jullie straks ook eventjes toezenden. Er staan gewoon algemene informatie in van de warmtepomp.

Dan gaat het over transportpaden, zeggen die forfaitaire waarden. Dat zijn die standaard waarden die worden bepaald, is zoveel kilometer bulktransport naar het werk. Dat wordt dus ook toegepast voor cement bijvoorbeeld. Nu gebruiken ze dat dus voor het transport van een warmtepomp. Dit is dit zijn afstanden die we voor standaard hanteren voor Nederland. Dat is heel anders dan dat dat voor Duitsland zou zijn. Of Als je een LCA maakt in Frankrijk, want die afstanden zijn anders. Uiteindelijk vind ik het een klein beetje lood om oud ijzer, om bij materialen uit te drukken. Want Ik heb even een overzicht gemaakt van de MKI score. Bijna 98% zit gewoon in je materiaal, dus als je het nou over transport hebt... Als je maar €1 omhoog zou gaan of een verdubbeling zou hebben, dan zit je nog op 10e van percentages ten opzichte van het geheel.

Dus je zou heel veel kunnen doen. Het zou heel goed zijn als we daar beter naar zouden kijken. Kunnen we dat duurzamer doen? Alleen de impact in deze berekeningen is in mijn optiek relatief gezien klein. Je kunt beter zeggen; kunnen we niet meer recycleren, meer materialen hergebruiken. Je had het zelf ook in je sheet helemaal onderin laten zien; kan je het niet een 'redesign'-methode toepassen en minder materiaal gebruiken. In mijn optiek is dat veel interessanter.

Florian:

We hadden wel begrepen onder andere van uw collega bij de Energy vakbeurs vorige maand in Den Bosch; dat als het product binnenkomt op Rotterdam, dat de warmtepompen units naar een tussenopslag kunnen gaan in Duitsland. En vanuit daar gaat het dan in principe gewoon naar de bouwplaats van Fijn Wonen.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Bij Fijn Wonen is het nog wat anders dan met gewoon materiaal. Daar doen we nog wel eens een 'Direct shipment' zoals we dat noemen. Dus op het moment dat zij een hele container bestellen, dan gaat de container inderdaad vanaf de boot gelijk naar Van Wijnen toe. Het kan ook zijn dat die vanaf de boot eigenlijk naar Alklima Mitsubishi komt en dat hij bij ons in Nederland in het magazijn komt te staan. De standaard leveringen die komen vaak wel aan en de haven van Rotterdam, soms ook in Antwerpen en die gaan dan naar het Centraal Europees magazijn in Ratingen (Duitsland) en vanaf het Centraal Europees magazijn doen wij bestellingen. Van de 1000 bedieningen komen er 100 onze kant op en 100 gaan naar Tsjechië en ga zo maar door. Die komen dan in ons magazijn en van ons magazijn gaan er dan 5 naar Van Wijnen toe. Dus dan heb je een soort van omweg.

Lenée:

Weet jij toevallig ook hoeveel warmtepompen er ongeveer in een vrachtschip en in zo een truck kunnen om vervoerd te worden?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Volgens mij uit mijn hoofd gaan er 40 in een container en dat zijn 40 sets. Dus dat zijn 40 combinaties cilinder- en buitenunit. Dus als Van Wijnen een container bestellen dan krijgen ze 40 setjes.

Lenée:

Misschien interessant nog wel interessant om te weten wat voor soort transport het in principe is qua trucks en qua vrachtschip, want daar hebben wij nog geen data van.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Maar het zal gewoon een algemene vrachtwagen.

Lenée & Florian:

Wij hebben nu informatie over de EURO6 truck. Die EURO6 daar rijden ze in ieder geval bij van wijnen mee. Waarschijnlijk op de HVO.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Uiteindelijk gaan jullie zelf een LCA berekenen?

Lenée:

We rekenen eigenlijk door met de gegevens die we van jullie hebben gekregen en die willen wij op onze eigen manier weergeven en dan in dit geval ook voor de transport fase willen we hem ook helemaal uitschrijven dat we echt weten per stap wat de routes zijn. En daarbij ook dan de milieu impact, zoals je hem eigenlijk ook hier in het plaatje ziet. We beginnen hier voorbeeld voor actie A4.c, dus dan echt deze transport fase willen we ook echt weergeven wat de milieu impact daar dan bij is. Dus vandaar ook dat we het liefst wilden weten wat voor transport stappen daarin zitten.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

9 van de 10 keer als zij dus een container bestellen, gaat hij vanaf de haven direct naar Van Wijnen toe. Dus dat is eigenlijk het kortste transport. Ik weet niet met welke transport dat gedaan wordt. Als het via ons loopt, wat ook wel eens voorkomt, dan houden wij hem tijdelijk "op voorraad" voordat hij daadwerkelijk geleverd wordt. Hij kan niet altijd direct van de boot naar hen toe. Soms zit daar een paar weken tussen. Dan gaat dat via De Vos. Vos is onze transport of logistieke

dienstverlener en dan zou je eigenlijk even bij vos moeten kijken of dat zij in een bepaald model rijden of dat zij daar mee doen. Ik zou jullie adviseren om even op de website van De Vos te kijken. Ik zie iets met Lean and Green en CO₂-compensatie. Dus ik weet niet of dat je dat dan nog door kan rekenen.

Lenée:

Daar kunnen we wel even gaan kijken. Dat is geen probleem. Dan kunnen we door naar de recyclingfase (D). Daar hadden we ook een aantal specifieke vragen voor. Florian had een aantal verwijzingen gevonden. Daar hadden we een aantal vragen over en daarin zijn we ook nog naar Rudy geweest. Alleen die vertelden ons dat daar eventueel nog een aantal stappen tussen zitten met ketenpartners van jullie en dat ze niet jullie niet wisten of daar eventueel informatie over gedeeld mocht worden, dus mogelijk dat dat onbeantwoord blijft. Maar we hadden in ieder geval gevonden In de 'Manufacturing'-tab van de LCA die wij hebben ontvangen, dat er dus 100% recycling wordt toegepast in de berekening. Alleen we zagen dat bij 'Mask waste treatment' dat er 50% verbranding en 50% landfill ook terugkwam, dus we waren benieuwd hoe dat dan precies of dat wij de terminologie dan niet helemaal begrepen, of dat anders is dan wij dachten.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Dat zijn wel twee verschillende dingen. Als je naar die materialen kijkt, dan heb je het over een stukje staal waar ze een plaat van maken. Die plaat is, bij wijze van spreken, 10 kg en dat komt dan uit Azië. Van die plaat staal die we dan hebben, knippen we dan op maat en dan 10% is restafval. Dat is wat je eraf knipt, dat hou je over. Dat is 10%. En wat doen ze nou met die 10% restmateriaal? Die recyclen ze 100% van de rest recyclen om een nieuwe plaat mee te maken. Maar heb je het dan uiteindelijk over einde levensduur van de warmtepomp dan praat je niet meer over 100% van de omkasting van de warmtepomp wordt hergebruikt van nieuw staal. Dat zijn einde levenscyclus scenario's en dat is dan bijvoorbeeld 95% voor staal. Het stukje 'Mask waste treatment' is een soort van database is die je op de Achtergrond loopt. De waardes zijn fictief.

Florian:

Dat is gewoon een invulling om structuur te kunnen geven?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

In de tabbladen die daarvoor zitten, bijvoorbeeld op 'Manufacturing'. Als je dat tabblad klikt, dan heb je allemaal pull down menuutjes en in die pull down minuutjes kies je dus voor bijvoorbeeld; ik heb hier een metaal en dan kijkt hij eigenlijk in die 'Mask'-database of in die 'Library', van de metalen die je dan hebt, welk metaal heb je dan nou? Ik heb dit metaal en daar zitten codes achter. Die een softwarepakket dan kan interpreteren. Eigenlijk moet je er niet naar. Het is de programmatuur die achter de Excel zit. Die 100% recycling staat dus los van fase D.

Het zou heel mooi zijn als we 100% van de warmtepompen zouden kunnen recycelen.

Florian:

Wat was dat recyclingpercentage dan precies? Het is natuurlijk niet helemaal in te schatten.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Daar zijn dus scenario's voor geschreven. Die kan je, als het goed is, ook op de website van de NMD terugvinden en dat is afhankelijk van bijvoorbeeld het materiaal. Voor metaal is dat bijvoorbeeld dan 95%. Dus 95% van het metaal wat in de warmtepomp zit, wordt vervolgens hergebruikt.

En hoe krom het dan vervolgens ook weer is, dan zie je bijvoorbeeld in die 'Bill of Materials' bij koper bijvoorbeeld dat wij daar 15% gerecycled koper bij puur koper stoppen en zulk soort koper gebruiken. Dan kom ik eigenlijk eventjes terug op het feit wat ik in het begin zei over lekkage. Waarom zou je niet 100% gerecycled koper kunnen gebruiken in je in je installatie? Bedoel dan ben je veel duurzamer bezig. Dat heeft dus met de kwaliteit van het materiaal te maken. Op het moment heeft puur koper gewoon technisch betere eigenschappen dan gerecycled koper. Anders heb je gewoon de kans dat je product eerder kapot gaat, of dat die gaat lekken, of nou ja, ga zo maar door.

Florian:

Ja want hoorde ook van Rudy dat jullie onder andere een e-scrap plant hebben geïnstalleerd om materialen alweer te kunnen extraheren vanuit printplaten. En hebben jullie ook wel andere toepassingen?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Nee, Dat is in principe de enige die we dat op dit moment hebben. De e-scrap heeft in de NMD of de methodiek biedt dus geen mogelijkheid om dat goed te kunnen integreren in hun pakket. Het is heel fijn en mooi dat er zo een fabriek is die dat doet. Alleen het wordt niet gewaardeerd in de NMD. Daarnaast, wij kunnen ook niet garanderen dat alle printplaten van al onze machines naar die fabriek toegaan. Als zo'n buitendeel kapot is, dan bel je de installateur op en dan zeg; Ik wil een nieuwe en wat hij er vervolgens mee doet, dat weten we niet. Maar het kan zijn dat hij hem of dat een eindgebruiker hem zelf naar de milieustraat fietst. Of dat hij hem uit ijzer inlevert bij de oud ijzerboer en allerlei onderdelen andere dingen mee doet dat hij reserve onderdelen eruit gaat halen. Daar is geen controle op de op uit te voeren.

Florian:

Behalve als ze na de e-scrap toegaan. Weten jullie dan precies wat er met warmtepompen aan de einde van de levensduur gebeurt?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Nee, nee.

Florian:

Hoe losmaakbaar was het bij jullie?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Zo is het wel, zeg maar geëngineerd dat je het dus ook heel volledig kan demonteren. Dus je zou echt de losse onderdelen waar de warmtepomp uit bestaat, kan je gewoon ja disassembly noemen ze dat, dan kan je gewoon helemaal uit elkaar halen, zodat je dat ja kan hergebruiken. Of dat je dat inderdaad goed kan afvoeren. En een printplaat is dan eigenlijk een van de onderdelen wat heel lastig is, omdat het allemaal gesoldeerd is aan elkaar. Vast nou en daar heb je dus nu z'n e-scrap fabriek voor hebben. Alleen het is niet zoals bij een statiegeld blikje dat je het weer bij ons moet inleveren en dat wij het dan goed kunnen verwerken en daar iets voor terug krijgen.

Lenée:

Hebben jullie daar een soort een commercieel iets voordat je zoiets dat je consumenten wel vraagt om dat terug te brengen bijvoorbeeld?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Nee, het is helemaal niet in Nederland. In principe betaal je als leverancier gewoon verwijderingsbijdrage en dat is het. dus indirecte betaal je daar eigenlijk al voor om het te laten afbreken.

Florian:

Maar het is een beetje makkelijk gezegd Misschien, maar zou je het niet juist fijn vinden om zo'n warmtepomp weer binnen te krijgen om als bepaalde elementen in de warmtepomp nog goed functioneren Dat je die relatief mag makkelijk kan, dan weer kan hergebruiken.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Veel interessante discussies om te kijken als dat het of dat er een business case in zou zitten of iets in die trant. Zeker zou dat overwegen waard zijn. Alleen wat je nu ziet, we leven echt in consumptiemaatschappij. Dat is Natuurlijk wel aan het veranderen, maar ja. Omdat er omheen helemaal voor elkaar te krijgen. Ja, dat heeft zoveel voeten in de aarde dat dat ze daar nog niet mee bezig zijn. Dan zeggen ze eigenlijk liever van nou ja, hoe het dan nu geregeld is? Het gaat naar

de oud ijzerboer uit ijzerboer, die leeft het in en het wordt omgesmolten. En dat materiaal, dat kan je dus kopen. Gerecycled koper staal of wat dan ook om weer in je product toe te passen, dus om echt te zeggen, Ik wil mijn product, wat ik wat ik 15 jaar geleden Op de markt heb gebracht, dat wil ik ook weer terugkrijgen., omdat ik daar nog materialen uit kan winnen. die ontwikkeling gaat ook zo gigantisch, snel over. Nou zeggen ze dat die 15 jaar meegaat. Het is geen onderdeel meer wat Ik kan hergebruiken. Het is echt Alleen het materiaal, zeg maar wat ik nog wat nog waarde heeft.

Ja al langer als 15 jaar ja dan nog onderdelen te vervangen om hem aan de praat te houden. Dat is eigenlijk ook een beetje wat de zotte, want het rendement van die machines. Die die wordt ook steeds beter en beter en beter, dus dan ga je eigenlijk een machine in leven houden waarvan je je dan eigenlijk kan afvragen. Ja, maar Als ik nu een nieuwe koop die is, die verbruikt veel minder elektriciteit, dus wat ik dan bespaar zeg, maar om die machine niet te maken dat dat heb ik in zijn levensduur Misschien wel weer terugverdiend. Alleen dat wordt nu dus niet gewaardeerd In de NMD die die zeggen niet van. Ja, je hebt ook een besparing van Energy tijdens de levensduur.

Florian:

Misschien zou het wel een goed alternatief zijn voor lage inkomen.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Een refurbished warmtepomp. Ja wie weet hebben ze zoveel 15 jaar opeens alweer een nieuw concept om nog een verbeterd soort warmtepompen.

Lenée:

Misschien nog een vraag over de ook de transport ga ik er toch weer even bij halen van eigenlijk een locatie naar de e-scrap, want hoe werkt dat proces ook weer, want dan heb je dat ook voel is dat nog niet benoemd.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Want je hebt. Eigenlijk hadden we het nu hele tijd over de haven van Rotterdam naar van wijn op de bouwlocatie. Daar wordt het een uiteindelijk gemonteerd en even er vanuit gaande dat hij na 15 jaar dan netjes wordt afgevoerd. Dan zou die dus vanaf de bouwlocatie zou die ergens naar een verwerker moeten gaan. Ook daarvan is er gewoon een aanname nu in de berekening dat is gemiddeld zoveel kilometer met een vrachtwagen. Het is ook kort door de bocht, want over 15 jaar rijden vrachtwagens natuurlijk niet meer op diesel. Dus ja dat nou. Ja, Dat is niet aannemelijk laat ik het even zo zeggen en of ze zijn in ieder geval minder milieu vervuילend. Alleen je moet dan alsnog wel berekenen met hoe het dan nu zou zijn. Dus je zou eigenlijk naar de dichtstbijzijnde afvalverwerker zou je eigenlijk zelf een afstand kunnen meten en zeggen van nou en vanuit gaan

dat die over 15 jaar en die afvalverwerker zit daar nog steeds dat je daar dan naartoe rijdt dat, dat kan je zelf opnemen.

Lenée:

Initieert Alklima dat proces ook?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Nee.

Florian:

Alklima levert echt en daarna Laten ze het in principe meer of minder los.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ja, je hebt gewoon echt je product verkocht en wat je als eindgebruiker daar uiteindelijk mee doet, dat is aan de eindgebruiker. We verkopen het natuurlijk eigenlijk aan een installatiebedrijf en het installatiebedrijf installeert het. Soms zit daar nog een onderhoudscontract bij of iets in die trant en die zou natuurlijk ook uiteindelijk een bepaalde vervanging kunnen doen en dan gaan wij weer leveren dus ons oogpunt zit echt op het leveren van. Dus de meerwaarde van Alklima wel dat wij kennis en kunde hebben om een installateur zo goed mogelijk zijn product te laten verkopen, te Laten monteren, te gebruiken, maar op het moment dat het in gebruik is, dan hebben wij eigenlijk niet zo heel veel meer In de pap te brokken, want Het is niet meer van ons. We hebben het verkocht en je ziet wel dat er nog iets met de regeling in de cloud komen, dus dat je ook een soort van monitoring krijgt. Alleen als leverancier doen wij dat. Dat is ook weer voor de installateur dat de installateur inzicht heeft van hé; ik heb die en die installaties verkocht. Ik heb daar en daar onderhoudscontracten. Ik kan nu online zien hoe het met die machines gaat, of dat ze het nog goed doen, of dat ze vervangen moeten worden. Als leverancier ja houdt het echt op na de verkoop.

Lenée

Want wie was ook weer jullie installateur?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Dat is in dit geval Van Wijnen. Wij leveren rechtstreeks aan Van Wijnen.

Lenée:

Misschien ook iets makkelijker te maken voor ons een vraag voor jou, want wij wilden uiteindelijk aan het 10R-model per materiaal gaan kijken welke einde levensfase of producten dan gekoppeld kunnen worden. Dus je hebt dan de 10R's en dan wilden we eigenlijk gaan kijken voor elk materiaal in welk welke R we hem terug kunnen plaatsen. En dat dan door middel van de tabel hierboven. Heb

jij misschien een tip voor ons of vanuit jullie LCA, is er een betere manier om dat weer te geven. Of heb je misschien een tip hoe we dat het beste kunnen weergeven of het makkelijkste uit kunnen halen?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Eigenlijk een einde leven cyclusmodel bouwen dan daarmee? Nee, dat durf ik niet te zeggen wat je daarmee zou kunnen doen. Maar omdat er wel einde levenscyclussen zijn en die kan je ook op de NMD website als het goed is terugvinden documenten die zou wel kunnen zeggen, hé, Ik ga dat als leidraad nemen, dus ik zie dat een bepaald materiaal dat dat gemiddeld zoveel procent nou ja, wordt gerecycled zoveel procent. Ja re-use, Ik weet niet of dat er tussenstaat, dat gebeurt eigenlijk niet.

Het is heel breed hoor wat dat betreft, dus als je echt specifiek ergens naar wil kijken, dan ga je heel erg de diepte in.

Florian:

Wij zullen dus van dit interview gaan transcriberen en dan zullen we binnenkort ergens naar jou toe mailen zodat je het ook kan bevestigen. Controleren en ja, dan dus bevestigen of je ermee akkoord gaat en nog allemaal een beetje klopt dat we je goed hebben begrepen. Het transcript van deze meeting, die komt in ons adviesrapport uiteindelijk. En het adviesrapport dat is wel binnen heel veel waar je nou ook beschikbaar straks en ook voor onze twee beoordelaars dan vanuit school, zeg maar Hij is, maar hij wordt verder niet verder niet gedeeld,

Product Specialist Woningbouw Alklima gaat hiermee akkoord.

Florian:

Dat is ook daar ook bij akkoord op geven, dus dankjewel.

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ik heb nog wel een documentje gevonden met een forfaitaire waardes voor verwerkingsscenario's. Ik had nog wel een stukje over die warmtepompen met ja diverse scenario's. Dat zal ik allemaal jullie kant even uit mailen. Als je je daar nog vragen over hebben of zo dan nou mail gerust terug, zou ik zeggen. Daarnaast al zeg je echter, Maar ik wil nog dieper inhoudelijk gesprek hebben over, maar hoe zit het nou exact zoals ik in het begin van het gesprek aangaat? Ik ben geen LCA deskundige. Maar dan zou ik zeker zo iemand bellen, dan bel je gewoon naar een LCA expertisebureau, bijvoorbeeld SGS intron. Dat is bedrijf waar wij dan zaken mee doen en zeggen van nou, Wij zijn studenten willen eens kijken van, maar hoe moet ik dit nou invoeren en hoe? Hoe werkt dit dan? Dan kunnen ze je echt wel nog wat meer duidelijkheid over geven.

Florian:

Als we gaan bellen zouden we ook de connectie mogen maken van ja, We zijn bij jullie terecht gekomen via Product Specialist Woningbouw Alklima van Alklima?

Product Specialist Woningbouw Alklima:

Ik zou het eerst globaal houden Als je zegt van; ik kom er niet uit, lukt niet en We willen dit wel heel graag, dan kan ik je wel in contact brengen met, maar dan zal ik dat initiëren van hè. Zie jij een mogelijkheid om hun te benaderen om eens een keer verder over door te praten? Maar globaal kan je zijn er best wel veel bureaus die je ook bijvoorbeeld reviews doen of ga eens over door. Ja dan sta je Natuurlijk vrij helemaal gewoon die Mensen te bellen en vragen te stellen.

Florian:

Bedankt voor je tijd en we zien de documenten graag tegemoet en dan hoor je nog van ons voor de transcriptie.

Bijlage 10 – Transcriptie Interview NIBE

Notulen vergadering NIBE

Overleg dataverzameling NIBE F470

Datum & tijd:	25 oktober 2023, 10:30 – 11:00
Locatie:	Microsoft Teams
Voorzitter:	Florian Kruisheer
Notulist:	Lenée Mondria
Aanwezig:	Service Manager NIBE, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Opening + voorstelronde Florian, Lenée & onderzoek

Florian en Lenée zijn laatstejaars milieukunde studenten aan de HAS green academy (verder te noemen HAS) te 's-Hertogenbosch. Dit onderzoek is onderdeel van onze afstudeeropdracht en voeren wij uit voor Van Wijnen.

Onderzoek Florian & Lenée

Inzicht verkrijgen in de keten voor het toepassen van de ventilatielucht naar water warmtepomp (F470) van NIBE. Dit doen wij door de milieu-impact (CO₂-uitstoot in [kg CO₂-eq/warmtepomp]) van de gehele keten in kaart te brengen middels een LCA. Voor de gehele keten lees;

- productie- en bouw- (fase A),
- gebruiks- (fase B),
- sloop- en verwerkingsfase (fase C) en
- hergebruik (fase D).

Lenée heeft al eerder een onderzoeksstage gedaan bij Van Wijnen over biobased bouwmaterialen. Via deze weg heeft Lenée de huidige opdracht bij de HAS aangedragen. Vanuit de HAS is het verplicht om studenten samen af te laten studeren. We zijn bij dit onderwerp van ons onderzoek terecht gekomen door één van de grootste impactcategorie binnen van Wijnen te selecteren, loodgieterswerk.

Doel van het onderzoek

We willen graag met behulp van de CO₂-Prestatieladder aantonen waar in de keten voor de warmtepomp verbeterde mogelijkheden zitten, in ieder geval voor Van Wijnen. Of dat dan zit in communicatie eventueel, hoe je de keten aan kunt sturen of wat Van Wijnen verwacht van ketenpartners etc.

Bovenstaand willen wij doen door de milieu-impact weer te geven voor alle fasen uit de LCA.

- Waar zitten verbetermogelijkheden voor transport?
- Hoe kunnen we communicatie tussen ketenpartner en Van Wijnen verbeteren of optimaliseren?
- Voldoet de samenwerking aan de doelstellingen van Van Wijnen t.a.v. het thema duurzaamheid binnen de organisatie?

De focus van ons onderzoek ligt op het weergegeven van de milieu-impact van de verschillende levensfasen van het product en hoe de gehele keten eruit ziet.

Aanvulling door opmerking Service Manager NIBE:

Wij kijken dus naar de grootste indicatoren die invloed hebben op de (gehele) keten van de NIBE warmtepomp.

Doelstelling Van Wijnen

De aanleiding van ons onderzoek is de doelstelling van Van Wijnen om volgend jaar maart (2024) te certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder. Een van de eisen om hieraan te voldoen is voorloper zijn m.b.t. de invloed op het hele proces, de keten. Inclusief het betrekken van ketenpartners bij het verbeteren van de keten en het inzicht verkrijgen in de producten die wij (Van Wijnen) gebruiken in de woningconcepten.

CO₂-Prestatieladder

De CO₂-Prestatieladder geeft aan hoe een bedrijf scoort op de manier en mate waarop de bedrijfsvoering en doelstellingen worden toegepast binnen het bedrijf. Focus op de bedrijfsvoering.

Dat begint bij de interne uitstoot (milieu-impact) binnen scope 1 (directe emissies door het bedrijf) en 2 (indirecte emissies door (bijv.) ingekochte goederen). In ons geval betekent dat binnen het proces van Van Wijnen zelf en zodra je een niveau stijgt op de ladder ga je extern kijken naar de gehele keten. Hierbij is het van belang dat wordt gekeken naar de invloed op andere processen in de keten bij ketenpartners.

We koppelen deze CO₂-Prestatieladder binnen ons onderzoek aan scope 3. Dit zijn de indirecte emissies in de gehele keten van een dienst of product.

Opmerking Service Manager NIBE:

NIBE hanteert een Europese standaard die wordt bepaald vanuit het hoofdkantoor in Zweden.

Voorstelronde Service Manager NIBE

De service Manager NIBE werkt nu 5,5 jaar bij NIBE. Sinds een paar maanden als Service-manager. Service Manager NIBE stuurt de 'Aftersales'-afdeling binnen NIBE aan. Hier komen alle problemen rondom warmtepompen binnen en met dit team worden deze problemen verholpen.

Voordat Service Manager NIBE Service-manager is geworden, was hij 5 jaar Productmanager bij NIBE. Per 1 september is hij geswitched en heeft 1 van zijn projecten meegenomen met de focus op LCA, NMD, MKI's.

Service Manager NIBE:

NIBE kijkt naar de Nederlandse markt; wat gebeurt er? Welke partijen zijn betrokken? Begin dit jaar is aan bod gekomen dat warmtepompen heel slecht scoren in die berekeningen. Hoe komt dat? Toentertijd zaten we ook nog bij de Vereniging warmtepompen. Hierin zit je met alle fabrikanten uit de branche in één vereniging en discussieer je over relevante topics die invloed hebben op alle fabrikanten. LCA's zijn daar een heel groot onderdeel van. Laatste tijd is er heel veel discussie geweest over de rekenmethodiek. Aan de waardering die de NMD geeft aan warmtepompen worden vraagtekens gehangen omtrent de kwaliteit. Deze is niet goed. Het is opgezet door mensen met iets te weinig kennis en kunde over warmtepompen en de systemen ervan. Deze data worden dus nu elke keer herzien. Er is nu een correctiefactor van kracht tot 1 november, die mogelijk weer verlengd wordt.

Wij als fabrikant zijn aan het kijken; hoe gaan we daarmee om? Wat moeten we doen? En eigenlijk in Europa is Nederland toch wel een van de voorlopers samen met Frankrijk als het LCA betreft. Service Manager NIBE trekt die kar vanuit Nederland en er is een projectgroep vanuit Zweden, waar we proberen te sturen.

Lenée:

In wat voor stadium zitten jullie qua LCA fase die jullie beoordelen middels een LCA? Is dat dan alleen de productiefase en de bouwfase bijvoorbeeld? Of nemen jullie dat ook echt mee naar de sloop en verwerkingen?

Service Manager NIBE:

De productiefase die heeft zover bij mij bekend de grootste impact op heel die LCA of eventuele berekening. De verwerking of afvoer en recycling van units, dat gebeurt in heel veel landen, vanuit NIBE perspectief gezien, afzonderlijk. NIBE doet dat niet zelf. Wat je echter wel aan kan geven is welke materialen er in het begin stadium aan het product toegevoegd zijn en hoe en of die hergebruikt kunnen worden.

Jullie hadden dat ook al gezien, zag ik;

- Wat is hergebruikt?
- Ga je hetzelfde product opnieuw maken met dat materiaal ga je een ander product van maken?
- Ga je het verbranden zodat er energie vrijkomt wat er ergens voor gebruikt wordt?

Dat is vrij lastig te definiëren, omdat wij niet altijd precies weten wie en waar het product wordt afgebroken. Wat we wel kunnen zeggen is; deze producten gaan erin. Logischerwijze als ze staal

ingaat, dan kan dat weer omgesmolten worden zodat het opnieuw gebruikt kan worden. Als je een LCA gaat maken dan moet je ook aan gaan geven wat voor staal je specifiek gebruikt (virgin steel of hergebruikt). Als je hergebruikt staal voor een percentage toevoegt aan je product. Scoor je ook weer beter in die a fases.

Fase A1 t/m A3

Florian:

Wij willen voor de voor de productiefase (fase A) een Black box opstellen. Hierbij willen zouden wij dus voornamelijk graag inzage krijgen in de stuklijst. Dus wat erin gaat en daarbij eventuele milieu impact [CO₂-eq/jaar] grondstoffen (input) en dan het totale milieu impact [CO₂-eq/jaar] inclusief de warmtepomp. Dit is dan de output. Nu vroegen wij ons af of jullie inzage kunnen geven in een stuklijst van de NIBE F470.

Service Manager NIBE:

Daar heb ik inderdaad ook even naar gekeken. Kijk, in Nederland is het een heel hot topic geworden. De vraag was er nooit, totdat er nieuws verspreid werd in februari. Dus daarvoor deden we er eigenlijk niets mee en was het puur een bouwkundig ding. Van Wijnen die weet het ook wel. Dus wij moesten ook gaan kijken van hé, wat is er beschikbaar. Wat we hebben gezien is dat diverse informatie wel beschikbaar is, maar ook heel veel informatie niet. Wij weten wel redelijk goed wat er inderdaad qua materialen in onze producten gaat en dat dat zou ik ook met jullie willen delen straks. Wij hebben daar zelf nog geen CO₂ footprint of iets dergelijks van bepaald. We hebben een soort 'Environment Declaration' gemaakt, waar we eigenlijk het gewicht van unit pakken, daar allerlei materialen inzetten en zeggen hoeveel kilo of percent een bepaald materiaal uitmaakt van het totaalgewicht van de unit. Dus staal is daarbij bij de grootste. Refrigerants (koelmiddelen) is een klein deel natuurlijk. We hebben wel zo'n inzicht en dat zal ik jullie naderhand toesturen. Alleen dat bevat dus geen CO₂-uitstoot. Er staat in omschreven welke materialen in het product zitten. Het is een wat ouder document. Het is enkele jaren geleden opgesteld. Ik heb er zelf ook even naar gekeken en het viel mij op dat de aantal kilo's die wij omschrijven in dat document, niet overeen met het uiteindelijke totaal. Dus er is een "gap" van een x aantal kilo.

Wij zijn er ook mee bezig. Dus jullie lopen eigenlijk iets op de muziek vooruit, maar in de toekomst zullen wij en heel veel fabrikanten categorie 2 of categorie 1 kaarten in een in de NMD gaan stoppen.

Als je een kaart opstelt mag je altijd een bepaald percentage undefined (ongedefinieerd) zijn. In het bestand dat ik jullie toe ga sturen is ook een stukje onbekend. Hoe dat precies komt is nog onduidelijk. Mijn aanname is dat onze fabriek hier de grootste componenten heeft gepakt. Denk aan de panelen, de compressor, de tank, noem maar op. Maar niet alle kleinere componenten heeft mee

gerekend, zoals een scharniertje, een pootje, een schroefje en een rubber ringetje. Dat is naar verwachting die "gap" die aan het eind overblijft. De grote relevante componenten die zitten er allemaal in.

Florian:

Dat is al heel, heel hulpzaam voor ons.

Service Manager NIBE:

Want wat wil Van Wijnen daar uiteindelijk mee doen? Jullie benoemden al de footprint en de grootste impact categorieën/fasen.

Florian:

Via deze weg kunnen wij aangaan tonen waar in onze gehele keten het hoogste CO₂-reductiepotentieel te vinden is en wat Van Wijnen daar mogelijk voor invloed op kan hebben (in de toekomst).

Lenée:

Voor Van Wijnen, die zich voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder wil certificeren, moeten ze aantonen dat ze inzicht hebben over de gehele keten. Denk bijvoorbeeld aan hoe alles in de praktijk in zijn werk gaat. Daarbij komt vaak dan kijken dat je inderdaad naar kosten kijkt of naar de milieu impact en wij kijken dan in dit geval naar de milieu impact. Het uiteindelijke doel is voor Van Wijnen op papier te hebben hoe de communicatie tussen ons en ketenpartner in elkaar zit. En daarnaast wat kunnen wij (lees Van Wijnen) eventueel nog bieden om verbetermogelijkheden op te stellen voor zowel onszelf (woonconcepten) als onze ketenpartners.

Service Manager NIBE:

En dan gaan jullie ook naar een andere warmtepomp kijken of enkel deze?

Florian:

Dit is dan een ventilatielucht warmtepomp en we gaan ook kijken naar onder andere een lucht naar water warmtepomp.

Service Manager NIBE:

Van een andere fabrikant denk ik dan. Eventueel Mitsubishi?

Florian & Lenée:

Ja.

Service Manager NIBE:

Waarom ik het vraag is dat je dan ook een vergelijking hebt inderdaad en dat als je één warmtepomp erin zet, dan is de warmtepomp altijd de boosdoener. Maar als je nog wat verschillen tussen warmtepompen kan zien, kan dat heel interessant zijn.

Florian:

Dat is ook interessant dan om die verschillen aan te kunnen tonen en dan zou Van Wijnen in combinatie met Mitsubishi en met jullie precies kunnen benoemen per levensfase waar de milieu-impact verschilt. Misschien is dat bij jullie dan ook mogelijk, dit soort voorbeelden.

Normeringen & parameters

Service Manager NIBE:

Er zijn normeringen natuurlijk om dit te berekenen en bepalen. Kijken jullie daar ook naar of hebben jullie zelf een set aan parameters vastgesteld?

Lenée:

We hebben tot nu toe in ons onderzoek gebruik gemaakt van de ISO14044 en 14040. Dit is de leidraad om onze LCA uit te voeren en daarvan gebruiken we eigenlijk gewoon het vaststellen van de scope, systeemgrenzen, et cetera. Binnen deze scope hebben wij besloten we willen naar de hele keten kijken van de warmtepomp, dus dan kijken we echt naar de productiefase tot en met het hergebruik. En voor de gebruiksfase kijken we alleen naar de operationele emissies. Voor de rest hebben wij eigenlijk alleen via deze normeringen onze functionele eenheid vastgesteld en gebruiken we alleen ISO als richtlijn eigenlijk.

Service Manager NIBE:

Wij kijken namelijk zelf naar de EN15804+2. Dat is de vernieuwde normering die indicatoren vaststelt van onder andere warmtepompen. Die wordt in Nederland ook gebruikt en de NMD zet er dan nog een paar extra indicatoren op.

Lenée:

Ik zie ook inderdaad dat hij eigenlijk gelijk refereert naar EPD's, dus de Environmental Product Declaration. Werken jullie daar voornamelijk mee?

Service Manager NIBE:

Op het moment als je product in de EU wil verkopen, dan ben je verplicht om iets te doen met Energy labeling. Energy labeling zegt iets over de performance of de efficiëntie van een toestel. In Nederland is dat eigenlijk BENG. Het product heeft een hele goede COP of hij is super zuinig. Alleen, dat zegt niks over hoe energie of milieuvriendelijk dat product is gemaakt. In Nederland hebben we de NMD in het leven geroepen en in Europa wordt dat de EPD. De EPD wordt straks een combinatie

van en een energie- en een milieulabel. Dat gaat er in de toekomst zo uitzien en nu zijn fabrikanten zover bij mij bekend nog niet verplicht om die milieuclassificatie door te geven. Fabrikanten mogen het doen. Alleen die regelgeving die wisselt elke keer van nou dat je nu die die die plus twee versie hebt. Dat wijzigt nog continue.

Wij zijn daar wel mee bezig. Staan we daar en hebben we daar nu alles al voor in kunnen en kruiken? Nee, zeker niet. Maar we gaan er wel over in gesprek met klanten, waaronder Van Wijnen. Ik heb ook een aantal keer met ABT gesproken. Die doet ook verschillende dingen voor Van Wijnen. Ik vroeg me af of jullie die misschien ook hadden gesproken, ABT Wassenaar. Wij hadden contact bij Van Wijnen met Michel Polder. Die zit in Heerenveen. En dan bij ABT Wassenaar die doet voor Van Wijnen de NMD berekeningen. Daar hadden we contact met Michel Dietrich en Jari Dijken. Ik kan het jullie wel doorsturen. Ik heb ze In de chat gestuurd.

Daar hadden we in het verleden nog wel eens contact mee, want die maken op dit moment bijvoorbeeld die MPG berekeningen voor Van Wijnen. We hebben daar dus ook een paar keer met adviesbureau ABT naar gekeken. De verwachting is dat die NIBE F470 heel erg goed scoort, omdat er R92 in zit en omdat het een compleet toestel is met ventilatie, verwarming en tapwater. Daarnaast heeft het een hermetisch gesloten compressor box.

Sloofase

Florian:

Je benoemde dat hoe het wordt gesloopt minder duidelijk is bij jullie, maar de elementen die daaruit kunnen worden hergebruikt, dat hebben jullie in overzicht staan?

Service Manager NIBE:

Nee, dat hebben we niet in een overzicht. Als je gaat kijken naar bepaalde grondstoffen, laten we zeggen staal, dat laat zich makkelijk hergebruiken of in ieder geval recycelen/opnieuw gebruiken in een nieuw product. Dat dat verbrandt je niet, dus eigenlijk op basis daarvan; wat is gebruikelijk om te doen per grondstof? Kan je wel redelijk inschatten wat er wordt verbrand of wat er daadwerkelijk opnieuw wordt gebruikt. Kijk bijvoorbeeld de koudemiddelen, die worden ook uit dat ding gehaald en die kan je vervolgens gewoon ergens anders in stoppen. Dus dat is volledig herbruikbaar. Een printje (ook wel printplaat), daar heb je niks meer aan. Dus dat die bijvoorbeeld verbrand wordt, is zeer aannemelijk.

Lenée:

Je had het daarstraks over dat er dus nog niet een milieu-impact aan elk materiaal/element is gekoppeld. Hebben jullie wel voor, bijvoorbeeld het totaal van het product, de warmtepomp wel een totale milieu impact?

Service Manager NIBE:

Nee, dat is ook work in progress. Wij hebben wel een team, ik zit ook in dat team, waar we daar wel aan werken. We hebben een aantal warmtepompen. Welke warmtepompen hebben de prio? We kunnen ook niet alles tegelijkertijd doen. We hebben heel veel verschillende types. Dat moeten we per warmtepomp doorlopen en alles boven tafel krijgen. Maar dat is niet mis wat je daar moet doen. Dat wordt echt goed onderschat.

Lenée:

Dat hebben wij ook gezien nu ja.

Florian:

We hebben ook een mooie uitdaging voor ons liggen. Zeker omdat we dus die vergelijking met meerdere warmtepompen maken.

Service Manager NIBE:

Denken jullie dat je als het resultaat van jullie scriptie klaar is, dat Van Wijnen dat ook gaat gebruiken om die MPG te gebruiken in de MPG te gebruiken? Zien jullie daar een mogelijkheid?

Lenée:

Dat zou kunnen. Afhankelijk natuurlijk van de kwaliteit die wij leveren. Wij voeren wel ons onderzoek uit volgens de werkwijze die Van Wijnen graag zou willen toepassen. Dus in principe, zouden ze dat kunnen toepassen voor eventueel later inderdaad. Ik moet wel zeggen dat we wel vrij strak binnen de lijntjes zitten binnen Van Wijnen natuurlijk. Wij als studenten kunnen niet heel veel invloed uitoefenen op wat er uiteindelijk uitgevoerd gaat worden.

Florian:

Misschien dat Van Wijnen het als een opzetje gaat gebruiken.

Service Manager NIBE:

Als je namelijk je 'Product Declaration' af hebt met je CO₂-footprint en dergelijke erin, moet het ook langs een reviewer (een onafhankelijke third party), die jullie data gaat beoordelen en vragen gaat stellen voordat het gebruikt kan worden. Kijk dat jullie een heel eind komen en je kan het ergens tussen krijgen. Zou ik wel benieuwd zijn hoever je dan komt. Ik denk niet dat ABT hem gelijk kan toepassen, maar ben wel benieuwd wat ze ervan vinden.

Lenée:

Zeker goed punt inderdaad.

Transport (fase A4)

Florian:

Trouwens nog wat vragen over transport. We weten dat binnen het Fijn Wonen concept de NIBE warmtepomp die gaat naar de Van Wijnen locatie in Heerenveen, waar de techniek module in elkaar wordt gezet. Als het goed is wordt die warmtepomp in Zweden geproduceerd. Hoe zit het met de transport vanuit Zweden naar bijvoorbeeld eerst jullie zelf in Nederland en dan naar Heerenveen. Regelen jullie dat zelf of hebben jullie daar een ketenpartner voor?

Service Manager NIBE:

Nou, dit hebben we al uitgezocht, uiteraard voor onze warmtepompen. Onze warmtepompen worden gemaakt in Markaryd. Dus dat is productie plaats. Dan worden ze vervoerd naar een magazijn. Dat ligt aan de rand van Markaryd. Als wij een LCA opstellen, dan moeten we die kilometers ook meetellen, maar op zich een productie in Markaryd en de opslag in Markaryd, denk voor jullie dat het wel oké is. Dan gaat hij met een vrachtwagen naar Denemarken. Dat is 680 km. Varen we over met een ferry. Dat is 320 km. En dan vervolgens met de ferry naar Duitsland en dan rijden we vervolgens van Duitsland naar Tilburg. Behalve als Van Wijnen direct levering krijgt, maar volgens mij heeft Van Wijnen op dit moment nog geen één van deze producten besteld. Dus daar zitten we ook met smart op te wachten. We kunnen de warmtepompen ook direct bij hun leveren. Dus dan sla je stapt Tilburg over.

Lenée:

Dat zou op zich gunstiger zijn, want dan moet hij naar Heerenveen.

Service Manager NIBE:

Dus onze conclusie tot nu toe is dat het transport, zeker omdat je volle trucks verstuurt, is de milieu impact van transport op warmtepompen nihil. Dus dat doe ik niet zoveel. Behalve als je één product gaat vervoeren, dan tikt het aan. Ik zag jullie EURO6 dieseltrucks hadden genoteerd, die hanteren wij inderdaad ook en het zijn normaal gesproken volle trucks.

Florian:

Dat tabelletje was als een voorbeeld van hoe wij het dan proberen inzicht in te krijgen.

Lenée:

Hoeveel warmtepompen gaan er ongeveer in zo'n truck weet je dat toevallig?

Service Manager NIBE:

Een stuk of 52. Het zijn ongeveer halve europallets.

Einde levensduur

Florian:

Je vertelde dat jullie niet precies inzicht hebben waar de warmtepompen worden gesloopt, weet jij wel of er een bedrijf is die de meeste van jullie warmtepompen in neemt na einde van de levensduur? (Zodat wij daar eventueel nog contact mee kunnen opnemen.)

Service Manager NIBE:

Geen idee. Ik weet wel dat vanuit de vereniging warmtepompen veel contact was met een organisatie en daar moeten alle fabrikanten een verwijderingsbijdrage aan betalen. Zij hebben daar wel beter kijk op. Als je iets zoekt over verwijderingsbijdrage warmtepompen, dan zal je ergens bij een bepaald loket uit moeten komen. Maar ik durf niet te zeggen waar dat precies plaatsvindt, geen idee.

Het lijstje zal ik dadelijk naar jullie toesturen en veel meer dan dat lijstje hebben wij op dit moment ook niet.

Florian:

Maar dat helpt ons al, dus dat scheelt.

Lenée:

Ja dan weten we in ieder geval wat erin gaat en dan kunnen wij verder zelf eventueel nog dingen uitzoeken.

Service Manager NIBE:

Als het over verwijderen gaat, een deel van de componenten, de stalen, die worden gewoon weer omgesmolten zodat ze weer opnieuw gebruikt kunnen worden. Niet specifiek in onze warmtepompen, maar überhaupt komen ze weer de markt op. Koudemiddelen kan je ook aftappen en eventueel weer gebruiken. Een groot deel, zoals plastic componenten, die worden ook gewoon verbrand. Volgens mij stond dat niet in dit lijstje wat ik jullie ga sturen, maar van een andere warmtepomp heb ik wel eens gezien dat 97% hergebruikt wordt, in welke vorm dan ook. Dat is daadwerkelijk recyclen en verbranden zit daar natuurlijk ook bij. Dus je hebt maar 3% echt waste.

Lenée:

Willen wij eigenlijk ook nog weten hoe dat nou zit met het eventueel recyclen van pallets in je keten? Want dat hoort eigenlijk ook bij je hergebruik. Doen jullie daar ook iets mee?

Service Manager NIBE: Het is niet alleen pallets, maar alle verpakkingsmaterialen die jij gebruikt om je product heel op één plek te krijgen moet je in de LCA ook meenemen. Wat doen wij daarmee? Ja, daar doen we eigenlijk niet zoveel mee.

Zijn veel punten hoor. Ik zou als ik jullie was, echt een paar goede kaders stellen van tot waar je het wel gaat doen. We hebben afgelopen maanden hebben we hier ook trainingen gevolgd om LCA's op te stellen een scriptie is denk ik niet genoeg om dat helemaal voor elkaar te krijgen.

Florian:

We merken ook de hele tijd, dan hebben we een beeld en dan komen er een paar punten bij die we eigenlijk ook mee moeten nemen of willen nemen. En dan realiseren we ons alweer van nee dit is afbakening. Hier gaan we ons op focussen.

NMD (Nationale Milieu Database)

Service Manager NIBE:

Pas heeft de NMD één document opgesteld waar ze uitleggen hoe ze categorie 3 kaarten voor warmtepompen maken.

Lenée:

We hebben daar wel iets over gehoord inderdaad. Dat iemand daar mee bezig was geweest om die van die factsheets, noemden ze het bij ons, op te stemmen. We hebben zelf nog niet echt tijd gehad om daar te kunnen kijken.

Service Manager NIBE:

Jullie hebben hem al wel dat document? Ik kan nog wel wat toesturen, want de informatievoorziening is extreem beperkt rondom dit onderwerp. Je moet overal net op de juiste plek zitten. Ik zal nog wat documentjes toevoegen waar jullie naar kunnen kijken omtrent warmtepompen.

Florian & Lenée:

Dat is heel fijn. Dankjewel!

Afronding

Florian:

Vind je het prima als we nog contact met je opzoeken, mochten we weer of nog extra vragen hebben?

Service Manager NIBE:

Dat is goed, niet te moeilijke vragen dan. Tot nu toe viel het mee. Als er wat is, laat het maar weten en dan kijken ik hoe ik jullie kan helpen.

Dit is het einde van de notulen. Hieronder een korte samenvatting van gemaakte afspraken met Service Manager NIBE omtrent het delen van producten en gegevens.

- *Notulen van dit gesprek worden als bijlage toegevoegd aan ons adviesrapport.*
- *Het adviesrapport is alleen intern (binnen Van Wijnen) en voor de 1^e en 2^e beoordelaar (van de HAS green academy) beschikbaar.*

Met Van Wijnen wordt nog afgestemd welke informatie en eindresultaten met NIBE gedeeld mogen worden na afronden van het onderzoek.

Bijlage 11 – Transcriptie Interview Itho Daalderop

Notulen vergadering Itho

Overleg dataverzameling Itho WPU 5G

Datum & tijd:	1 november 2023, 15:00 – 16:00
Locatie:	Microsoft Teams
Voorzitter:	Florian Kruisheer
Notulist:	Florian Kruisheer
Aanwezig:	Manager SHEQ Itho Daalderop, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Introductie

Florian:

Goedemiddag. Wij zijn Lenée en Florian. Wij studeren Milieukunde aan de HAS in Den Bosch. Op dit moment zitten wij in ons laatste jaar zijn we bezig met een afstudeeropdracht voor Van Wijnen en daarin willen wij graag de gehele keten voor de WPU 5G in kaart brengen om aan te tonen waar mogelijk reductie potentieel zit in het aspect van CO₂, de milieu-impact.

Lenée:

We hebben begrepen van een van onze collega's dat Van Wijnen eventueel nog openstaat om de WPU 5G toe te gaan passen. Van Wijnen gaat zich certificeren voor niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder en daarvoor willen ze de gehele keten in kaart brengen, dus ook voor producten die eventueel in de toekomst toegepast gaan worden. Vandaar dat wij deze mogelijkheid met beide handen aan willen pakken om te kijken wat er mogelijk is. Eventueel dat daar ook voor jullie zelf nog nieuwe inzichten inzitten. Vandaar dat wij contact hebben gezocht met jullie, want we waren toen ook langs geweest bij de vakbeurs Energie in Den Bosch. Daar hadden we met Ben Smulders gesproken die ons had doorverwezen naar u en daarvoor zoals u weet, hebben we ook al contact gehad met Erik Groenewoud.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja, dat zijn allemaal mensen aan onze commerciële kant, zal ik maar zeggen.

Lenée:

Kunt u zich voorstellen, wat is uw rol?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ik werk als SHEQ manager, oftewel Safety Health Environment Quality binnen de CFL groep (Itho Daalderop en klimaatgarant). Een belangrijk deel van mijn werk zit natuurlijk vooral in kwaliteit en environment. Aan de andere kant zijn we ook bezig met een LCA en dat proberen we onder een nieuwe pet te vangen. Dat is een pet die ik ook op ga zetten met vooral de focus op duurzaamheid.

Maar binnen de SHEQ kant, dus alles wat te maken heeft met productie, kwaliteit en dat soort zaken, dat gaan andere mensen doen. We doen dat overigens met een team van 12 à 13 man in de kwaliteitskant, waarvan de duurzaamheidskant nu een integraal deel is, maar dat willen we eruit gaan halen. Hierbij willen we inderdaad bezig zijn met een LCA, iets wat overigens ook al is gestart op dit moment.

Maar wel met één groot verschil, dat tot nu toe een LCA vooral een intern spelletje is geweest om te kijken waar onze grote bleeders zitten en wat ermee te doen. Terwijl langzamerhand een LCA een heel ander verhaal wordt als je naar de MPG gaat kijken en alle problematieken die daarbij komen kijken. Daar zullen jullie ook van op de hoogte zijn dat we de MKI en dergelijke van een warmtepomp in, onder andere CO₂, moeten weten als fabrikant. Anders kan je terugvallen op categorie 3 kaarten in de NMD. En dat zijn toch allemaal wat minder interessante zaken. Wij zijn er zeker wel mee bezig. Wij hebben als target ook al staan dat uiteindelijk de LCA's in de NMD moeten komen. De NMD heeft ook haar acties om het interessanter te maken voor fabrikanten door onder andere witte vlekkenplannen. Totaal gezien gaat uiteindelijk de wetgeving er wel verzorgen dat we het met zijn allen doen, want anders hebben we een hele andere uitdaging om überhaupt producten nog toe te kunnen passen.

Het heeft dus zeker de aandacht bij ons. Ik denk ook dat er een aantal vragen wel kunnen worden beantwoord.

Fase A1 – A3

Florian:

Dat zou prettig zijn inderdaad. Binnen de LCA gaan we kijken naar de productiefase, gebruiksfase, etc. en laten we dan beginnen bij de productiefase, met name fase A1 tot en met A3. Die gaan wij benaderen via een Black box. Dus alles wat tijdens de productie etc. gebeurt laten we terzijde. Voor een Black box benadering zijn slechts een input en een output van belang. De input wordt ingevuld als een materialenlijst met mogelijke milieu-impact eraan gekoppeld en de output is de WPU 5G met daaraan de milieu-impact gekoppeld. Dus wij vroegen ons af of het mogelijk is misschien inzage te kunnen krijgen in zo'n stuklijst/materialenlijst.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Dat is iets wat we normaal niet doen. We hebben wel die materialenlijst. We hebben stuklijsten, maar een LCA-stuklijst is toch nog wel even anders. Daar zitten nog veel meer details in. Wij kopen pompen in bijvoorbeeld, maar in een pomp zit ook wel weer de nodige onderdelen. Deze splitsing van onderdelen hebben we voor een flink aantal producten wel gedaan. Voor de WPU 5G is die overigens niet helemaal compleet. Die hebben we tot nu toe nog nooit vrijgegeven aan iemand in ieder geval. Ook omdat het eigenlijk best wel concurrentiegevoelig is, want je weet ook precies uit welke landen het vandaan komt en dan weet je echt heel veel.

Lenée:

Wij hebben nu in ieder geval ingezet op de categorisatie naar het soort materiaal wat daar dan in gaat, dus een metaal, aluminium en noem maar op. Hoe kijkt u daarnaar dat zoiets nog gecategoriseerd wordt voor ons in een materialenlijst. Dan hoeft het eigenlijk niet eens heel gedetailleerd te zijn. Want onder andere de herkomst van het materiaal hoeven wij ook niet per se te weten voor de Black Box. Dus eigenlijk puur de categorie van het materiaal wat erin gaat en dan eventueel een milieu-impact als output van de totale warmtepomp.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja, jullie gaan dan zelf die metalen tegen een Ecoinvent-achtige de database aanhouden om uiteindelijk een algemeen beeld te krijgen. Daar heb je eigenlijk de locatie waar het vandaan komt wel nodig.

Lenée:

Daar zouden we dan een aanname voor doen. Dan is het afhankelijk of jullie de data die wij genereren willen gebruiken. Dan kunnen jullie daar zelf later mee spelen als jullie dat willen. Voor ons is het dan om aan te tonen dat wij op die manier contact willen leggen met jullie, zodat wij dus ook weten wat nodig is wat Van Wijnen moet kunnen aantonen om invloed te hebben op de keten.

Florian:

We hebben ook een geheimhoudingsformulier ondertekend, dus blijft het binnen Van Wijnen en dan puur voor beoordeling naar onze school.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja, dat dat snap ik wel. In ieder geval kan ik wel zeggen dat wij waarschijnlijk nooit een stuklijst compleet gaan afgeven, dat doen we zelfs naar de LBP-sight niet. Tenzij er een hele duidelijke geheimhoudingsverklaring is. Er spelen op dit moment erg veel dingen met betrekking tot de MPG-aanpassingen etc.. Het is een zeer actueel onderwerp.

We moeten dan wel tijd ervoor maken, want dan moeten we gaan kijken welke materialen erin zitten en kunnen we die min of meer in tellen in bepaalde materiaal categorieën. Dan weet je dat het zoveel aluminium is en er zit zoveel hoogwaardig staal in. Dat kunnen we wel, want ik heb de stuklijst hier van de warmtepompunit in detail, inclusief Ecoinvent waarde. Dat is niet het probleem. Wij werken zelf met een apart pakket, dat heet de Ecochain. Dat Ecochain pakket helpt ons om al die combinaties van productie en van de materialen, maar ook het produceren van en het inkoop van materiaal, om daar factoren aan te koppelen.

Onze target, over het algemeen, was in de beginfase vooral te kijken waar de grote bleeders zitten. Is het nou bijvoorbeeld zo heel erg om een platenwisselaar uit Taiwan te halen, waar nogal wat fabrikanten zitten op dat gebied, of kan je dat nou toch maar beter uit Zweden halen? Dat zijn dingen die je vrij gemakkelijk boven water kan krijgen. Als die hele platenwisselaar voor maar een fractie meetelt in het totaal, dan kan je je heel druk maken, maar dat heeft niet zoveel zin. Je ziet bij warmtepompen in zijn algemeenheid wel dat de grote klappers overigens toch wel vooral in compressoren zitten. Dat is ook het wrang en dat geldt voor alle fabrikanten denk ik ongeveer. Er zijn misschien 4 à 5 fabrikanten van compressoren in de wereld en veel zitten ook nog in Azië. In een compressor maak je vaak wel een onderscheid tussen staalsoorten, onder andere hoogwaardig staal en goedkope varianten die je voor behuizingen gebruikt en dat soort dingen. Maar voor compressoren, omdat het toch een vorm van een drukvat is waar er ook flink wat druk op kan komen te staan, gelden iets andere uitdagingen. Daar gebruiken ze dus ook andere staalsoorten voor, maar die hebben over het algemeen ook wel een heel ander milieuprofiel.

Florian:

Ja, het zou in ieder geval ons heel erg helpen als we tot op een zeker niveau de categorieën in ieder geval zouden kunnen krijgen.

Lenée:

In de agenda hebben we even geschetst hoe wij kijken de naar de Black Box. Dus in principe, stel jullie zouden een deel van zo'n materiaal- of stuklijst zoals wij dat dan noemen in categoriewijze kunnen geven, kan daar dan ook een gewicht aan worden gekoppeld of is dat echt zoals we het net bespreken dat deze categorie eraan zit gekoppeld en dat gaat erin. Dat wij vervolgens zelf mogen het uitzoeken wat het product uiteindelijk is.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ik kijk even of ik het helemaal begrijp, maar kunnen we aangegeven: dit is het materiaal, normaal staal 37 en dat is zoveel kilo. Daarmee kan je uiteindelijk in de Ecoinvent database, als jullie daar toegang toe hebben, het daar wel ophalen wat de CO₂-impact is omdat dat per materiaal wel beschikbaar is.

Als wij op moeten gaan geven wat het materiaal per categorie is, dat kan eigenlijk niet, want staal en staal zijn voor ons twee verschillende dingen. Sommige staal komt uit Zuid-Holland en er zijn ook stalen die in de units verwerkt worden die uiteindelijk uit Spanje of Italië komen.

Lenée:

Dat deel wat u dan nu noemt, dat zit voor ons in principe in de Black Box, dus daar hoeven wij ook niet het hele proces achter te weten. Dat mag van mij wat mij betreft ook helemaal achter wegens laten. Wij zijn eigenlijk alleen benieuwd wat de uiteindelijke output qua milieu-impact is. Dan hoeft er ook niet eens een sub categorisatie gemaakt te worden naar hoe de transport werkt en wat voor elementen er zijn gekoppeld aan wat voor categorie het element is.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja, eigenlijk is die output vraag een EPD, dat je zou willen?

Lenée:

Ja eigenlijk wel, ja.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja, die hebben wij op dit moment niet. Daar kunnen we denk ik niet mee helpen op dit moment. Wij hebben wel heel veel input, maar om naar een EPD te komen moet je uiteindelijk een complete LCA gedaan hebben. Die EPD hebben we op dit moment nog niet omdat we geen gevalideerde LCA'S hebben.

Het traject zo waar wij op dit moment in zitten, is op dat wij het in een Ecochain pakket zetten waarbij andere dingen eraan worden toegevoegd. We hebben daar ondersteuning bij. Daar wordt uiteindelijk iets berekend. Om het in de NMD te krijgen zal je een notified body, dus een gecertificeerd bedrijf, moeten laten valideren. Dan heb je pas een LCA en dan kan je kijken om een EPD af te geven. Dat is nu helemaal de volgorde. Wij hebben op dit moment geen gevalideerde LCA's.

Ik heb al een output vanuit Ecochain, dus indicatief weten we het echt wel. Die zijn alleen niet compleet, want dan moet je ook alle fases in beeld hebben om überhaupt die EPD te kunnen krijgen. Als we naar agendapunt 1 kijken (fase A1 t/m A3), dan zouden we het denk ik wel aan kunnen leveren, maar daar moet ik echt mensen voor vrij maken. Het is wel weer even zitten omdat er 400 onderdelen inzitten.

Je moet echt wel even aan de gang. Het gaat niet vanzelf. Daar zou je wel de massa per materiaal categorie kunnen geven. Daar kunnen we indicatief misschien ook nog wel de Ecoinvent categorie achter zetten waar we dan over praten, omdat het transport verhaal daarachter niet zo groot is.

Wat betreft de output kant van A1 tot en met A3, daar kunnen we wel een bepaalde CO₂ opzetten, maar daar zit dan de productiefase in.

Ik zit even te denken of we die helemaal compleet hebben. Dat wordt allemaal een veel grotere uitdaging voor ons. Daar moet je dus wel de energiestromen in je productie meenemen. Dan moet je de energie die je voor verlichting en verwarming etc. gebruikt doorrekenen per product. Dat hebben we voor het grootste deel wel beschikbaar, dus indicatief kunnen we er wel wat mee. Alleen is daar ook heel veel werk aan en tijd is altijd een kritisch punt. Dat moet ik eigenlijk even met mijn collega's overleggen wat we hiermee doen.

Deze Black Box benadering, dat maakt het wel wat toegankelijker voor ons, ook om daarmee mee te werken. Anders ga je erg veel detail, maar ook heel veel interne informatie die naar buiten wordt gebracht. Dat doen we natuurlijk liever niet.

Lenée:

Nee, nee, dat kan ik me voorstellen. Dat hebben we alle respect voor.

Fase A4

Florian:

We hoorde dat voor de warmtepomp het wordt allemaal wordt verzameld/geproduceerd in Tiel. Dan na de productie van de warmtepomp in Tiel de warmtepomp gelijk naar een bouwlocatie toegaat.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

We hebben twee vormen van orders inderdaad, maar eentje ervan is een direct delivery. Dat betekent dat ze vanuit onze productie eigenlijk linea recta naar de toepassingslocatie gaan. We hebben ook voorraden, die extern zijn opgeslagen omdat we geen eigen magazijnen hebben. Daar zitten dus een extra paar transportbewegingen bij, maar als het verkoop al bekend is, dan worden ze rechtstreeks geleverd. Dus we doen dan ook productie on demand om het zo te zeggen.

Florian:

Die transport die regent jullie zelf? Of hebben jullie daar een bedrijf voor?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Dat kan verschillen, vooral groothandels doen het wel eens zelf. In principe hebben wij een partij waarmee we het doen en dat is de Graaf Logistiek. De Graaf Logistiek is een logistieke dienstverlener, dus zij doen naast het transporteren ook de opslag/overslag voor ons. Dus bij de Graaf Logistiek zitten ook onze magazijnen en de locatie is in Oosterhout. Zij gebruiken diesel

vrachtwagens met een classificatie van EURO6 of iets dergelijks, maar dat kan je op hun site ongetwijfeld vinden.

Die transportafstanden zijn betrekkelijk klein, hè? In ieder geval hier in Nederland gelukkig. Dus dat tikt niet heel zwaar aan allemaal. Er valt wel zeker nog wat te winnen, maar dat hebben we dus al gedaan door het concept van directe leveringen uit te rollen. Met directe leveringen scheelt het handelingen, maar ook vanuit kwaliteitsoogpunt hebben we het liever, want bij iedere handeling is een kans op schade aanwezig. Directe leveringen betekent dat het direct naar de bouwlocatie gaat. Wat het verbruik is tijdens de transport, dat weet ik niet.

Er wordt ook heel vaak door bouwers, projectontwikkelaars en installateurs gebruikt gemaakt van een groothandel. Zeker bij dit soort projecten komt dat nog wel eens voor. Dan strippen ze alle verpakkingen eraf en dan zetten ze alles van verschillende fabrikanten/leveranciers op een pallet, wat naar de bouw toegaat, per woning geclusterd. Zoiets is namelijk wel een logistieke ontzorging omdat ze op de bouwplaats veel gedoe hebben met verpakkingen, aangezien al dat afval weer netjes moet worden afgevoerd, waar ze toeslagen voor krijgen etc., iets wat ze niet willen.

Fase A5

Florian:

Op zo'n toepassingslocatie tijdens het installeren van die warmtepomp, weet u welk bedrijf dat uitvoert of doen jullie dat?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

In principe is dat altijd gewoon een installateur. Soms gaat het onder een regie van ons en dat houdt in dat vooral Klimaatgarant die daar bepaalde concepten in heeft. Van der Graaf is een groot in de wereld van installaties, maar je hebt er zo nog veel meer die warmtepompen installeren.

Boringen

Lenée:

Voor het installatieproces van fase A5 is in het geval van Itho, omdat het een water-water warmtepomp is, ook een boringsproces van belang. Als we kijken naar onze scope dan zit dat boringsproces in principe in een voorfase voordat de woning wordt neergezet. Hoe zit dat bij jullie, als jullie weten dat daar een boring moet plaatsvinden, doen jullie dat of zit daar een bedrijf tussen die dat uitvoert?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Wij besteden de boringen eigenlijk allemaal uit. We hebben daar met bodemenergiesystemen te maken en dus ook met de BRL. Dus met de BRL 6000 en 11000 in dat geval en je hebt ook de

versleping. Nou, dat zijn allemaal dingen die eronder vallen. Wij zijn zelf ook wel gecertificeerd, maar boren doen wij sowieso niet zelf. Het voortraject doen we wel engineeren, dus hoeveel bodem wisselaar moet er in. Wat voor woning ga je bouwen? Hoe groot is die woning? Nou, dat stem je dan af en dan moet er ook nog eens een keer een vergunning aangevraagd worden of in ieder geval op zijn minst een melding gedaan worden bij de overheid. Dan worden de boringen gepland, maar die boringen gebeuren eigenlijk altijd door derde partijen. Dat doen wij niet zelf. Wij werken met externe partijen. Het verkopen doen we wel, het verkopen van de bronnen en van de warmtepomp, alleen niet het verkopen van het installeren.

Maar parallel aan boringen horen ook nog verslepingen. Dat betekent dat je vanaf de bron naar binnen toe moet. Ook dat valt onder bodemenergiesystemen en dus onder regelgeving. Dat gebeurt ook door derde partijen.

Florian:

Heeft u dan toevallig ook een naam van een contactpersoon?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Er zijn een hele hoop grotere en een van de bekendste is Remon boringen en die kan je op het internet vinden. Het is geen partij die exclusief voor ons werkt. Het is een generieke, gecertificeerd en in dit geval ook nog een goede bodemenergiepartij. Die leveren dus ook wel de materialen. Dat kan ook bijna niet anders omdat in de bodemenergiesystemen ook heel duidelijk de materiaalspecificatie geborgd moet zijn.

Lenée:

Wij hebben ook als vraag opgeschreven bij deze fase wat voor soort machines worden toegepast bij dit soort boringen, weet u dat?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Uiteraard een boormachine. Vaak is het zo'n half rupsvoertuig dat een boorstelling erin heeft. Ze boren de gaten in de bodem vaak met pijpen. Wat zal dat zijn, een meter of tien en dan wordt hij weer verlengd, dus uiteindelijk boren ze eerst een gat. Daar wordt ook wat materiaal in toegevoegd tijdens het boren, om tijdelijk een soort verharding van de wand te krijgen. Dan wordt de buis eruit gehaald en wordt daar de bodem lus in gehangen, welke geprefabriceerd wordt aangeleverd. Dus een kant en klare bodem lus over het algemeen. Dat wil je ook graag, want dat moet ook serieus van kwaliteit zijn. Dan als het ware maken ze fabrieksmatig de U-bocht aan de onderkant. Die wordt over het algemeen gelast en die stoppen ze dan in de put, waarna het gat wat ze geboord hebben wordt opgevuld met bepaalde soorten klei. Zodat je een goede opsluiting hebt tussen waterlagen in de bodem omdat je altijd kans hebt op waterlekages. Dat is allemaal onderdeel van het bodemenergie boorproces.

Florian:

We hoorden dat boringen voor de warmtepomp in principe 100 m diep gaan voor de beste efficiëntie.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja 100 m is wel redelijk aan de korte kant denk ik, maar dat kan 100 m tot zelfs 250 m zijn. Dat is erg afhankelijk van waar je zit. Je valt hier sowieso onder een meldingsplicht en op een gegeven moment is het ook zo dat op sommige plaatsen er richtlijnen zijn, zoals dat je niet dieper of zoveel mag boren. In waterwinningsgebieden bijvoorbeeld mag je sowieso niet boren. Daar komt ook die meldingsplicht vandaan.

Lenée:

Ziet u nou ook nog verschil in locaties in Nederland, want we weten dat er in Brabant heel weinig bodemwarmte wordt toegepast omdat je daar minder goed de grond in kan.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja dat ook, maar ook de provincie heeft meer weerstand daartegen, ja, zeker.

Lenée:

Want ziet u dan ook nog verschil in Nederland qua locatie waar dan de meeste, vanuit jullie gezien voor het bedrijf, wordt toegepast?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

De meeste toepassing vindt plaats in de Randstad, want daar wonen de meeste mensen. Dat heeft niet zoveel met de bodemgesteldheid te maken, maar globaal gezien kan je denk ik wel zeggen dat heel Nederland OK is. Misschien in Limburg heb je delen en je hebt mogelijk heel veel klei in Zeeland, want klei is niet de beste geleider. Uiteindelijk wil je dat de warmte toevoert door de bodem en hoe meer water, bij voorkeur dik water, hoe liever je daarin wilt boren.

Dan heb je de makkelijkste en de beste warmte toevoer, dan heb je de minste meters nodig. Daar doe je sonderingen voor. Daar bekijk je ook tijdens het boren wat de grondgesteldheid is die eruit komt zodat je dat ook kan valideren. Dus voorafgaand aan grote projecten kan een proefboring plaatsvinden. Dat is een aparte tak van sport. Als je een heel groot project hebt, zoals honderden appartementen in de hoogbouw, daar zit ook serieus vele bronnen in. Dan wil je van tevoren wel raak schieten zodat je niet achteraf erachter komt dat het toch even iets meer had moeten zijn. Kortom, daar zijn ook al zoveel ervaringen door de jaren heen ontstaan dat daar echt niet zo snel meer mis geschoten wordt.

Wat bij ons wel echt anders is ten opzichte van de concullega's, is dat wij over het algemeen altijd met 100% water werken. Dat heeft een positieve en een negatieve kant. Het positieve is dat je rendement van de warmtepomp gewoon beter is, want de warmteoverdracht van waterglycolachtige mengsels is sowieso niet helemaal oké, de pompvermogens gaan omhoog, het is dikker vloeibaar, dus aan de rendementskant tijdens de gebruiksfase kant is dat gunstig. Het is aan de bronkant wat ongunstig. Je wil niet dat het kouder wordt dan een graad of 3 à 4 in die bodem met dat water, want dan krijg je ijsklontjes. Dat betekent dus wel dat je meer van de bron nodig hebt, dus die zal meer meters moeten boren om het vermogen eruit te kunnen halen. Maar goed, dat is een natuurkundig gegeven, dat kan je niet veranderen. Maar het is voor ons niet zo'n probleem. We zijn nu een jaar of 20 hiermee bezig en in de tussentijd zijn wij al heel snel overgegaan naar 100% water. Kijkend naar de LCA zal je er daardoor wel iets meer materiaal voor moeten gebruiken, maar dat valt allemaal wel mee.

Gebruiksfase (B6)

Florian:

Wat betreft de gebruiksfase hebben wij in onze scope besloten alleen naar fases B6 en B7 te kijken. De operationele emissies van het energie- en waterverbruik van een warmtepomp. Daarbij vertelde Ben dat jullie bij de warmtepomp een chip hebben geïnstalleerd om via jullie eigen verbinding de operationele emissies bij te houden.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

We kunnen het energieverbruik monitoren. Dat is ook in veel gevallen nodig, omdat het ook wel eens huurwoningen zijn en dat er onder andere afspraken zijn over nul energie. Het monitoren gebeurt inderdaad dus die B6 is bekend. B7 hebben we denk ik niet want het verbruikt geen water, behalve voor het douchen misschien maar ik neem aan dat we dat hier niet bedoelen. Je zal wellicht in de installatiefase nog wat water gebruiken voor bronnen en dat soort dingen, maar voor de rest eigenlijk niet. Voor B6 hebben we een monitoringssysteem voor. Dat is een centrale server en die slaat de data op van iedere warmtepomp die aangesloten. Dan praat je echt over duizenden die we daarop hebben staan. Dat betekent dus ook dat je dan kan zien zo'n ding wat verbruikt.

Het is ook erg privacygevoelig, want ik voel de volgende vraag aankomen. Wat betreft dat privacygevoelige, je slaat gegevens en informatie op die naar een persoon zijn terug te herleiden. Dat betekent dus ook dat voor gebruikers en klanten, tevens woningbouwverenigingen wij die informatie opslaan, waar ook voor moet worden getekend. Wij hebben hele duidelijke regels wat we er mee mogen doen en afgeven is er eentje die niet in dat rijtje thuishoort, denk ik.

Florian:

Je zou ook niet een gemiddelde kunnen nemen? Als je alles bij elkaar zou pakken en daar een gemiddelde uit zou nemen, dan kan je het niet echt herleiden.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja, maar dat is erg moeilijk. Dat klinkt sympathiek, maar het is wel zo dat dat erg afhankelijk is van het type woning. Dan moet je onder andere weten hoeveel gebruiksoppervlakte een woning heeft. Dan moet je dat loslaten op het verbruik. Dan wil je ook weten hoeveel personen er in die woning wonen, want daarmee heb je iets over tapwaterverbruik. De warmtepompen waar we hier over praten, maken ook tapwater met hetzelfde systeem. We weten het energieverbruik precies per woning, maar dat is ook gevoelig, want je kan zien hoeveel energie wordt verbruikt voor tapwater, waarop je kan beredeneren hoeveel mensen daar wonen. Die informatie kunnen we eigenlijk niet afgeven.

Omdat het allemaal Ecodesign producten zijn wat in dit geval op het label zijn aangegeven, kan je wel nagaan wat voor energie wordt verbruikt voor een bepaalde hoeveelheid energie. Je weet wat de woning is, je weet wat het energieverbruik volgens de BENG-berekeningen van die woning. Dan kan je op basis van deze warmtepomp, want daar is gelijkwaardigheidsverklaring voor, nagaan wat je verbruikt voor tapwater. Je zou ook op zijn minst uit kunnen rekenen wat hij doet voor verwarming, want dat is de woning. Dan ga je uit van genormaliseerde temperaturen (20 graden), dan kan je hem uitrekenen.

Wij kunnen het verbruik niet afgeven. Dat kunnen wij naar de gebruikers toe niet doen, want het wordt al heel snel of een heel project, waar we dan weer met projecteigenaren te maken hebben die daar iets van vinden. Dus nee, dat ligt lastig.

Het is wel best een interessant idee om daar wat mee te doen. Ik kan wel een keer vragen even aan onze monitoringsmensen of ze zoiets wel eens een keer afgeven. Of dat ze wel eens grote gemiddelden afgeven, alleen moet je dat wel terug gaan rekenen per vierkante meter. Anders weet je nog niet waar je naar zit te kijken. Dat is een beetje lastig. Het is ook zelfs een verschil tussen hoekwoningen en tussenwoningen en noem alles maar op.

Sloopfase

Florian:

Voor de fases C en D zijn wij benieuwd naar het einde van de levensduur van de warmtepomp hoe het sloopproces eruitziet of jullie dat zelf doen of dat jullie daar ook een derde partij voor hebben.

Manager SHEQ Itho Daalderop:

In principe is het zo dat het een wit- en bruingoedproduct is. Er is een verwijderingsbijdrage voor betaald, dan betaal je er dus ook voor dat het onder de e-waste regeling valt. Dat is ook meestal de gebruikelijke route, alleen hoeft dat niet altijd zo te zijn. We hebben ook wel eens dat wij producten terugkrijgen omdat iemand dat mogelijk wilt. In wezen is kosteloos aanleveren door een sloper of een installateur die de boel sloopt.

Als het gaat over nieuwe producten, zoals het terugkrijgen van een product binnen een halfjaar of een verkeerd product, waarvoor wij een refurbishment-achtige lijn hebben. Als wij dingen terugkrijgen, dan kunnen wij ze soms wel weer als nieuw maken en dan kan je ze ook gewoon weer verkopen. Alleen komt dat bij dit soort producten eigenlijk niet voor omdat zo'n ding wordt gemaakt op permanent montage. Als er al wat terugkomt, dan is het vaak om een technische reden. Het einde van de levensduur moet je al gauw richting de 20/25 jaar rekenen bij dit soort monoblock, voor binnen opgestelde producten. Via warmtepompen voor buitenopstelling wordt de wereld wel een klein beetje anders zo hier en daar denk ik. Dat zou je ook in de LCA aan moeten tonen dat hij zolang meegaat. Inmiddels weten wij dat zo'n product als deze best wel eens 25 jaar kan meegaan. Dan in de fase daartussen zijn er wel servicekosten. Af en toe gaat er een print kapot of dan gaat een pomp kapot of dat soort dingen. Dat hebben wij ook wel aardig in beeld. Iedere fabrikant heeft vaak unieke onderdelen voor hun producten waardoor het in principe nergens anders kan worden gekocht. Dat betekent dat je als fabrikant ook precies weet welke spare parts en welke onderdelen er verbruikt worden gedurende de levensduur. Daar kunnen wij ook onze LCA weer mee opstellen. Dit is ook wel erg gevoelige informatie die we nu ook niet makkelijk af gaan geven.

Lenée:

Misschien dat dat ook een beetje binnen deze informatie valt, maar is het ook zo dat die losse onderdelen, die dus eventueel een kortere levensduur hebben dan die 25 jaar, ook zo vervangbaar zijn in plaats van dat het hele apparaat eruit moet worden gehaald? Hoe zien jullie dat?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Dat hangt er een beetje vanaf, maar in principe is het zo dat alles wat waterzijdig zit allemaal vervangbaar is. Als je praat over koeltechnische storingen, dan wordt het al wat lastiger. Voor sommige producten kunnen we de onderdelen ook op locatie vervangen, maar meestal betekent het wel een gedeeltelijke uitwisseling als er koeltechnisch iets stuk is aan zo'n product.

Aan de andere kant, koeltechnische circuits van dat soort apparatuur zijn eigenlijk een hermetisch systeem, daar gebeurt niet zoveel mee. Ze draaien onder redelijk constante condities. Een bodemwarmtewissel warmtepomp heeft een heel ander belasting patroon dan een unit die af en toe bij -10 in de sneeuw staat te draaien. Dan komen een andere druk en andere temperaturen vrij, wat betekent dat er eerder een compressor moet worden vervangen dan volgens die geschatte

levensduur. Dat is alleen niet het geval. Dit gaat veel langer mee. Dat is ook trial en error en die ervaring moet je door de jaren opdoen. Aan de andere kant, als je een koelkast koopt tegenwoordig, hoe vaak gaat er een compressor kapot van een koelkast? Dat is ook een monoblock-achtig toestel. Een koelkast wordt vervangen omdat de isolatiematerialen verminderen omdat die continu staat te draaien. Koeltechnisch gebeurt er niet zo heel erg veel wat dat betreft en dat zien we dus ook in de uitval cijfers. Natuurlijk gaat er best wel eens een keer wat kapot. Er zitten ook elektronisch expansieventielen op, er zijn stappenmotortjes, maar die zijn allemaal wel weer te vervangen. Die zijn zodanig samengesteld dat je de motor eruit kan pakken zonder dat het koelcircuit eruit moet en dan kan je het vervangen.

Dus de vraag was wat er dan gebeurt. Heel veel onderdelen kan je gedurende levensduur al vervangen. De wereld is op heel veel gebieden toch wel een beetje veranderd. Tegenwoordig is het ook vanuit Ecodesign verplicht om allemaal gelijkstroommotoren en pompen te gebruiken in apparatuur. Die zijn toch ook wel flink wat robuuster allemaal, ondanks dat er meer in zit, maar ze lopen op een andere manier aan. Klassiek gezien is het eigenlijk altijd zo dat bij een motor zoals een pompmotor of een ventilatormotor de grootste slijtagefactoren starten en stoppen zijn. Als je maar zorgt dat je dat heel netjes doet. Dat doe je met toeren geregelde apparatuur heel netjes en dan scheelt dat aanzienlijk.

Eigenlijk is het op dit moment zo dat wij zo'n apparaten bijna niet terugkrijgen. Wij kunnen het terugkrijgen. Wij scheiden het materiaal dan wel, we halen de olie eruit, we halen koelmiddelen eruit. Daar hebben wij een eigen afdeling voor, de afdeling Retouren. Die zorgen ook voor retouren om te beoordelen of er überhaupt garantie geldt of niet. Op het moment dat er heel veel gewicht aan zit, wat vaak betekent dat er materialen inzitten die recyclebaar zijn, zit er vaak ook nog een opbrengst kant aan. Dat is ook een beetje het gegeven dat de e-waste regeling aangeeft; gij zult alles inleveren op een e-waste inzamelpunt. Dat moet dan ook een gecertificeerd inzamelpunt zijn. Maar ik denk niet dat zij 100% van het afval terugkrijgen, eerder de helft. Die andere helft wordt waarschijnlijk toch te gelde gemaakt. Als ik een koperen boiler heb bijvoorbeeld, dan zit er heel veel koper in en koper is toch wel geld waard. Wij gebruiken ook de e-waste afvalpunten, want wij hebben ook zonnepanelen. Stel dat daar een van stuk is, dan moet je die ook via e-waste afvoeren. Maar meestal wordt het dus niet ingeleverd bij ons.

Dat is de realiteit van nu. Wij doen wel bijvoorbeeld bij het retouren van ventilatieproducten de kunststofdelen terug naar onze leverancier sturen omdat bepaalde delen van gerecycled materiaal worden gemaakt. De grote uitdaging bij recyclen is het in beeld krijgen van de stroom die teruggaat ook werkelijk dat is wat ik denk dat het is. Dat is heel erg iets wat met kunststoffen speelt. Gerecyclede kunststoffen zijn er volop, maar ze zijn allemaal duurder. Waarom zijn ze allemaal duurder? Omdat het ontzettend lastig is om de zuiverheid van het kunststof te garanderen. Wanneer

wij iets terugkrijgen, dan herkennen wij al de staat van de kunststof omdat we het zo besteld hebben. Dat gaat terug naar de leverancier en dan is ook de recycling kwaliteit veel beter.

Dat is ook hoe wij in de wedstrijd staan. We denken dat het het grootste voordeel is als een product teruggaat naar een fabrikant zodat die een kortere weg in de recycling keten kan nemen. Die kan namelijk onderscheiden wat RVS 404 en RVS 316 zijn wat een wereld van verschil is. Dan moet je echt weten van wat voor materialen dat zijn. Misschien moet je daar wel een paspoort voor maken. Dat is In de bouw wel iets waar men volgens mij al lang mee bezig is. Ook zijn er af en toe hele mooie filmpjes over kanaalplaten die hergebruikt kunnen worden. Echter, soms ziet het er ook wel heel positief uit, maar de praktijk kan het best nog wel eens narrig zijn op dit gebied. Op termijn denken wij wel dat je naar een wat meer gesloten keten wilt gaan. Dat is altijd het mooiste dat degene die weet wat het is het ook het kan recycelen, want je gaat dan op een veel hoger niveau recycelen.

Florian & Lenée:

We gaan ook een A-LCA maken en een C-LCA. Wat dat betreft zouden we het via een soort casus ook kunnen benoemen dat er met het zicht op de toekomst andere mogelijkheden zijn. We willen de casus ook baseren op het 10R-model voor later zodat je de perfecte scenario kan schetsen om in ieder geval de eerste drie R's kan toepassen om die hele keten circulair te maken. Dat nemen we dan mee in de C-LCA voor de toekomst en de A-LCA is echt voor wat er nu ligt.

Florian:

Om het even samen te vatten. U gaat navraag doen over mogelijkheid van de inventarisatie van de categorieën van de materialen en een groot gemiddelde van het energieverbruik?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Dat ga ik aan onze monitoringsmensen navragen. We gaan even kijken of die eerste vraag, die met de Black Box, of we daar iets mee kunnen voor de in- en output vanuit de A-fase. Voor de rest is het een heel stuk lastiger. Sowieso is dat omdat iedereen er nog wel een beetje mee worstelt. Het is ook lastiger aantoonbaar voor alle fabrikanten. De eerste fase is voor ons als Nederlandse fabrikant met ons eigen ontwerp geen probleem. Dat weten we in detail wel precies.

Afronding

Florian & Lenée:

Heel erg bedankt voor uw tijd en hulp. Mochten we nog vragen hebben, mogen we nogmaals contact opnemen met u?

Manager SHEQ Itho Daalderop:

Ja hoor, Dat is geen probleem.

Dit is het einde van de notulen. Hieronder een korte samenvatting van gemaakte afspraken met Manager SHEQ Itho Daalderop omtrent het delen van producten en gegevens.

- *Notulen van dit gesprek worden gecontroleerd en bevestigd door Manager SHEQ Itho Daalderop en vervolgens als bijlage toegevoegd aan ons adviesrapport.*
- *Het adviesrapport is alleen intern (binnen Van Wijnen) en voor de 1^e en 2^e beoordelaar (van de HAS green academy) beschikbaar.*
- *Manager SHEQ Itho Daalderop doet navraag over mogelijke inzage op lijst van algemene categorisatie van materialen. (Fases A1-A3 a.d.h.v. Black Box benadering)*
- *Manager SHEQ Itho Daalderop doet navraag aan monitoringsmensen over inzage groot gemiddelde energieverbruik. (Gebruiksfase B6)*

Met Van Wijnen wordt nog afgestemd welke informatie en eindresultaten met Itho gedeeld mogen worden na afronden van het onderzoek.

Bijlage 12 – Transcriptie Interview

ENCOR

Notulen Interview ENCOR

Overleg dataverzameling boringproces ENCOR omtrent Itho Daalderop warmtepomp

Datum & tijd: 24 november 2023, 09:00 – 09:25
Locatie: Microsoft Teams
Voorzitter: Lenée Mondria
Notulist: Florian Kruisheer
Aanwezig: Henk Hermelink, Florian Kruisheer & Lenée Mondria

Introductie

Lenée & Florian:

We willen allereerst graag even een korte voorstelronde doen en onze opdracht toelichten. Wij zullen even beginnen met ons voorstellen. Wij zijn Lenée en Florian, laatstejaars Milieukunde op de HAS in Den Bosch. Voor onze afstudeeropdracht zijn we nu bezig bij Van Wijnen. Voor deze opdracht willen we voor verschillende warmtepompen de gehele materiële keten in kaart brengen aan de hand van een LCA. Hiermee willen we vervolgens aan kunnen tonen waar mogelijk nog CO₂-reductiepotentieel te winnen is. Zou u zich nog even kunnen voorstellen?

Henk Hermelink:

Mijn naam is Henk Hermelink. Ik ben technisch manager bij ENCOR sinds september 2021 en ik ga over het materieel, de boortechnieken en ondersteuning daarvan.

Lenée:

We hebben ook, zoals je ziet in de agenda, een aantal fases van de LCA die we dus graag willen bespreken. Wij zijn door een interview met Henk van Itho Daalderop bij u terecht gekomen. We hebben gehoord dat jullie ook boringen doen voor Itho Daalderop warmtepompen en specifiek ook degene die wij onderzoeken, de WPU 5G. Dus vandaar dat wij een aantal vragen hebben opgesteld per levensfase van de LCA.

Fase A1 – A3

Lenée:

Voor dit interview focussen we ons echt op de productie- en bouwphase, dus de gehele A-fase. We hebben het zo ingericht dat we een Black box benadering doen voor de eerste drie levensfasen van de LCA. Daarin zit de ontginning van grondstoffen, transport naar de productielocatie en de

uiteindelijke productie van de warmtepomp. Daarbij hebben we nu ook toegevoegd dat ENCOR boringen doet voor de Itho warmtepomp. Hierbij is dan ook een output van belang, dus materialen/apparaten die nodig zijn voor de boringen en als input de grondstoffen om deze materialen te produceren. We willen heel graag inventariseren hoe het bij ENCOR ervoor staat qua de materiële keten. We zijn vanwege de Black Box voor dit deel niet geïnteresseerd in wat voor productieprocessen er allemaal achter zitten. We zijn slechts benieuwd naar de milieu-impact die vrijkomt bij het produceren van de materialen die nodig zijn om tijdens een boring toe te passen.

Henk Hermelink:

Wij hebben leveranciers die onze materiaal leveren. Wij boren en installeren daarna een bodemwarmtewisselaar. Dan sluiten we die bodemwarmtewisselaar aan op de warmtepomp en daar stopt het voor ons.

Lenée:

Dus jullie hebben ketenpartners die de grondstoffen leveren, maar hebben jullie een eigen productielijn om de materialen te produceren of gebeurt dat ook ergens anders?

Henk Hermelink:

Nee onze leveranciers zijn allemaal toeleveranciers.

Lenée:

Oké, kunt u ons wel vertellen wat voor materialen daarvoor gebruikt worden?

Henk Hermelink:

Ik zal eerst even een overzichtje vertellen van wat wij doen. Wij gaan naar een boorlocatie toe waar een warmtepomp moet worden toegevoegd aan een huis. Die warmtepomp wordt dan door de installateur aanbevolen aan de bewoners of aan de aannemer die het project uitvoert. Hierna komen ze dan in dit geval Itho Daalderop terecht. Vervolgens wordt het in de markt gezet en dan komt er een boorbedrijf zoals wij om te boren en de bodemwarmtewisselaar te installeren. We gaan dan naar die locatie toe met een boorstelling, wat een boormachine is.

Hoe het dan in zijn werk gaat is dat er een gat wordt geboord. De omvang van het gat is afhankelijk van het vermogen wat nodig is en of er één of twee bodemwarmtewisselaars nodig zijn. Daarnaast komen er ook afhankelijkheden bij kijken zoals hoe goed het huis is geïsoleerd en hoeveel kilowatt er nodig is voor het leveren van warmte en koeling. Afhankelijk hiervan wordt de diepte van de boring bepaald. De lussen die wij 90% van de tijd gebruiken hebben een diameter van 40 mm. De lus, oftewel de U-buis, gaat de grond in en daar wordt dan een vloeistof doorheen gepompt, in dit geval water omdat het van Itho Daalderop is. Wanneer het water wordt rondgepompt, neemt die

warmte op uit de bodem. In de zomer wordt de warmte juist in de gestopt en wordt het huis gekoeld.

Wat wij dus doen is dat wij een gat boren met die boorstelling, waarna de bodemwarmtewisselaar erin wordt gebracht. Dat is tylene en daar hebben we verschillende leveranciers voor. Bijvoorbeeld HakaGerodur uit Zwitserland waar we de meeste van gebruiken. Er is ook een bedrijf in Nederland, TuGeo, daar kun je ook bodemwarmte wisselaars kopen.

Dus die warmtepomp gaat erin en wat wij dan doen is dat wij het gat opvullen met grout. Grout is een mix van bentoniet en dat bestaat uit klei, cement en wat andere additieven om het hard te maken. Alleen niet te hard want het moet wel een beetje flexibel blijven. Het gat wordt opgevuld en dat is om ervoor te zorgen dat de kleilaag afgedicht is. Het is namelijk ook een milieuaspect want de kleilaag moet afgedicht zijn voor drinkwaterbedrijven zodat er geen vervuiling in het grondwater plaatsvindt.

Dan steekt die lus uit de grond en is de boring klaar. Vervolgens komt de horizontale aanlegploeg. De horizontale aanlegploeg zet een bochtje vast op de neergaande en opgaande leiding en die sluit hem dan horizontaal aan aan de warmtepomp. Die ploeg brengt hem dan in de woning of in het gebouw en sluit hem aan naar de warmtepomp toe. Dat is wat wij doen.

Lenée:

U benoemde dat er eventueel ook twee verschillende leidingen de grond ingaan. Vanaf waar zit die grens?

Henk Hermelink:

Dat is allemaal afhankelijk van de kilowatts. Als je ruimtegebrek hebt, dan kun je misschien twee lussen in één gat doen zoals in een stedelijk gebied. Als je meerdere boringen gaat doen, dan moet je een hartafstand van ongeveer acht meter tussen de boringen hebben. Dat is ongeveer gemiddeld, soms is dat meer soms dat minder. Het hangt een beetje af van de interferentieberekening en hoeveel bronnen al in de buurt zijn van die bepaalde bron die geboord gaat worden.

In de provincie in het landelijk gebied is dat niet zo moeilijk wanneer je een vrijstaand huis hebt. Als je een stedelijk gebied woont, dan kom je wel eens te dicht op elkaar. Dus dan kan je twee lussen in een gat, boor je wat dieper en dan kun je wat meer vermogen halen. Dat is om met één boring meer vermogen te halen, daar gaat het eigenlijk om.

Florian:

Wij kijken in principe naar een tussenwoning in ons onderzoek. Heeft u mogelijk een lijstje van de materialen die worden gebruikt voor een boring?

Henk Hermelink:

Dat is een bodemlus, grout en horizontale tyleen leidingen. Dat is alles wat wij gebruiken, dus meer is het niet.

Lenée:

We hadden hier ook nog een aantal vragen bij opgeschreven, maar die heeft u al best wel goed beschreven. Wij koppelen ook alle materialen aan een gewicht en een milieu-impact. Dus vroegen we ons dan ook af of jullie daar ook inzicht in hebben als ENCOR wat het gewicht is van die materialen. Daarnaast wat voor transportbeweging daar inzit en wat de milieu-impact daarvan is?

Henk Hermelink:

Ja, dat hebben wij. Als je bijvoorbeeld een boring doet bij een tussenwoning zoals jullie dat zeggen, dan gaat daar een vrachtwagen naartoe die een boorstelling en een bobcat meeneemt. Een bobcat is een kleine shovel om te zorgen dat je de lus in het gat kan gaan. Daarnaast staat daar nog wat extra materieel op, zoals een mixer voor het grout. Daar gaat ook een waterwagen naar zo'n locatie toe. Ik heb dat alleen niet in een lijstje. Ik zeg dat zo uit mijn blote hoofd. Ik heb dat niet allemaal zo hier panklaar liggen.

Lenée:

Zoals met de leidingen en dat opzetstukje die horizontaal er wordt opgezet, aan wat voor gewichten moeten wij dan denken en wat voor materiaal daarin gaat?

Henk Hermelink:

Als zo'n bodemwarmtewisselaar 200 meter is, dan weegt die ongeveer 300 kg. Dan heb je een opgaande en neergaande leiding. Dan komt er nog grout bij, dan heb je een big bag en die is ongeveer 1 ton. Afhankelijk van de lengte van de aansluiting naar het huis komt er 25 meter tyleen leiding bij. Dat is nog eens een keer 50 kg aan materiaal met wat aansluitstukken. Dat is het ongeveer.

Fase A4

Lenée & Florian:

We hebben voor de transport fase een evenwijdige lijn gemaakt aan het productieproces van de warmtepomp en het transport daarvan. We zijn benieuwd vanaf waar precies de materialen vertrekken en naar een bouwplaats gaan. We willen in ieder geval graag de locaties weten en dan kunnen wij daar zelf een milieu-impact van de vrachtwagens en noem maar op aan koppelen.

Henk Hermelink:

Wij hebben twee locaties. Eentje is in Marum en een eentje is in Pijnacker. Het vertrekt dus vanuit

Marum of het vertrek vanuit Pijnacker. De Pijnacker locatie hadden we eerst niet, maar hebben we toegevoegd omdat we het meeste aan het werk zijn in het westen van het land. Pijnacker is daar dus een hub voor, ook om de impact van logistieke bewegingen te verminderen. Dus voor een tussenwoning vertrekt er een vrachtwagen of vanuit Pijnacker of vanuit Marum. Er is een vrachtwagen die van tevoren de materialen aanlevert, wat we met een derde partij doen. Die partij laat het dan meestal op in Pijnacker. Vervolgens brengt die partij de materialen naar de locatie, dus die brengt het grout en de lus daar naartoe. Als de boring erin zit, dan komt er nog een transport beweging van een bestelbus met een aanhanger die daar dan naartoe gaat om de om de horizontale aanleg te doen.

Lenée:

Weet u wat voor brandstof over het algemeen voor die transportwagens wordt gebruikt?

Henk Hermelink:

Diesel. EURO6 als classificatie voor de motor, maar diesel zoals je die aan de pomp tankt.

Florian:

Klopt het dat er één vrachtwagen in totaal is die de materialen bracht en daarnaast ook de boormachine of kwamen die los van elkaar?

Henk Hermelink:

Nee, er is eentje voor de boormachines en dan via een derde partij worden de materialen voor ons naar de locatie gebracht. Er zijn twee transportbewegingen omdat het twee vrachtwagens zijn die naar de locatie toe gaan, voordat we beginnen.

De lussen komen vanuit Zwitserland en die worden naar Pijnacker gebracht. Die gaan ook met een vrachtwagen. Ik weet alleen niet of je zover wilt gaan.

Lenée:

Ja, dat is wel de bedoeling. Alleen nemen wij die dan al iets meer mee naar voren, want dat zit dan bij de eerste levensfase. Dit is inderdaad goed om te weten. Dan kunnen we dat ook gaan meenemen.

Florian:

Want de boormachine staat ook al op locatie in Pijnacker en vanuit daar wordt hij opgeladen op de vrachtwagen of moet die ook nog van elders komen?

Henk Hermelink:

Die staat of in Pijnacker of in Marum in Noord Nederland. Bij welke bouwlocatie hij dan dichterbij is, daar komt hij vandaan.

Fase A5

Lenée:

We hebben ook nog een aantal vragen over het boringproces. We zijn ook nog wel benieuwd wat voor diepte jullie gemiddeld zo'n boring aanhouden?

Henk Hermelink:

200 meter ongeveer. Ik denk dat dat een beetje het gemiddelde is, want meestal is de boring ergens tussen de 150 en de 350 meter. Ik denk gemiddeld dus ergens tussen de 200 en 215 meter.

Lenée:

Oké en hoelang duurt zo'n proces van de boring?

Henk Hermelink:

Bij 200 meter ben je ongeveer twee uur aan het boren. De installatie erachteraan duurt nog een uur, dus drie tot vier uur ben je bezig met een boring.

Florian:

Wat voor brandstof gebruikt de boormachine?

Henk Hermelink:

Dat is traxx diesel. Het is een HVO-diesel, maar het is geen HVO-100. Dat is gewoon een gereduceerde uitstoot diesel. Die stoot nog wel CO₂ uit, maar is beter voor de stikstof en is zuiniger voor de machines waardoor je uiteindelijk minder verbruikt.

Afronding

Lenée:

Worden er nog verschillende soorten boortechnieken toegepast?

Henk Hermelink:

Het hangt een beetje van de grondlaag af in Nederland. Je hebt verschillende grondsoorten. Je hebt meer klei in Zeeland bijvoorbeeld, dus dan moet je een beetje andere additieven aan je boorspoeling toevoegen. In Enschede heb je harde lagen omdat daar zandsteen in de grond zit, dus dan moet je een ander type boor gebruiken, een ander type boorbeitel. Dat zijn meestal de dingen waar ik mij druk over maak.

Florian:

Waar boort u nou het liefste?

Henk Hermelink:

Dat hangt van de boormeester af. We hebben 21 van die machines waarvan we de helft ongeveer elke dag inzetten. Dus ja, dan zijn er best wat boorploegjes onderweg.

Florian:

Ik heb denk ik verder geen vragen. Het was best wel helder. Hier kunnen wij ook zelf mee aan de slag. Zoals ik net al kort benoemde, wordt van dit gesprek een transcriptie gemaakt om die toe te passen in ons rapport. Als u wilt kunnen we die ook nog naar u sturen, zodat u kunt bevestigen en controleren dat wat erin staat klopt.

Lenée:

Ja, want we zullen de gegevens gebruiken in onze spreadsheet zoals we dat noemen waar we de LCA in maken en de transcriptie wordt toegevoegd als bijlage aan ons adviesrapport. Dus als u geen bezwaar ertegen heeft dat we uw naam daar ook in gebruiken, dan moeten we dat even meenemen.

Henk Hermelink:

Ja, wat mij betreft is dat oké.

Lenée:

Ik verwacht dat we die transcriptie ongeveer na een week wel op kunnen sturen. Dan ontvangt u die sowieso volgende week ergens in uw mailbox.

Dit is het einde van de notulen. Hieronder een korte samenvatting van gemaakte afspraken met Henk Hermelink.

- *Notulen van dit gesprek worden gecontroleerd en bevestigd door Henk Hermelink en vervolgens als bijlage toegevoegd aan ons adviesrapport.*
- *Het adviesrapport is alleen intern (binnen Van Wijnen) en voor de 1^e en 2^e beoordelaar (van de HAS green academy) beschikbaar.*

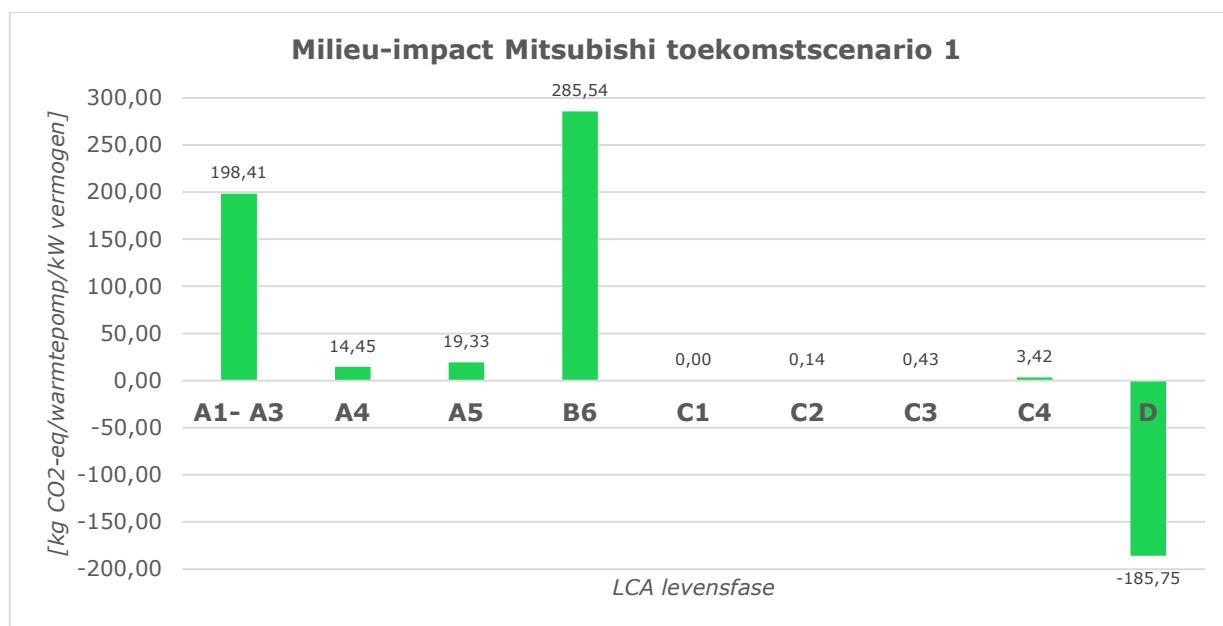
Bijlage 13 – Toekomstscenario 1

Mitsubishi

Vanaf 2030 groene stroommix toegepast.

Tabel 24: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 lucht-water warmtepomp Mitsubishi

Fase	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]
A1-A3	198,41	13,23	992,07
A4	14,45	0,96	72,25
A5	19,33	1,29	96,65
B6	285,54	19,04	285,54
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,14	0,01	0,68
C3	0,43	0,03	2,14
C4	3,42	0,23	17,08
D	-185,75	-12,38	-928,77
Totaal	335,96	22,40	537,63



Figuur 23: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 lucht-water warmtepomp Mitsubishi

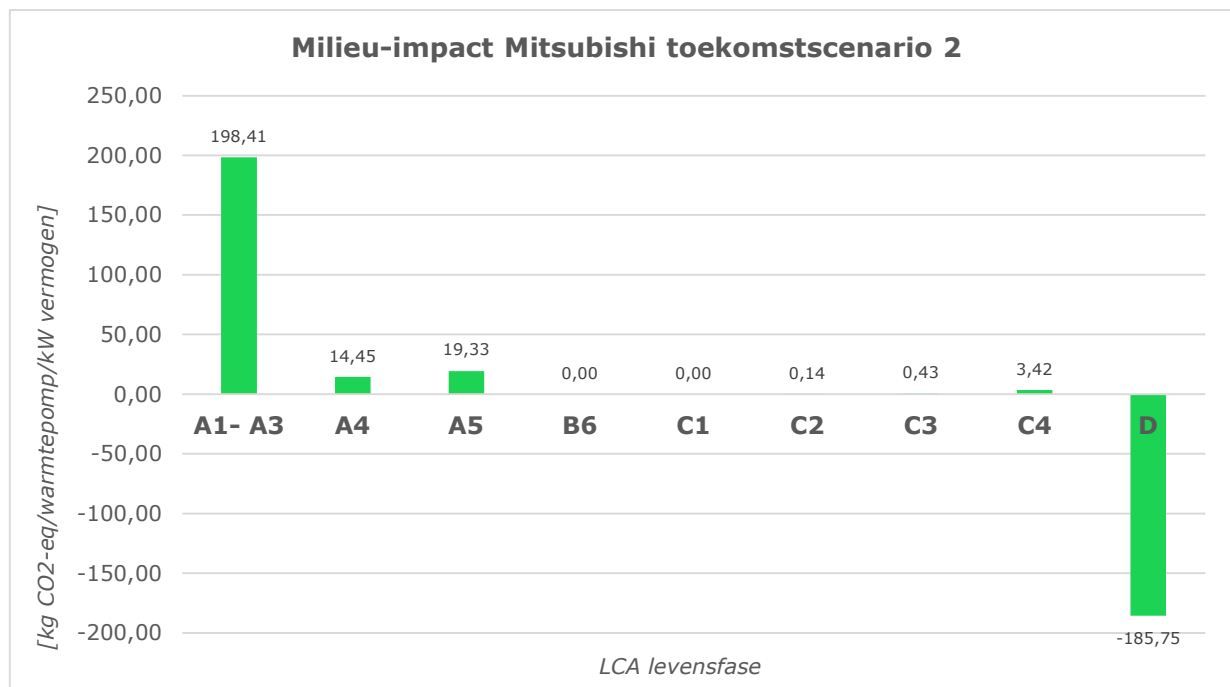
Bijlage 14 – Toekomstscenario 2

Mitsubishi

Vanaf 2024 groene stroommix toegepast.

Tabel 25: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 lucht-water warmtepomp Mitsubishi

Fase	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]
A1-A3	198,41	13,23	992,07
A4	14,45	0,96	72,25
A5	19,33	1,29	96,65
B6	0,00	0,00	0,00
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,14	0,01	0,68
C3	0,43	0,03	2,14
C4	3,42	0,23	17,08
D	-185,75	-12,38	-928,77
Totaal	50,42	3,36	252,09

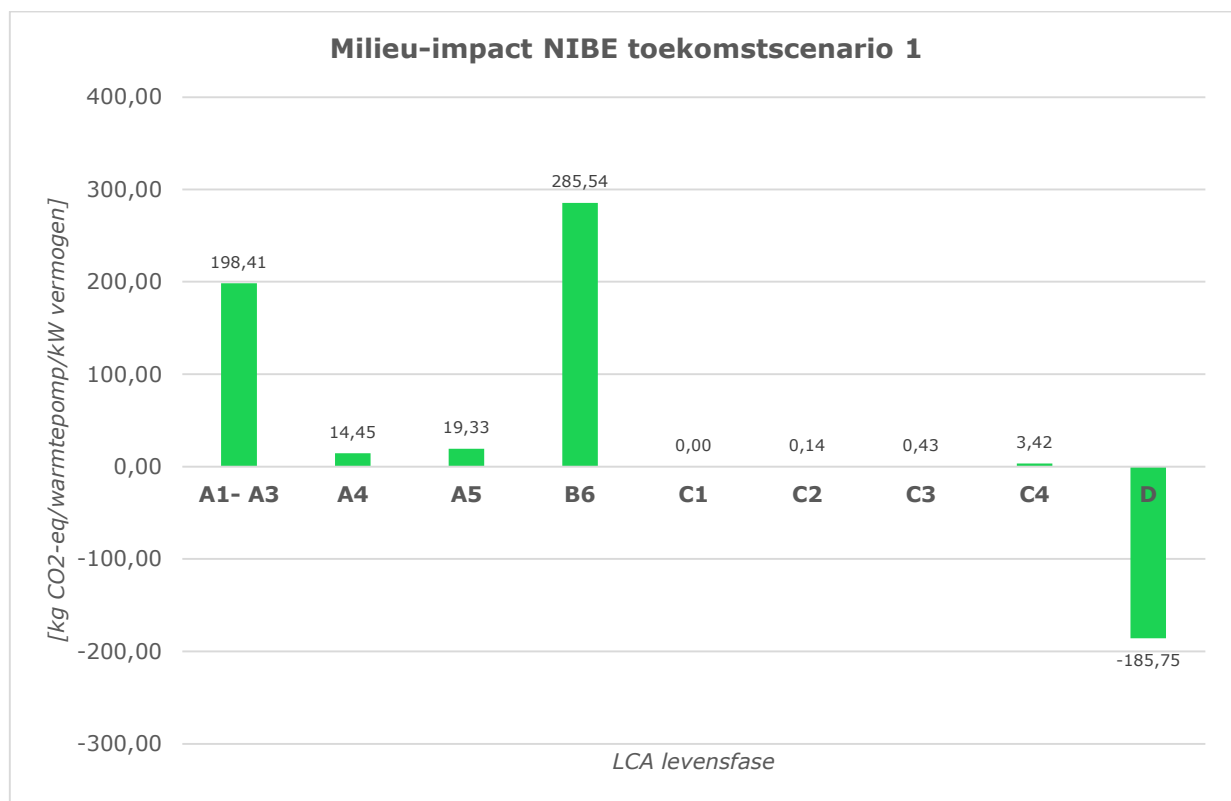


Figuur 24: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 lucht-water warmtepomp Mitsubishi

Bijlage 15 – Toekomstscenario 1 NIBE

Tabel 26: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 ventilatielucht-water warmtepomp NIBE

Fase	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq /jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]
A1-A3	186,33	12,42	931,65
A4	31,57	2,10	157,85
A5	34,36	2,29	171,82
B6	1028,82	68,59	1028,82
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,27	0,02	1,36
C3	0,48	0,03	2,41
C4	0,00	0,00	0,00
D	-201,81	-13,45	-1009,05
Totaal	1080,03	72,00	1284,85

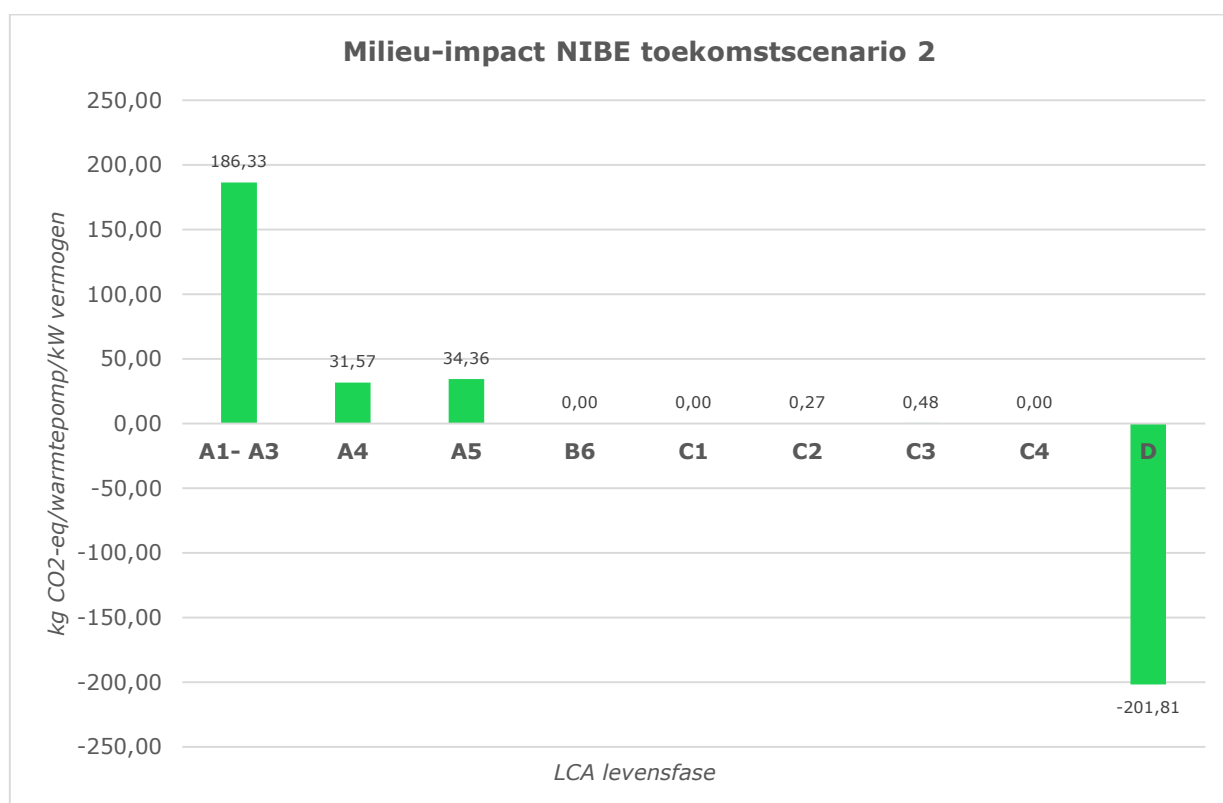


Figuur 25: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 ventilatielucht-water warmtepomp NIBE

Bijlage 16 – Toekomstscenario 2 NIBE

Tabel 27: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 ventilatielucht-water warmtepomp NIBE

Fase	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq /jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]
A1- A3	186,33	12,42	931,65
A4	31,57	2,10	157,85
A5	34,36	2,29	171,82
B6	0,00	0,00	0,00
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,27	0,02	1,36
C3	0,48	0,03	2,41
C4	0,00	0,00	0,00
D	-201,81	-13,45	-1009,05
Totaal	51,21	3,41	256,03



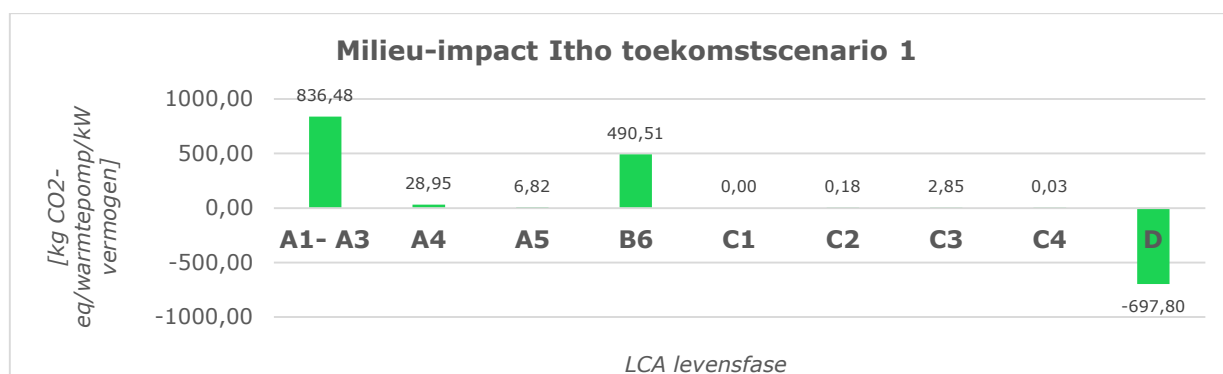
Figuur 26: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 ventilatielucht-water warmtepomp NIBE

Bijlage 17 – Toekomstscenario 1 Itho

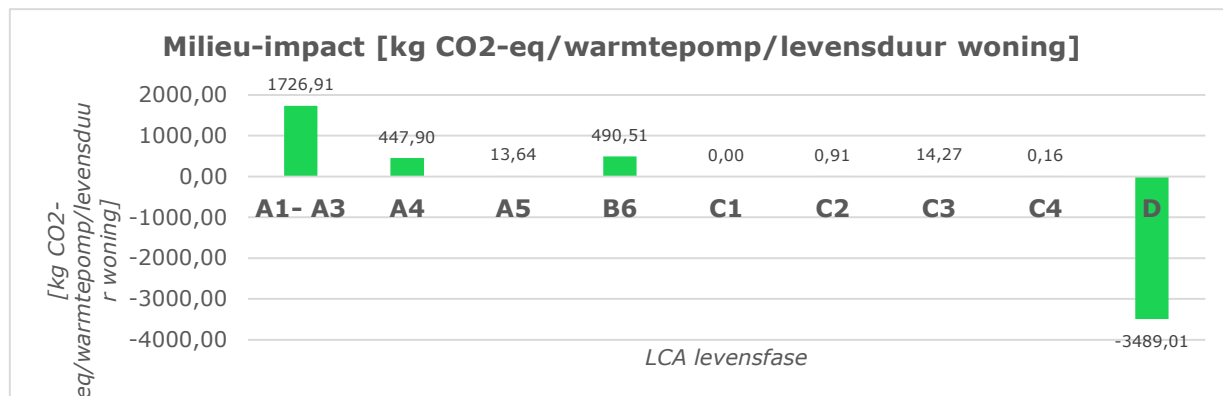
Daalderop

Tabel 28: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 water-water warmtepomp Itho

Fase	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]
A1-A3	836,48	17,98	1726,91
A4	28,95	1,93	447,90
A5	6,82	0,45	13,64
B6	490,51	32,70	490,51
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,18	0,01	0,91
C3	2,85	0,19	14,27
C4	0,03	0,00	0,16
D	-697,80	-46,52	-3489,01
Totaal	668,03	6,75	-794,70



Figuur 27: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 water-water warmtepomp Itho



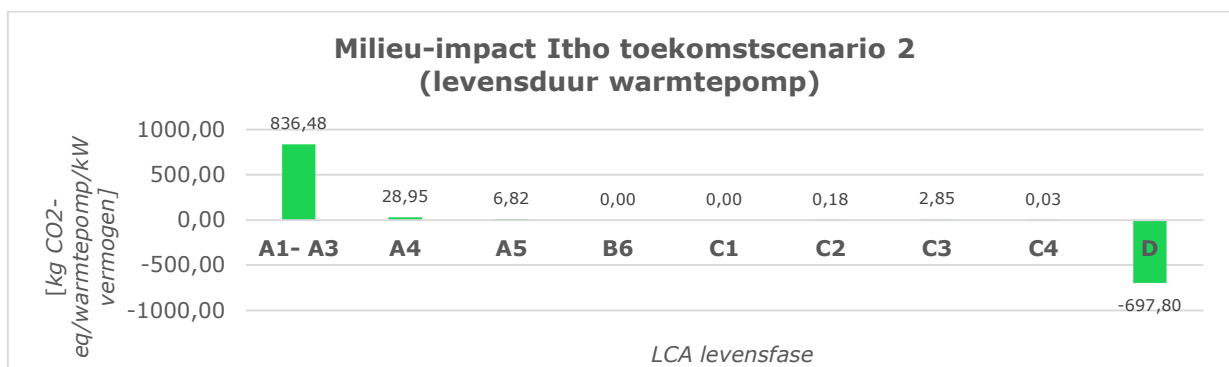
Figuur 28: Milieu-impact bij toekomstscenario 1 water-water warmtepomp Itho (o.b.v. levensduur woning)

Bijlage 18 – Toekomstscenario 2 Itho

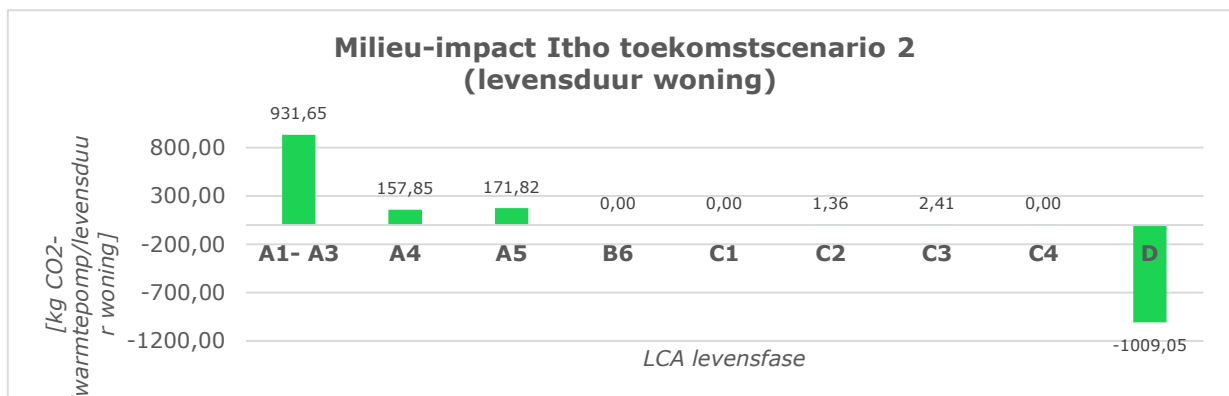
Daalderop

Tabel 29: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 water-water warmtepomp Itho

Fase	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/15 jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/jaar/kW thermisch]	Milieu-impact [kg CO ₂ -eq/75 jaar/kW thermisch]
A1-A3	836,48	17,98	1726,91
A4	28,95	1,93	447,90
A5	6,82	0,45	13,64
B6	0,00	0,00	0,00
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,18	0,01	0,91
C3	2,85	0,19	14,27
C4	0,03	0,00	0,16
D	-697,80	-46,52	-3489,01
Totaal	177,52	-25,95	-1285,22



Figuur 29: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 water-water warmtepomp Itho



Figuur 30: Milieu-impact bij toekomstscenario 2 water-water warmtepomp Itho (o.b.v. levensduur woning)

Bijlage 19 – Ketenpartners producenten

Tabel 30: Ketenpartners Mitsubishi (Persoonlijke communicatie (Product Specialist Woningbouw Alklima))

Producent	Fase	Ketenpartner	Invloed/Communicatie Van Wijnen	
Mitsubishi	A1 t/m A3	Niet inzichtelijk	Nee	Nee
	A4	Van der Werff	Ja	Ja
	A5	Van Wijnen & VDL Smart Spaces	Ja	Ja
	B6	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
	C1	N.v.t.	Ja	Nee
	C2 t/m C4	N.v.t.	Ja	Nee*
	D	Alklima	Nee	Ja

Tabel 31: Ketenpartners NIBE (Persoonlijke communicatie (Service Manager NIBE))

Producent	Fase	Ketenpartner	Invloed/Communicatie Van Wijnen	
NIBE	A1 t/m A3	Niet inzichtelijk	Nee	Nee
	A4	Van der Werff	Ja	Ja
	A5	Van Wijnen & VDL Smart Spaces	Ja	Ja
	B6	DTI Scherpenzeel	Nee	Nee
	C1	N.v.t.	Ja	Nee
	C2 t/m C4	N.v.t.	Ja	Nee*
	D	N.v.t.	Nee	Nee*

Tabel 32: Ketenpartners Itho Daalderop (Persoonlijke communicatie (Manager SHEQ Itho Daalderop))

Producent	Fase	Ketenpartner	Invloed/Communicatie Van Wijnen	
Itho Daalderop	A1 t/m A3	HakaGerodur	Nee	Nee
		Itho Daalderop	Nee	Ja
	A4	ENCOR	Nee	Nee
		De Graaf logistiek	Nee	Nee
	A5	ENCOR	Nee	Nee
	B6	Itho	Nee	Ja
	C1	N.v.t.	Ja	Nee*
	C2 t/m C4	N.v.t.	Ja	Nee*
	D	Itho	Nee	Ja

N.v.t. houdt in dat producent geen ketenpartner heeft voor de desbetreffende fase van de LCA.

Bijlage 20 – Flowschema's levensfasen warmtepompen

Weergegeven vanaf volgende pagina.

Flowschema's levensfasen warmtepompen

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA



Ventilatielucht-water warmtepomp **NIBE F470**

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

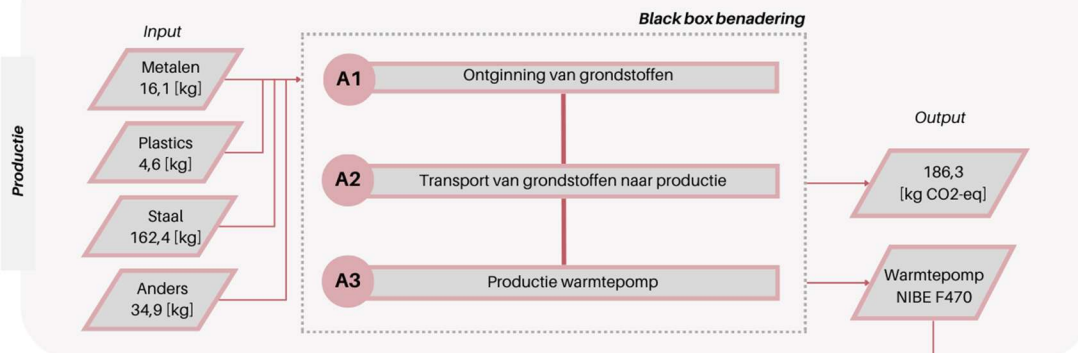


 **NIBE**

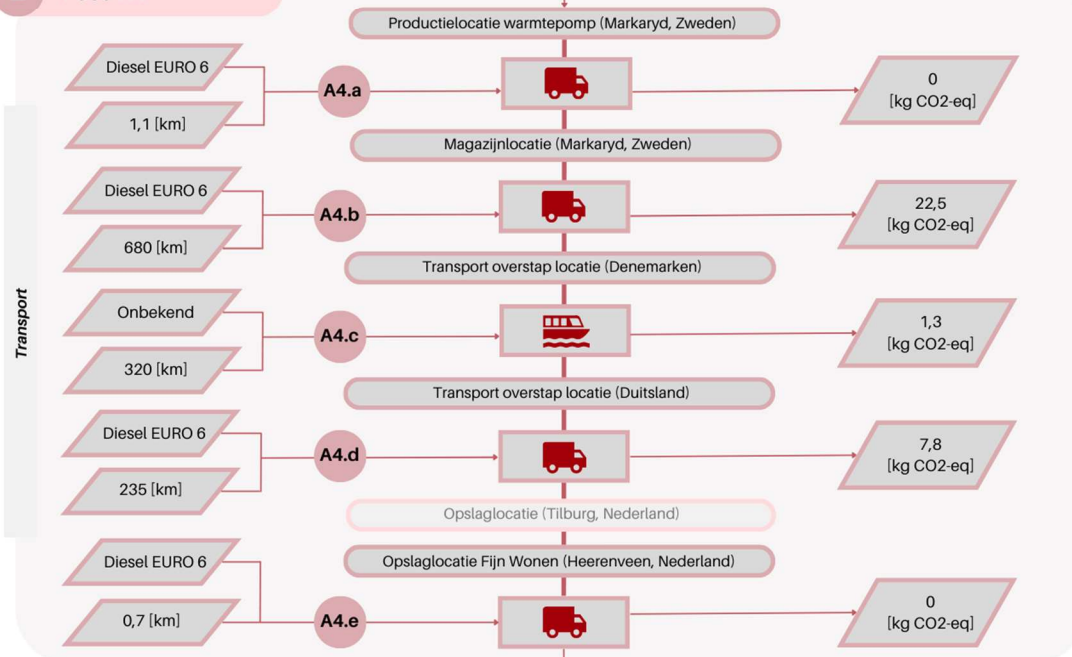
Ventilatielucht-water warmtepomp NIBE F470

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

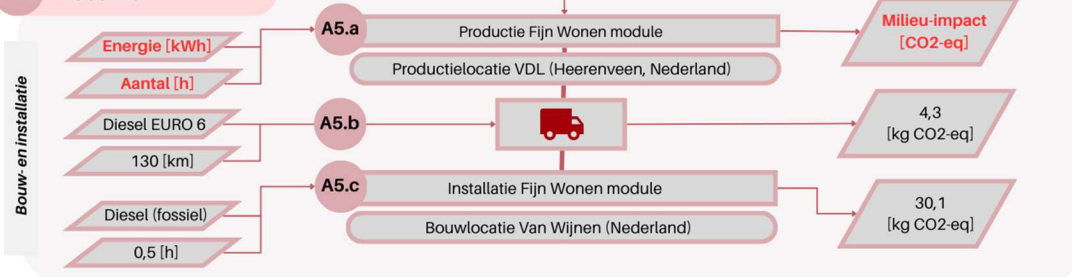
1 Fase A1 t/m A3



2 Fase A4



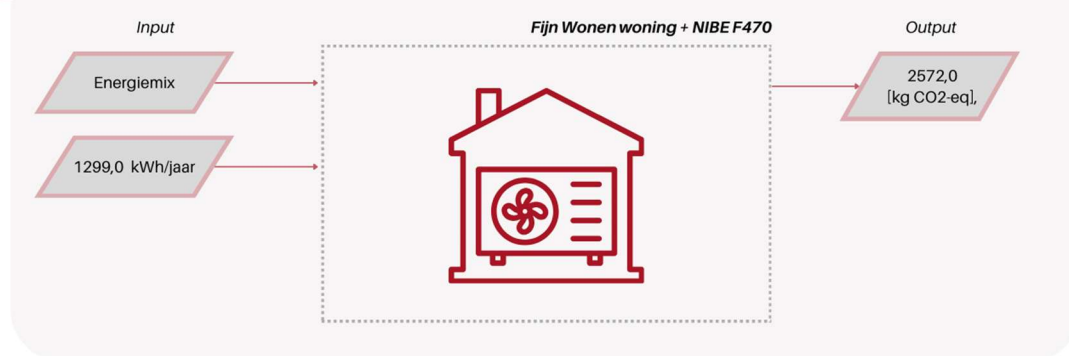
3 Fase A5



Ventilatielucht-water warmtepomp NIBE F470

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase B6 - Operationeel energieverbruik



Bovenstaande milieu-impact is o.b.v. gehele levensduur* van de warmtepomp. De energiemix is gebaseerd op een grijze energiemix**.

* 15 jaar.

** Kolen, gas en kernenergie.

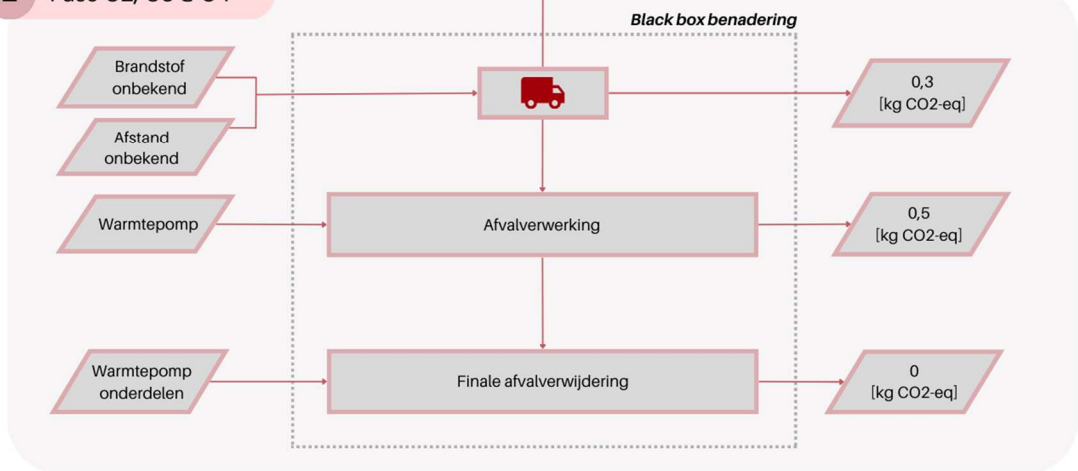
Ventilatielucht-water warmtepomp NIBE F470

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase C1



2 Fase C2, C3 & C4



Ventilatielucht-water warmtepomp

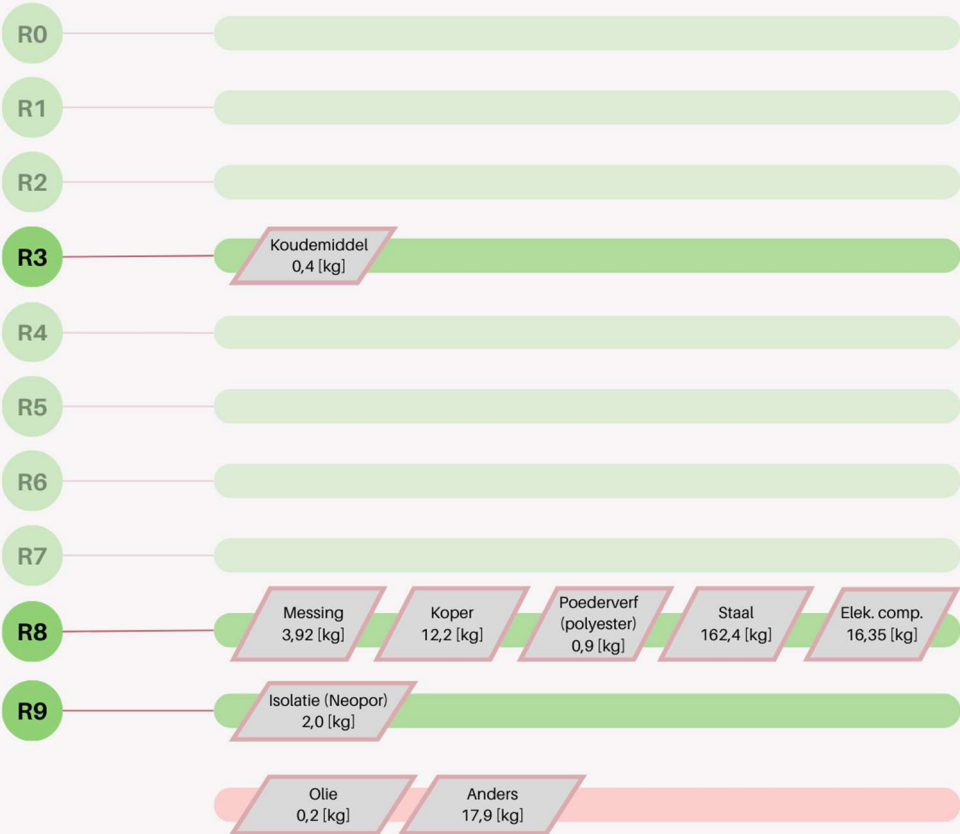
NIBE F470

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase D

10R-model

Onderdeel warmtepomp



Lucht-water warmtepomp Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA



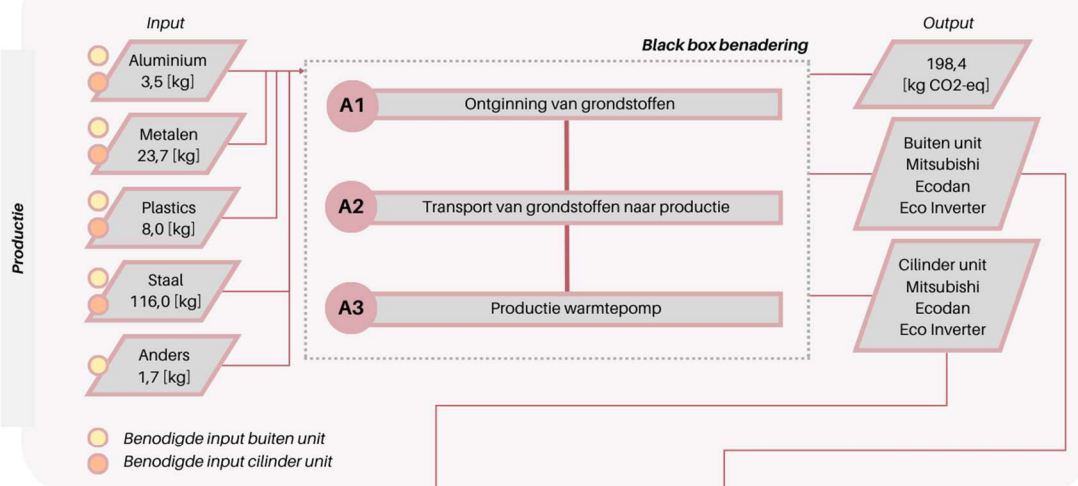
 **mitsubishi
ELECTRIC**
WARMTEPOMPEN & AIRCONDITIONERS

AUTHORIZED DISTRIBUTOR
 **ALKLIMA**
KLIMAATOPLOSSINGEN

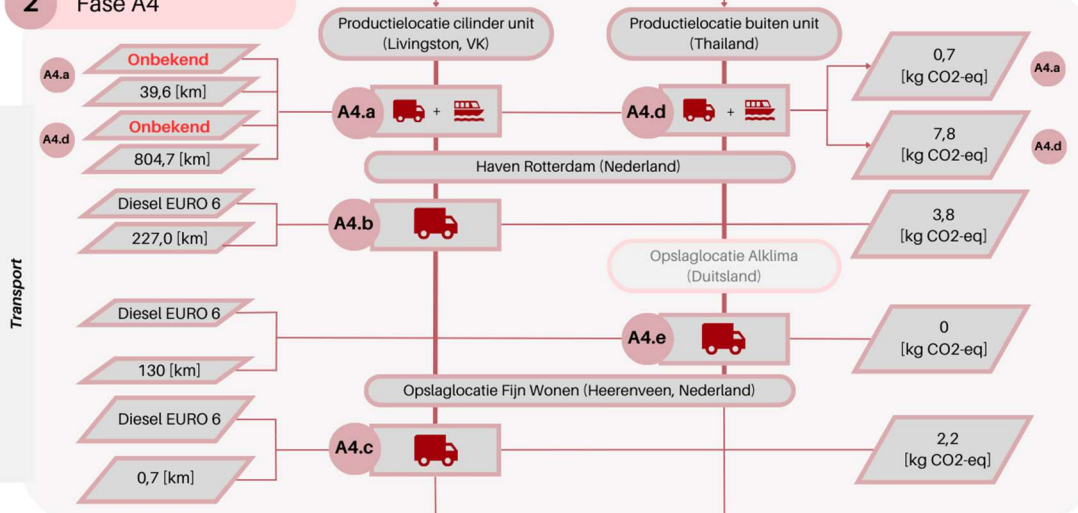
Lucht-water warmtepomp Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

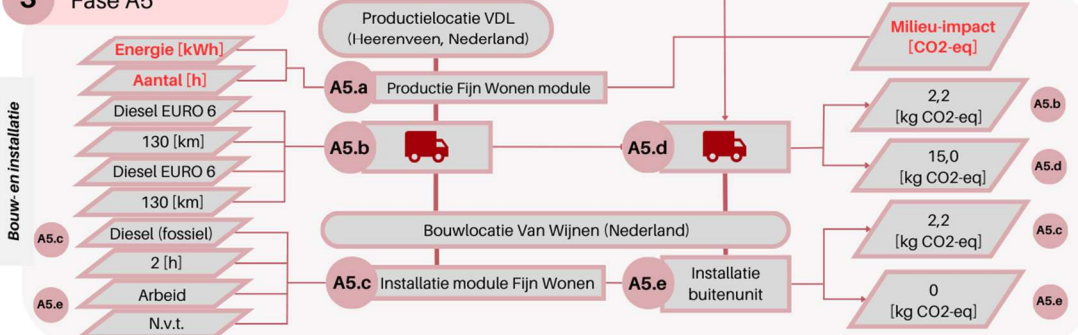
1 Fase A1 t/m A3



2 Fase A4



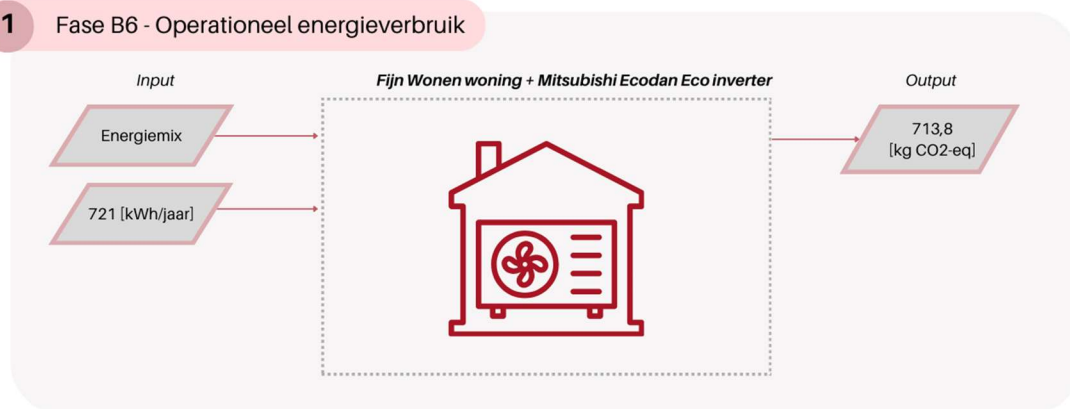
3 Fase A5



Lucht-water warmtepomp Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase B6 - Operationeel energieverbruik



Bovenstaande milieu-impact is o.b.v. gehele levensduur* van de warmtepomp. De energiemix is gebaseerd op een grijze energiemix**.

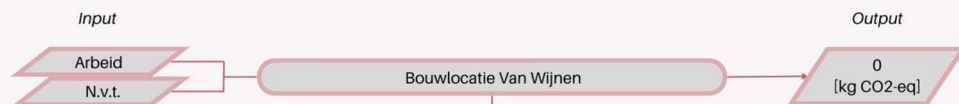
* 15 jaar.

** Kolen, gas en kernenergie.

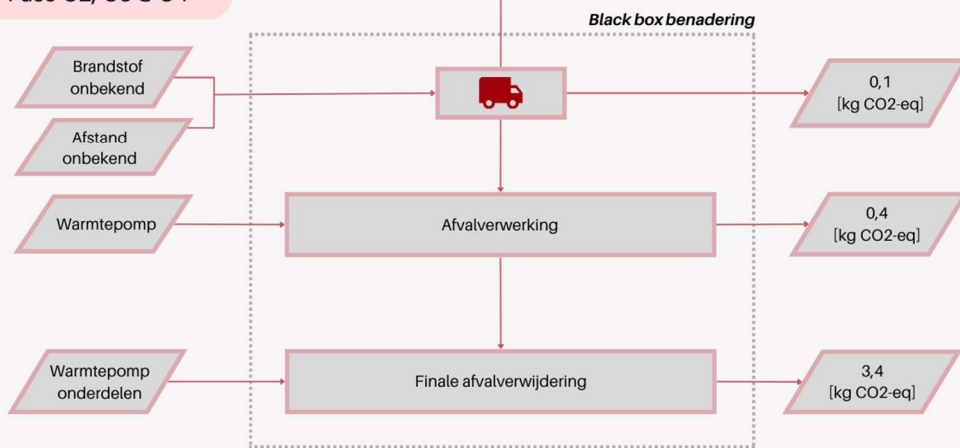
Lucht-water warmtepomp Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase C1



2 Fase C2, C3 & C4



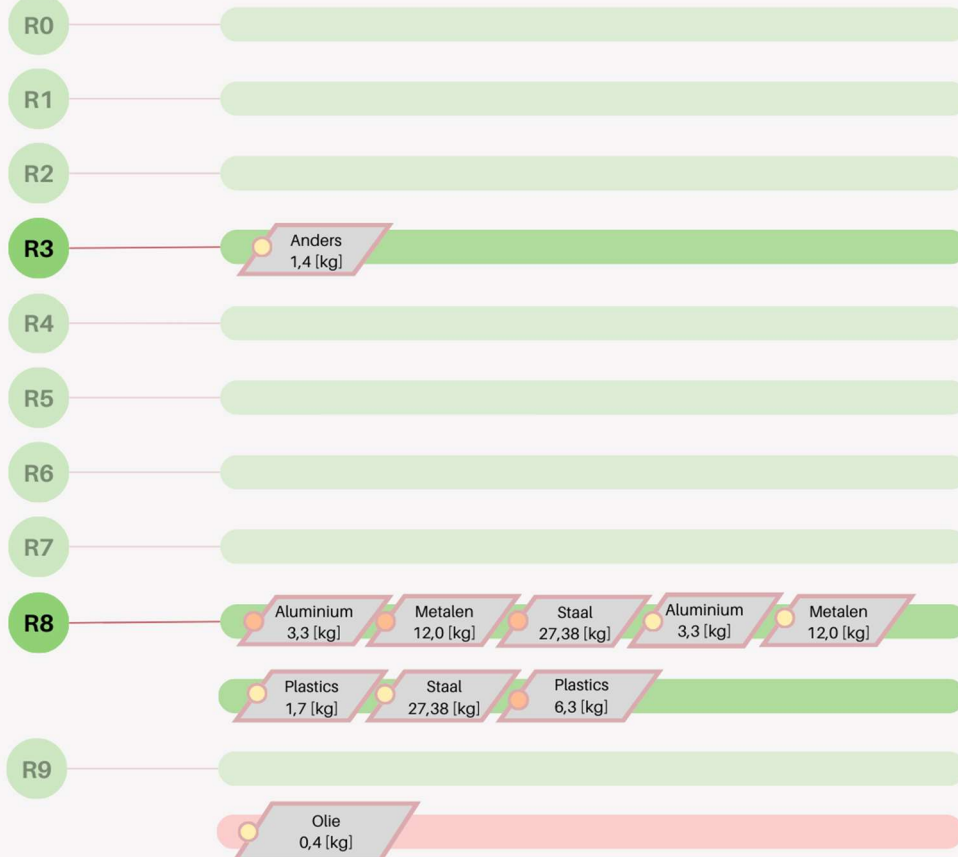
Lucht-water warmtepomp Mitsubishi Ecodan Eco Inverter

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase D

10R-model

Onderdeel warmtepomp



- Benodigde input buiten unit
- Benodigde input cilinder unit

Water-water warmtepomp Itho WPU 5G

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

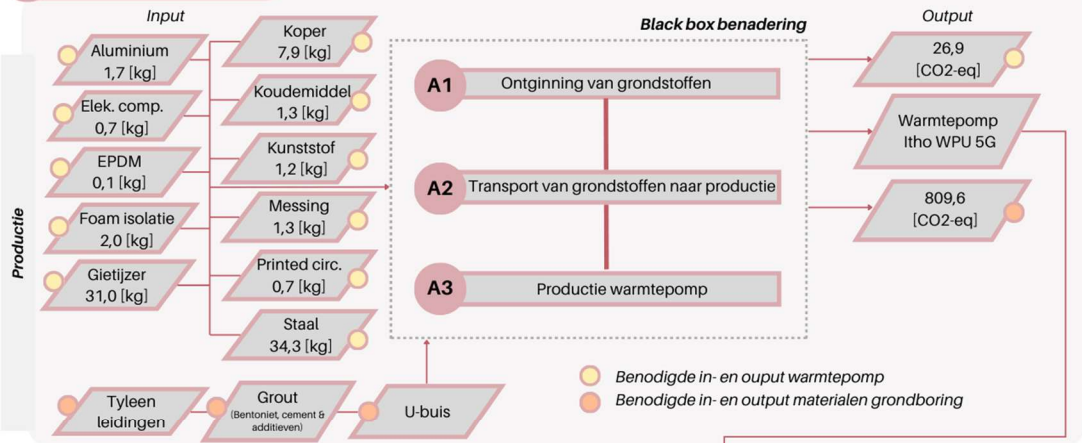


 **itho daalderop**
Climate for life

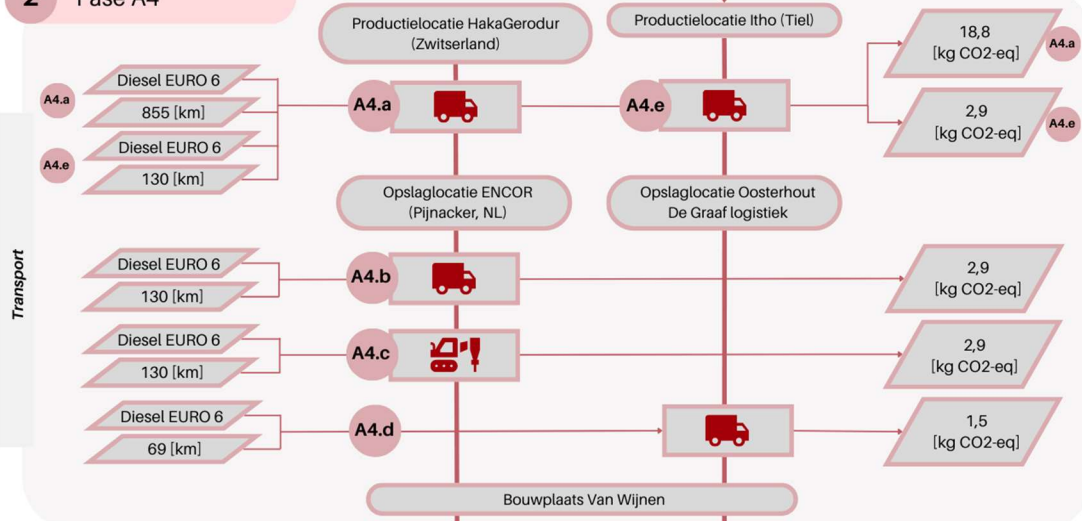
Water-water warmtepomp Itho WPU 5G

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

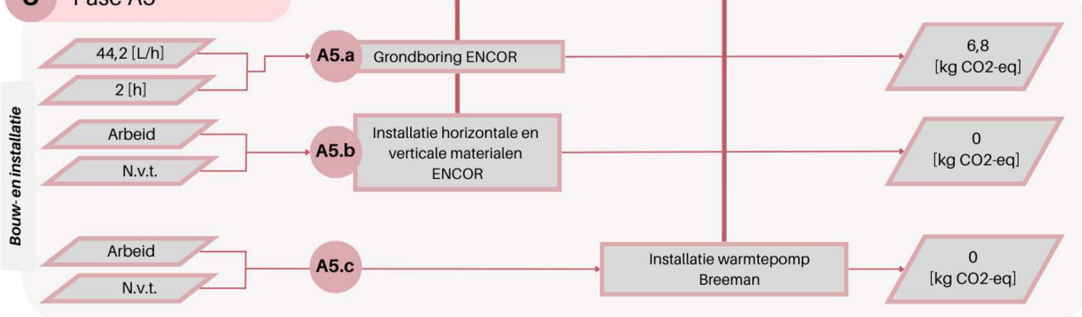
1 Fase A1 t/m A3



2 Fase A4



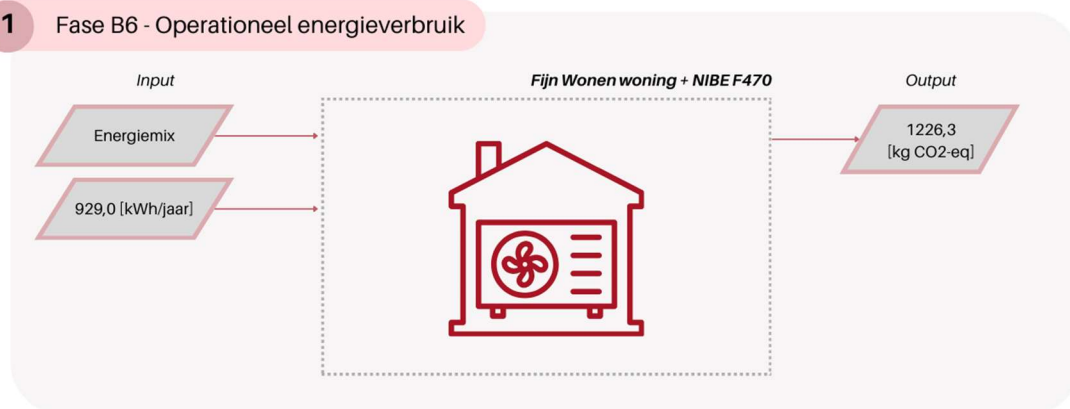
3 Fase A5



Water-water warmtepomp Itho WPU 5G

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase B6 - Operationeel energieverbruik



Bovenstaande milieu-impact is o.b.v. gehele levensduur* van de warmtepomp. De energiemix is gebaseerd op een grijze energiemix**.

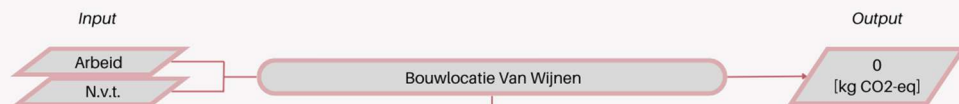
* 15 jaar.

** Kolen, gas en kernenergie.

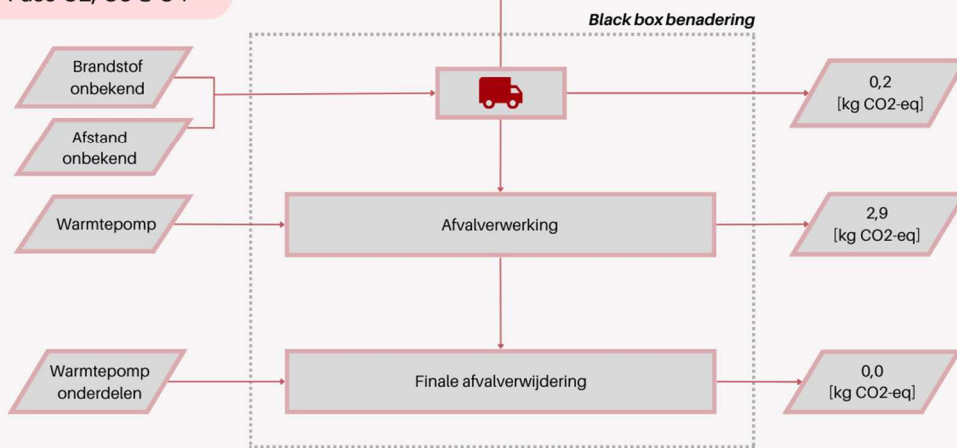
Water-water warmtepomp Itho WPU 5G

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase C1



2 Fase C2, C3 & C4



Water-water warmtepomp

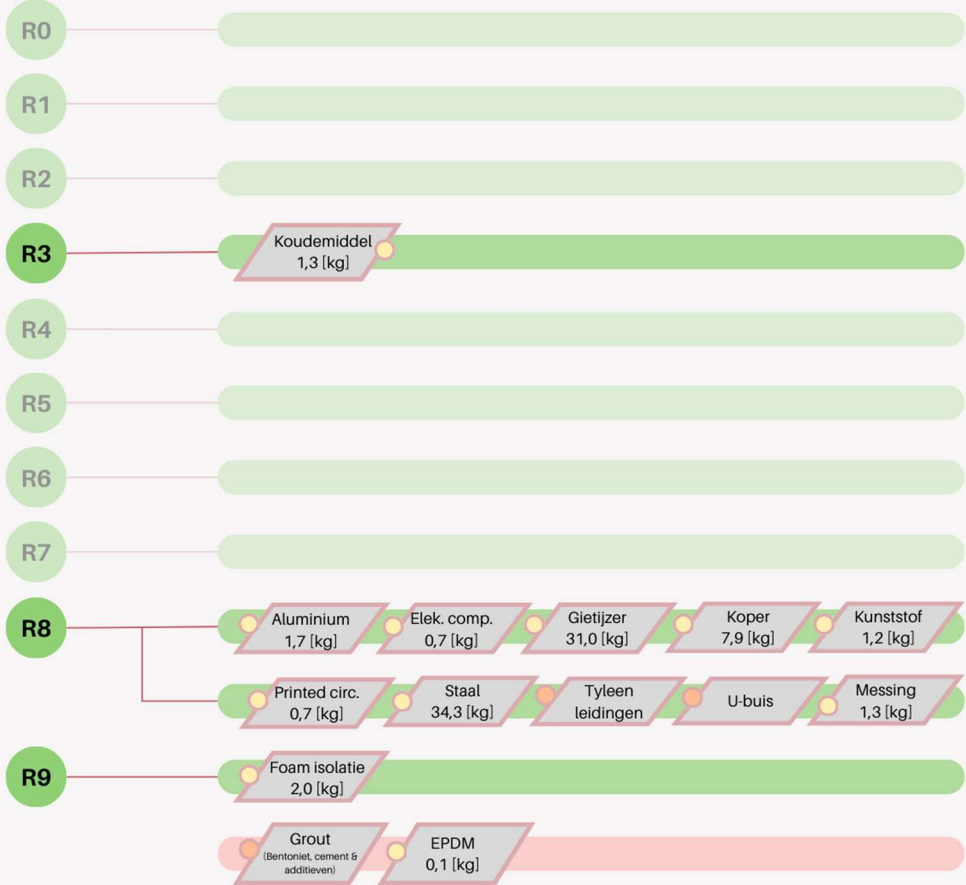
Itho WPU 5G

FLORIAN KRUISHEER & LENÉE MONDRIA

1 Fase D

10R-model

Onderdeel warmtepomp



● Onderdeel warmtepomp
● Onderdeel grondboring

Bijlage 21 – Extra toelichting op flowschema Mitsubishi

Levenscyclus

Vanwege de complexiteit van fases A1 t/m A3 (productiefase) zijn deze samengevoegd aan de hand van een Black box benadering. Zoals te zien is in Figuur 2, is sprake van een input voor fase A1 en een output voor fase A3. De input zijn de materialen benodigd om de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter te produceren. De Mitsubishi Ecodan Eco Inverter bestaat uit twee units; cilinder- en buitenunit. Aan deze materialen voor deze units is een gewicht gekoppeld. Dit gewicht is aan de hand van een berekening omgezet naar een milieu-impact per materiaal. De milieu-impact van deze materialen is opgeteld tot de totale milieu-impact van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter, weergegeven in de output. De milieu-impact is weergegeven in $[kg\ CO_2\text{-eq}/15\ \text{jaar}/kW\ \text{thermisch}]$.

Voor het transport van fase A, zoals is weergegeven in Figuur 2, is de milieu-impact onderverdeeld per transportstap. Per transportstap is weergegeven wat het vervoersmiddel, de afstand en het brandstoftype zijn. Rechts in het flowschema is weergegeven wat de milieu-impact per transportstap is. De berekeningen voor de milieu-impact per transportstap zijn aan de hand van de referentienummers te zien in de spreadsheet van Mitsubishi.

In Figuur 2 is ook de milieu-impact voor de bouw en installatie (A5) weergegeven. Referentienummer A5.a heeft betrekking tot de installatie van Mitsubishi Ecodan Eco Inverter in de techniekmodule bij VDL Smart Spaces in Heerenveen. Vervolgens wordt de techniekmodule via een vrachtwagen getransporteerd naar een bouwlocatie in Nederland. Bij referentienummer A5.c is de techniekmodule op een bouwlocatie gehesen in het gebouw met behulp van een kraan. Rechts in het flowschema is de milieu-impact per referentienummer weergegeven. De berekening van de milieu-impact per referentienummer is terug te vinden in de spreadsheet van Mitsubishi.

In Figuur 3 is de milieu-impact van het operationele energieverbruik weergegeven op basis van de levensduur van de warmtepomp. Om de milieu-impact van het operationele energieverbruik te verkrijgen, is het jaarlijks elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van de energiemix, in dit geval grijze stroom. Deze uitkomst is vervolgens vermenigvuldigd met de levensduur van de warmtepomp.

In Figuur 4 is de sloopfase- en verwerkingsfase (C1 tot en met C4) weergegeven. Uit het interview met *product specialist woningbouw* en persoonlijke communicatie met de manager woningbouw van Alklima kwam naar voren dat niet veel bekend is over deze fase. Hierdoor zijn fase C2 t/m C4

benaderd aan de hand van een Black box. Vanwege de Black box benadering is enkel de milieu-impact per fase bekend. Voor fase C1, het slopen van de warmtepomp, is aangenomen dat dit is uitgevoerd door menselijk arbeid en daardoor geen milieu-impact heeft.

In Figuur 5 is de recyclingsfase van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter weergegeven aan de hand van het 10R-model. In Figuur 5 zijn alle materialen uit de productiefase (fase A) toegewezen aan één van de R's. Het totaal gewicht toegewezen per R is omgezet naar de milieu-impact om zo tot de totale negatieve milieu-impact van fase D te komen. In het geval van Mitsubishi Ecodan Eco Inverter is de totale milieu-impact voor fase D $-144,79 \text{ [kg CO}_2\text{-eq/15 jaar/kW thermisch]}$.

Productie- en bouwfase (A)

Zoals te zien in Figuur 6, vindt de grootste impact op het milieu plaats in de productiefase (A1 t/m A3). Het gaat hier om het ontginnen en transporteren van grondstoffen en het produceren van de warmtepomp. De milieu-impact van A4 en A5 liggen bij elkaar in de buurt. De milieu-impact van A5 is niet compleet, omdat één activiteit (referentienummer A5.a) niet is meegenomen in de berekeningen, zie flowschema in Figuur 2. Hierdoor kan A5 hoger uitvallen dan de resultaten op moment van schrijven laten zien. Alle berekeningen van de LCA voor fase A zijn terug te vinden in het tabblad 'Fase A – Productie en bouw' in de spreadsheet van Mitsubishi.

Gebruiksphase (B)

De berekening voor bovenstaande milieu-impact is uitgevoerd door het jaarlijks elektriciteit verbruik in $[kWh]$ te vermenigvuldigen met de emissiefactor van grijze stroom $[kg \text{ CO}_2\text{-eq/kWh}]$. Vervolgens is de milieu-impact berekend op basis van de levensduur van de warmtepomp en de woning.

Sloop- en verwerkingsfase (C)

In het tabblad 'Fase C – Sloop en verwerking' in de spreadsheet van de Mitsubishi is fase C1 benoemd als menselijke arbeid. Hierdoor is de milieu-impact voor deze fase gelijk aan 0 $[kg \text{ CO}_2\text{-eq/jaar/kW vermogen}]$. Fase C2 tot en met C4 zijn zonder berekening overgenomen uit de dataset van Alklima $[kg \text{ CO}_2\text{-eq/warmtepomp}]$. De milieu-impact van fase C2 van de Mitsubishi warmtepomp is ook doorgevoerd voor fase C2 van de NIBE en Itho warmtepompen om het transport van alle warmtepompen te kunnen vergelijken. De milieu-impacts (C2 t/m C4) verkregen uit de dataset van Alklima zijn vervolgens omgerekend naar het naar de milieu-impact per kW vermogen $[kg \text{ CO}_2\text{-eq/15 jaar/kW thermisch}]$. Door deze stap kunnen de warmtepompen met elkaar worden vergeleken. Daarnaast is ook de milieu-impact op jaarbasis en op basis van de levensduur van een woning weergegeven.

In Figuur 6 is zichtbaar dat de milieu-impact voor fase C1, C2 en C3 minimaal is in verhouding tot fase C4. Uit het interview met product Specialist Woningbouw Alklima en persoonlijke communicatie

met de manager woningbouw van Alklima komt naar voren dat de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter een hoge LI (losmaakbaarheidsindex) heeft. Dit zou betekenen dat de finale afvalverwerking (C4) van de warmtepomp meer arbeid of machinale activiteit behoeft.

Hergebruik / Recyclingpotentieel (D)

De berekening van Figuur 6 is terug te vinden in het tabblad 'Fase D – Hergebruik' in de spreadsheet van Mitsubishi. De berekening is uitgevoerd door de materialen uit fase A van de Mitsubishi Ecodan Eco Inverter te koppelen aan één R uit het 10R-model, zoals te zien in Figuur 5 van het flowschema. Voor het berekenen van de milieu-impact per R in $[kg\ CO_2\text{-eq} / \text{warmtepomp}/kW\ \text{vermogen}]$ is onderstaande formule toegepast.

Tabel 33: Berekening recyclingpotentieel fase D

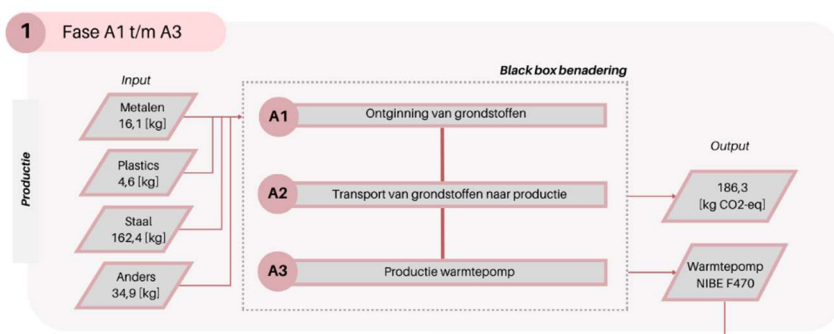
$$\begin{array}{lcl} \text{Milieu-impact fase D} & & \text{Milieu-impact per} \\ [kg\ CO_2\text{-eq}/15\ \text{jaar}/ & = & \text{Aantal } [kg] \text{ materiaal} & * & \text{kilogram} \\ kW\ \text{thermisch}] & & \text{per R} & & [kg\ CO_2\text{-eq}/ \\ & & & & kg\ \text{warmtepomp}] \end{array}$$

Voor de berekening is eerst de totale milieu-impact van de warmtepomp (output fases A1 t/m A3) gedeeld door het totale gewicht van de warmtepomp in $[kg]$, om de milieu-impact van de warmtepomp per kilogram $[kg\ CO_2\text{-eq}/kg\ \text{warmtepomp}]$ te verkrijgen.

Bijlage 22 – Extra toelichting op flowschema NIBE

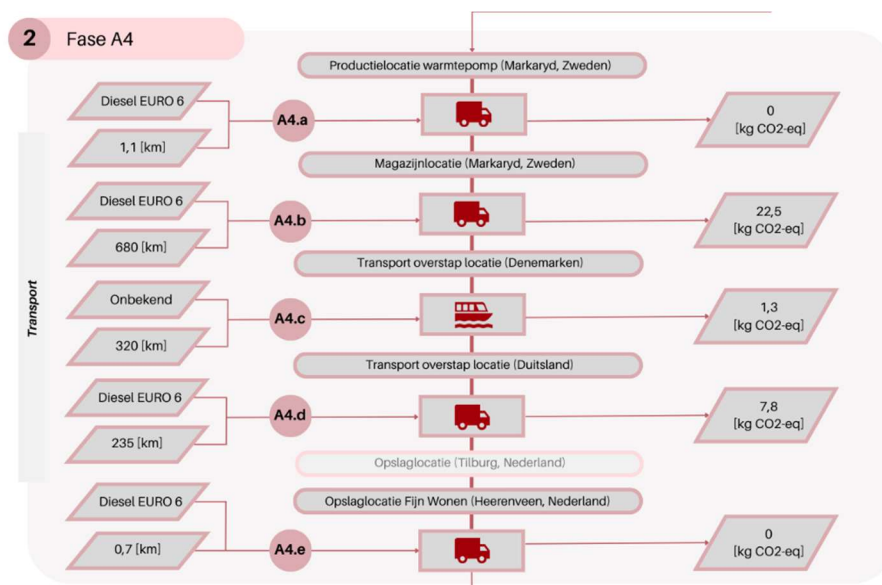
Levenscyclus

Onderstaand is de gehele levenscyclus van de NIBE F470 weergegeven in een flowschema, onderverdeeld per levensfase. Wanneer sprake is van een Black box benadering, zijn meerdere levensfasen samengevoegd.



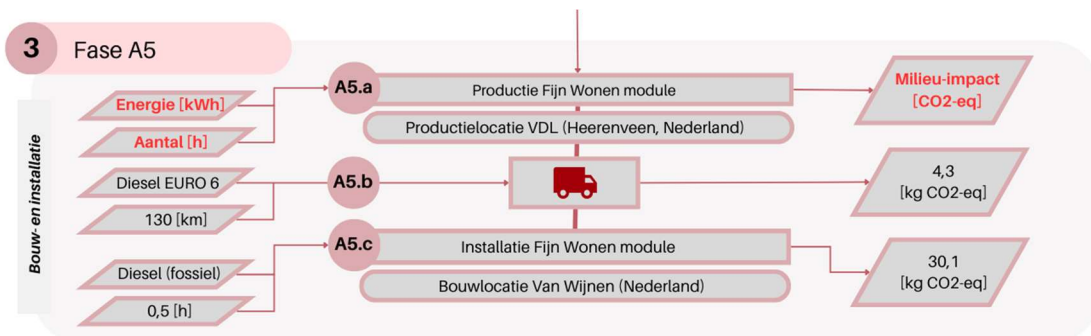
Figuur 31: Flowschema ventilatielucht-water warmtepomp (NIBE) fase A1 t/m A3

Vanwege de complexiteit van fases A1 t/m A3 (productiefase) zijn deze samengevoegd aan de hand van een Black box benadering. Zoals te zien is in Figuur 31, is sprake van een input voor fase A1 en een output voor fase A3. De input zijn de materialen benodigd om de NIBE F470 te produceren. Aan deze materialen is een gewicht gekoppeld. Dit gewicht is aan de hand van een berekening omgezet naar een milieu-impact per materiaal. De milieu-impact van deze materialen is opgeteld tot de totale milieu-impact van de NIBE F470, te zien in de output. De milieu-impact is weergegeven in $[kg\ CO_2\text{-eq}/15\ \text{jaar}/kW\ \text{thermisch}]$.



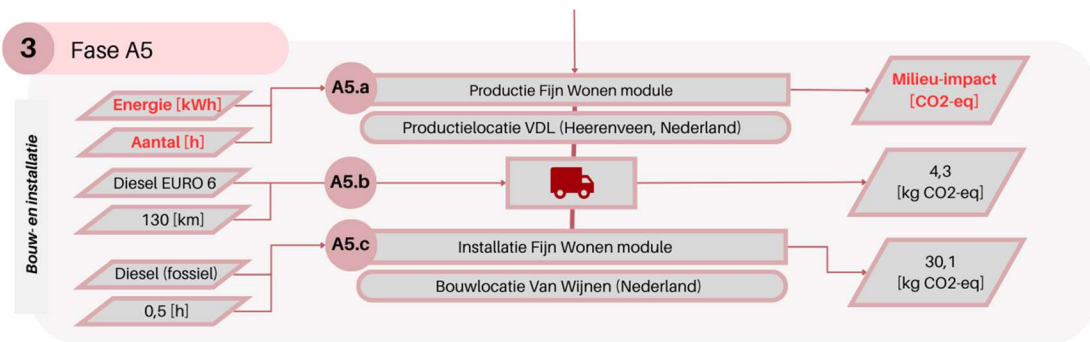
Figuur 32: Flowschema ventilatielucht-water warmtepomp (NIBE) fase A4

Zoals te zien in Figuur 32 voor fase A4, het transport voor de bouwfase, is de milieu-impact onderverdeeld per transportstap. Per transportstap is te zien wat het vervoersmiddel, de afstand en het brandstoftype zijn. Rechts in de figuur is te zien wat de milieu-impact per transport stap is. De berekeningen voor de milieu-impact per transportstap zijn aan de hand van de referentienummers te zien in de spreadsheet van NIBE.

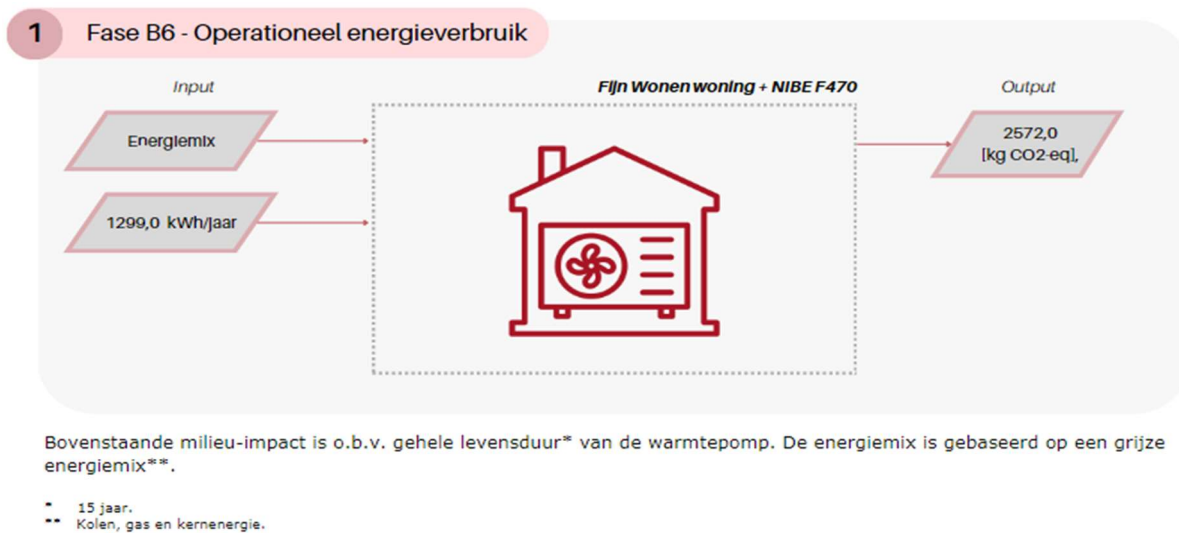


Figuur 33: Flowschema ventilatielucht-water warmtepomp (NIBE) fase A5

In Zoals te zien in Figuur 32 voor fase A4, het transport voor de bouwfase, is de milieu-impact onderverdeeld per transportstap. Per transportstap is te zien wat het vervoersmiddel, de afstand en het brandstoftype zijn. Rechts in de figuur is te zien wat de milieu-impact per transport stap is. De berekeningen voor de milieu-impact per transportstap zijn aan de hand van de referentienummers te zien in de spreadsheet van NIBE.

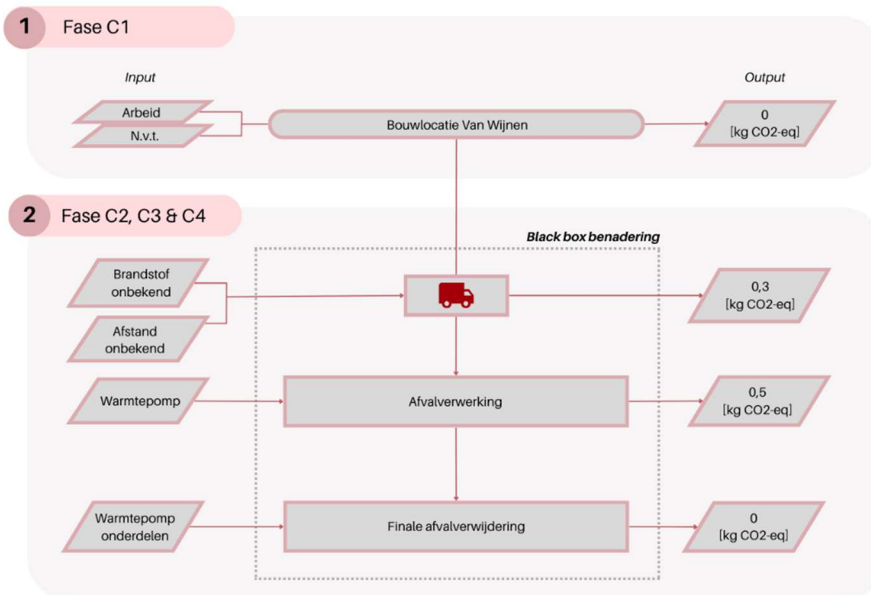


Figuur 33 is de milieu-impact voor de bouw en installatie weergegeven. Referentienummer A5.a heeft betrekking tot de installatie van NIBE F470 in de techniekmodule bij VDL Smart Spaces in Heerenveen. Vervolgens wordt de techniekmodule via een vrachtwagen getransporteerd naar een bouwlocatie in Nederland. Bij referentienummer A5.c wordt de techniekmodule op een bouwlocatie gehesen in het gebouw met behulp van een kraan. Rechts in de figuur is de milieu-impact per referentienummer te zien. De berekening van de milieu-impact per referentienummer is te vinden in de spreadsheet van NIBE.



Figuur 34: Flowschema ventilatielucht-water warmtepomp (NIBE) fase B

In bovenstaand Figuur 34 is de milieu-impact van het operationele energieverbruik weergegeven op basis van de levensduur van een warmtepomp. Om de milieu-impact van het operationele energieverbruik te verkrijgen, is jaarlijks elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van de energiemix, in dit geval grijze stroom. Deze uitkomst is vervolgens vermenigvuldigd met de levensduur van de warmtepomp.



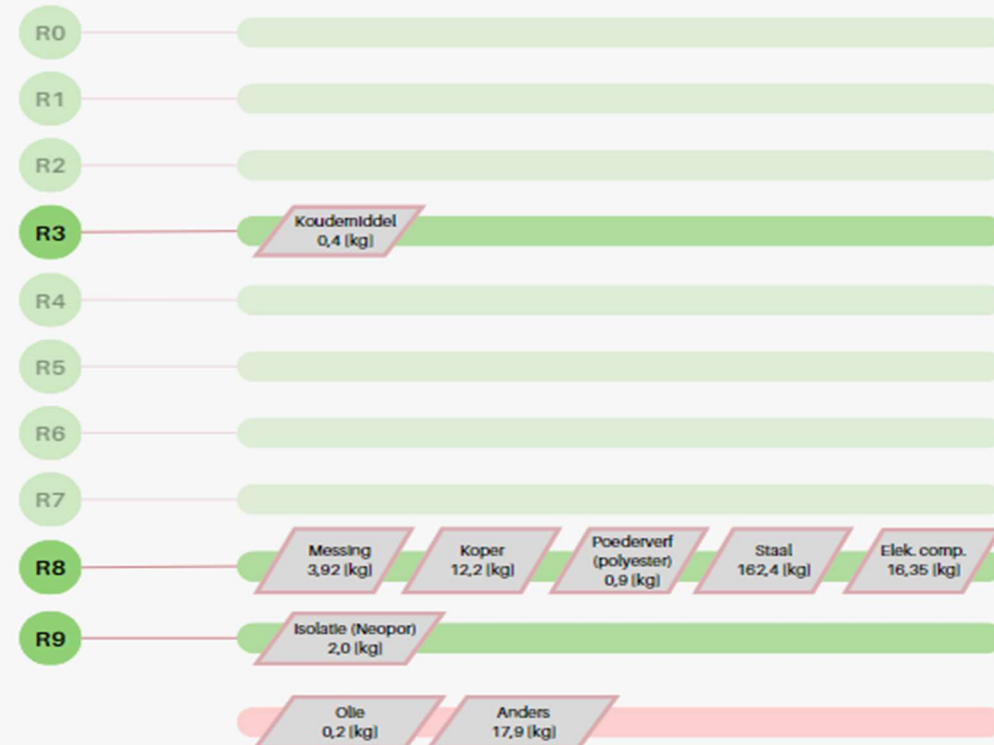
Figuur 35: Flowschema ventilatielucht-water warmtepomp (NIBE) fase C

In bovenstaand Figuur 35 is de sloop- en verwerkingsfase weergegeven. Uit het interview met de Service Manager kwam naar voren dat bij NIBE niet veel bekend is over deze fase. Hierdoor zijn fase C2 t/m C4 benaderd aan de hand van een Black box. Vanwege de Black box benadering is enkel de milieu-impact per fase bekend. Voor fase C1, het slopen, is aangenomen dat dit wordt uitgevoerd door menselijk arbeid en daardoor geen milieu-impact bevat.

1 Fase D

10R model

Onderdeel warmtepomp



Figuur 36: Flowschema ventilatielucht-water warmtepomp (NIBE) fase D

In bovenstaand Figuur 36 is de recyclingsfase van de NIBE F470 weergegeven aan de hand van het 10R-model. In Figuur 36 zijn alle materialen uit de A-fase toegewezen aan één van de R's. Het totaal gewicht toegewezen per R is omgezet naar de milieu-impact om zo tot de totale negatieve milieu-impact van fase D te komen. In het geval van NIBE F470 is de totale milieu-impact voor fase D dan -136,69 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch].

De milieu-impact van alle levensfasen van NIBE uit Figuur 6 en Tabel 4 opgeteld geeft 2825,03 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Hierin is de terugwinning van de recycling fase meegenomen.

Aangezien de totale milieu-impact van alle levensfasen opgeteld groter is dan 0 betekent dit dat nog geen CO₂-neutraliteit is behaald op basis van de levensduur van de warmtepomp.

Productie- en bouwphase (A)

Zoals te zien in Figuur 6, vindt de grootste milieu-impact plaats in de productiefase van A1 t/m A3.

De milieu-impact van A4 en A5 liggen dichtbij elkaar in de buurt, echter is bekend dat een activiteit in fase A5 niet heeft plaatsgevonden. Hierdoor komt fase A5 mogelijk hoger uit dan deze op dit

moment weergeeft. Alle berekeningen voor de productie- en bouwphase zijn inzichtelijk in het tabblad 'Fase A – Productie en bouw' in de spreadsheet van NIBE.

Gebruiksphase (B)

Deze berekening voor bovenstaande milieu-impact is uitgevoerd door het jaarlijks elektriciteit verbruik [*kWh*] te vermenigvuldigen met de emissiefactor van grijze stroom [*kg CO₂-eq/kWh*]. Vervolgens is de milieu-impact berekend op basis van de levensduur van de warmtepomp en de woning.

Sloop- en verwerkingsfase (C)

Zoals te zien in het tabblad 'Fase C – Sloop en verwerking' in de spreadsheet van NIBE, is C1 benoemd als menselijke arbeid waardoor het een milieu-impact van 0 heeft. Fase C2 is gebaseerd op de C2 van de Mitsubishi om het transport van alle warmtepompen zo gelijk mogelijk te maken. Onderstaande data voor C3 en C4 zijn gebaseerd op een lucht-water warmtepomp met een vermogen van 10 kW verkregen via (Stichting Nationale Milieudatabase, 2023). Deze data zijn vervolgens omgerekend naar het naar de milieu-impact per kW vermogen [*kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch*]. Door deze stap maakt het de milieu-impact meer overeenkomend met de NIBE F470. Daarnaast is de milieu-impact op jaarbasis en op basis van de levensduur van een woning benoemd.

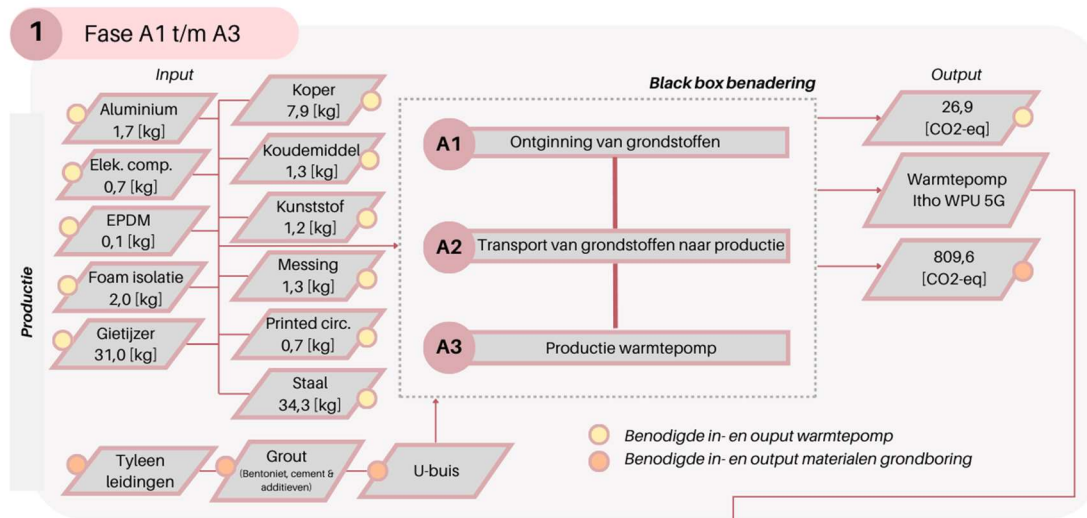
Hergebruik / Recyclingpotentieel (D)

De berekening hiervoor is te zien in het tabblad 'Fase D – Hergebruik' in de spreadsheet van NIBE. De berekening is uitgevoerd door de materialen van de NIBE F470 te koppelen aan één R uit het 10R-model, zoals te zien in Figuur 36 van de flowschema. Voor de berekening is eerst de totale milieu-impact van de NIBE F470 (output fases A1 t/m A3) gedeeld door het totale aantal kilogram om zo de milieu-impact van de warmtepomp per kilogram te verkrijgen. Voor het berekenen van de milieu-impact per R, is het aantal kilogram per R, vermenigvuldigd met de milieu-impact per kilogram. Daarnaast is de milieu-impact op jaarbasis en op basis van de levensduur van een woning benoemd.

Bijlage 23 – Extra toelichting op flowschema Itho Daalderop

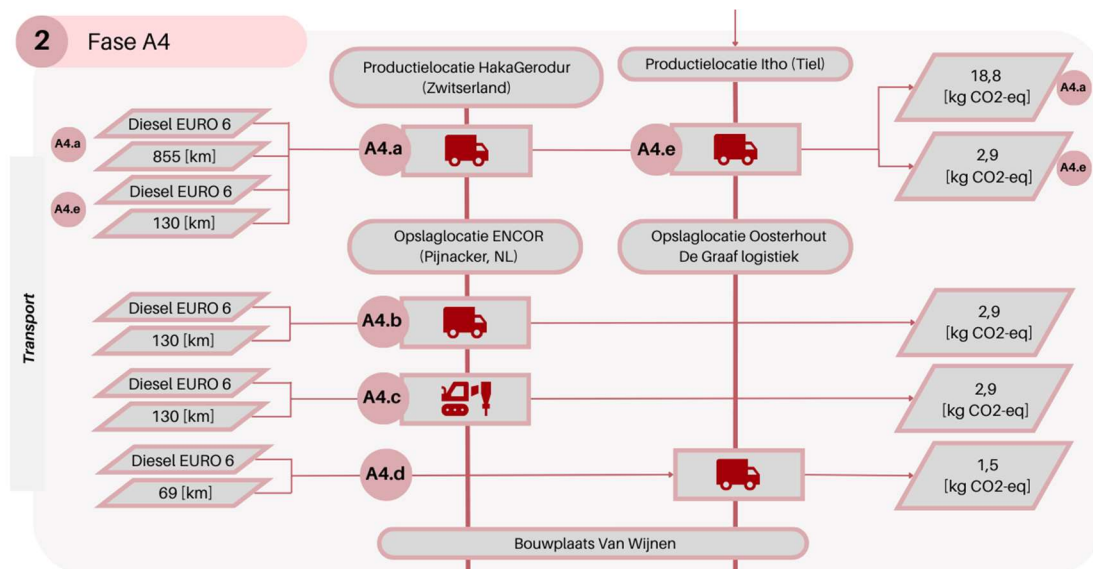
Levenscyclus

Onderstaand is de gehele levenscyclus van de water-water warmtepomp Itho WPU 5G weergegeven in een flowschema, onderverdeeld per levensfase. Wanneer sprake is van een Black box benadering, zijn meerdere levensfases samengevoegd.



Figuur 37: Flowschema water-water warmtepomp (Itho Daalderop) fase A1 t/m A3

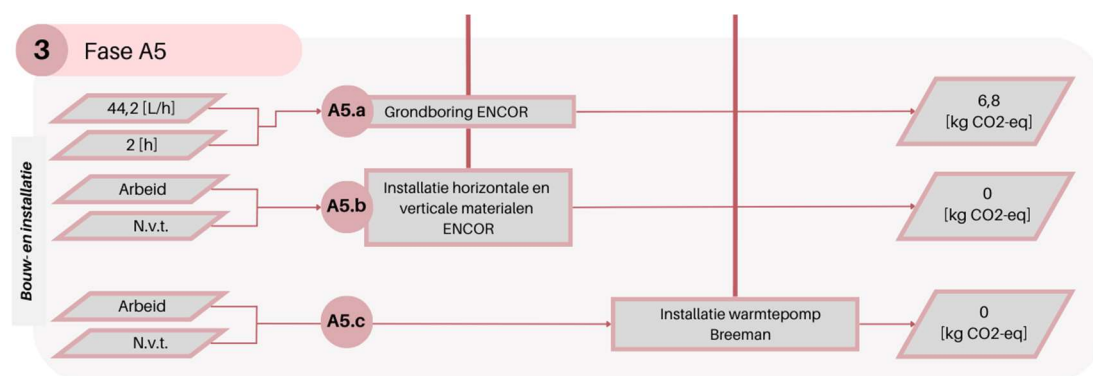
Vanwege de complexiteit van fases A1 t/m A3 (productiefase) zijn deze samengevoegd aan de hand van een Black box benadering. Zoals te zien is in Figuur 37, is sprake van een input voor fase A1 en een output voor fase A3. De input zijn de materialen benodigd om de Itho WPU 5G te produceren. De productie van de Itho WPU 5G geeft output onderdelen; de warmtepomp zelf en materialen voor de grondboring. Aan deze materialen voor deze onderdelen is een gewicht gekoppeld. Dit gewicht is aan de hand van een berekening omgezet naar een milieu-impact per materiaal. De milieu-impact van deze materialen is opgeteld tot de totale milieu-impact van de Itho WPU 5G (geel) en de benodigde materialen voor de grondboring (oranje), te zien in de output. De milieu-impact is weergegeven in [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch].



Figuur 38: Flowschema water-water warmtepomp (Itho Daalderop) fase A4

Zoals te zien in Figuur 38 voor fase A4, het transport voor de bouwphase, is de milieu-impact onderverdeeld per transportstap. Per transportstap is te zien wat het vervoersmiddel, de afstand en het brandstoftype zijn. Voor de transportstappen A4.a, A4.b, A4.d en A4.e is een vrachtwagen weergegeven. Transportstap A4.c is de transport van de boormachine voor de grondboring. Aangezien de Itho WPU 5G uit twee onderdelen bestaat, zijn in Figuur 38 twee evenwijdige lijnen van activiteiten weergegeven. Het betreft de transportstappen van de materialen voor de grondboring (links) en die voor de warmtepomp zelf (rechts).

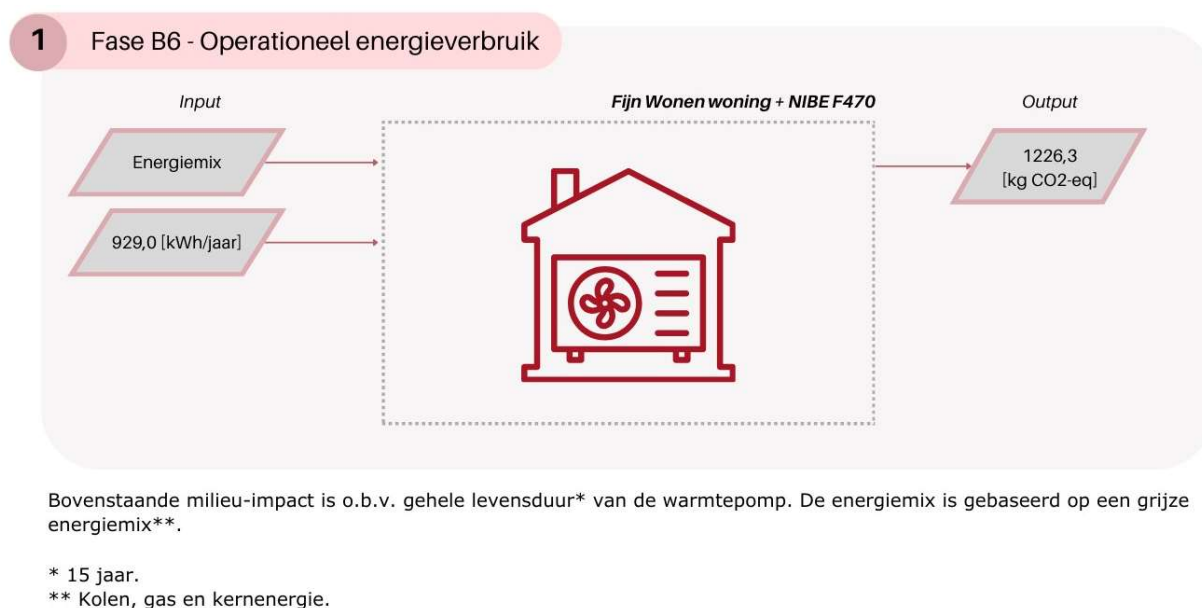
Rechts in Figuur 38 is te zien wat de milieu-impact per transport stap is. De berekeningen voor de milieu-impact per transportstap zijn aan de hand van de referentienummers terug te vinden in de spreadsheet van de Itho.



Figuur 39: Flowschema water-water warmtepomp (Itho Daalderop) fase A5

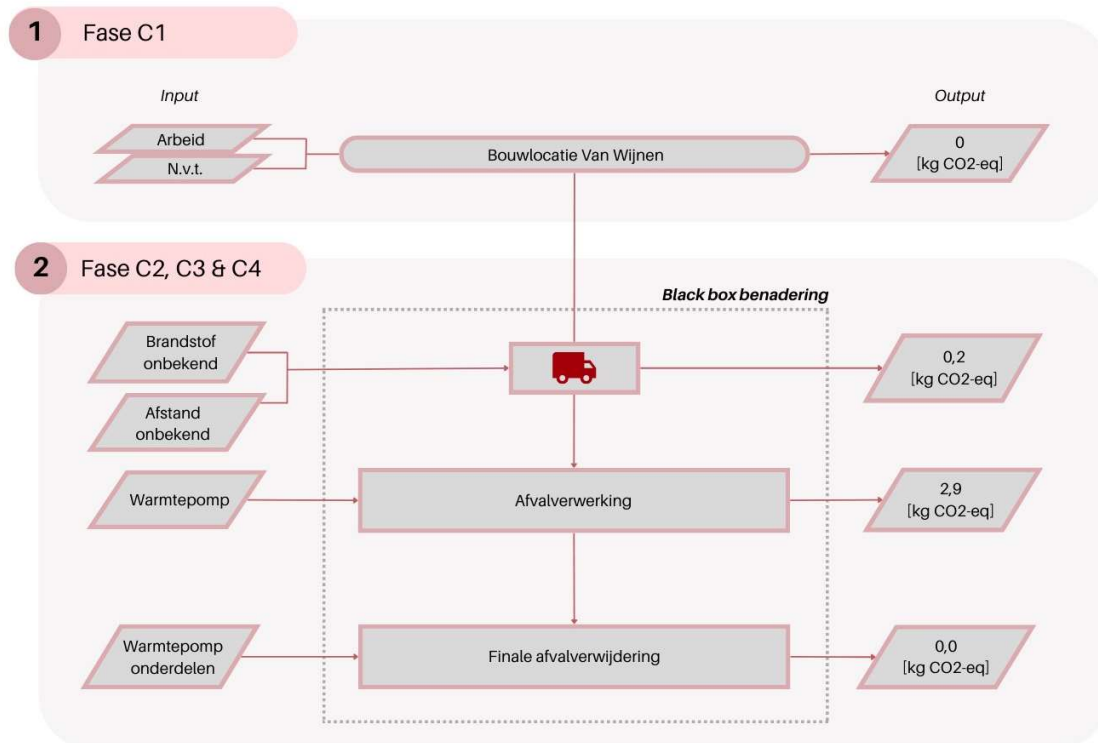
In Figuur 39 is de milieu-impact voor de bouw en installatie van de Itho WPU 5G weergegeven. Referentienummer A5.a heeft betrekking tot de grondboring op de bouwlocatie van Van Wijnen. Vervolgens wordt de verticale en horizontale installatie gedaan voor de materialen van de grondboring. Gedurende de verticale installatie wordt de U-buis en het grout in de bodem tot 200 meter diepte geplaatst. Tijdens de horizontale installatie worden de tylene leidingen gekoppeld aan de U-buis. Deze activiteiten vinden plaats voordat de bouw van de woning start.

Bij referentienummer A5.c wordt de warmtepomp op de bouwlocatie in de techniekruimte in de woning geplaatst. Rechts in de figuur is de bijbehorende milieu-impact per referentienummer weergegeven. De berekening van de milieu-impact per referentienummer is terug te vinden in de spreadsheet van Itho.



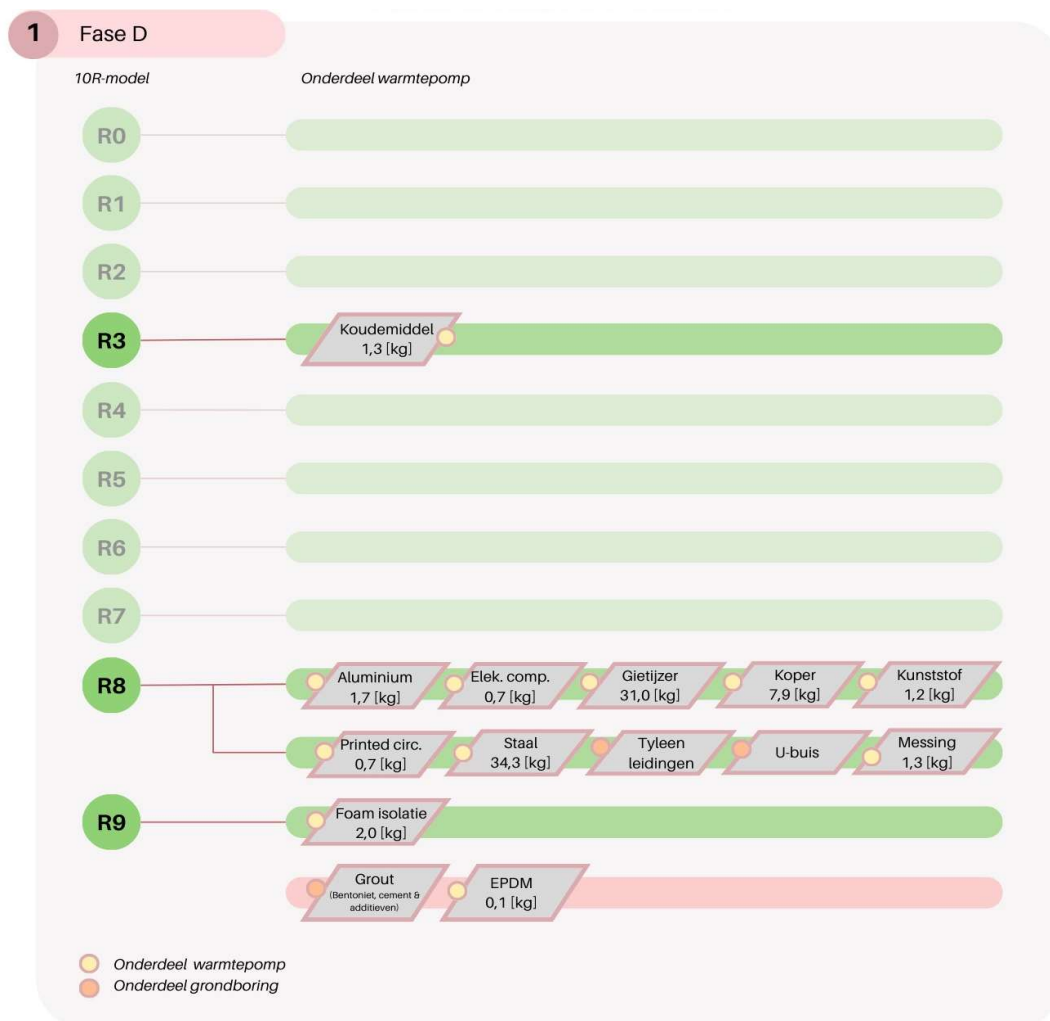
Figuur 40: Flowschema water-water warmtepomp (Itho Daalderop) fase B6

In bovenstaande Figuur 40 is de milieu-impact van het operationele energieverbruik van de Itho WPU 5G weergegeven op basis van de levensduur van de warmtepomp. Om de milieu-impact van het operationele energieverbruik te verkrijgen, is het jaarlijks elektriciteitsverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactor van de energiemix, in dit geval grijze stroom. Deze uitkomst is vervolgens vermenigvuldigd met de levensduur van de warmtepomp.



Figuur 41: Flowschema water-water warmtepomp (Itho Daalderop) fase C

In bovenstaand Figuur 41 is de slooffase- en verwerkingsfase (C1 tot en met C4) van de Itho WPU 5G weergegeven. Uit het interview met de manager SHEQ van Itho Daalderop kwam naar voren dat niet veel bekend is over deze fase. Hierdoor zijn fase C2 t/m C4 benaderd aan de hand van een Black box. Vanwege de Black box benadering is enkel de milieu-impact per fase bekend. Voor fase C1, het slopen van de warmtepomp, is aangenomen dat dit is uitgevoerd door menselijk arbeid en daardoor geen milieu-impact heeft.



Figuur 42: Flowschema water-water warmtepomp (Itho Daalderop) fase D

In bovenstaande Figuur 42 is de recyclingsfase van de Itho WPU 5G weergegeven aan de hand van het 10R-model. In Figuur 42 zijn alle materialen uit de productiefase (fase A), van zowel de warmtepomp als de materialen van de grondboring, toegewezen aan één van de R's. Het totaal gewicht toegewezen per R is omgezet naar de milieu-impact om zo tot de totale negatieve milieu-impact van fase D te komen. In het geval van de Itho WPU 5G is de totale milieu-impact voor fase D -168,43 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch].

De milieu-impact van alle levensfasen uit Figuur 6 en Tabel 4 opgeteld geeft 1933,17 [kg CO₂-eq/15 jaar/kW thermisch]. Hierin is de terugwinning van de recycling fase meegenomen. In Figuur 6 is te zien dat de grootste milieu-impact zich bevindt in het operationele energieverbruik (B6).

Aangezien de totale milieu-impact van alle levensfasen opgeteld groter is dan 0 betekent dit dat nog geen CO₂-neutraliteit is behaald op basis van de levensduur van de warmtepomp.

Productie- en bouwfase (A)

Zoals te zien in Figuur 37, vindt de grootste impact op het milieu plaats in de productiefase (A1 t/m A3). Het gaat hier om het ontginnen en transporteren van grondstoffen en het produceren van de warmtepomp. De milieu-impact van A4 en A5 liggen bij elkaar in de buurt. Alle berekeningen van de LCA voor fase A zijn terug te vinden in het tabblad 'Fase A – Productie en bouw' in de spreadsheet van Itho.

Gebruiksfase (B)

De berekening voor bovenstaande milieu-impact is uitgevoerd door het gemiddelde gemeten verbruik voor verwarmen van een project van Itho Daalderop [$kWh/jaar$] te vermenigvuldigen met de emissiefactor van grijze stroom [$kg\ CO_2-eq/kWh$]. Vervolgens is de milieu-impact berekend op basis van de levensduur van de warmtepomp en de woning.

Sloop- en verwerkingsfase (C)

Fase C2 is gebaseerd op de C2 van de Mitsubishi. De data voor C3 en C4 zijn gebaseerd op een water-water warmtepomp met een vermogen van 30 kW verkregen via (Stichting Nationale Milieudatabase, 2023). Deze data zijn vervolgens omgerekend naar het naar de milieu-impact per kW vermogen [$kg\ CO_2-eq/15\ jaar/kW\ thermisch$] om de warmtepompen met elkaar te kunnen vergelijken. Daarnaast is de milieu-impact op jaarbasis en op basis van de levensduur van een woning benoemd.

In Figuur 41 is zichtbaar dat de milieu-impact voor fase C1, C2 en C4 minimaal is in verhouding tot fase C3. Echter is de milieu-impact van fase C3 absoluut gezien niet een bijzonder resultaat in vergelijking tot de andere warmtepompen. Dit wordt weergegeven en verder toegelicht in paragraaf – Sloop- en verwerkingsfase (C).

Hergebruik / Recyclingpotentieel (D)

De berekening van Figuur 42 is terug te vinden in het tabblad 'Fase D – Hergebruik' in de spreadsheet van Itho. De berekening is uitgevoerd door de materialen uit fase A van de Itho WPU 5G te koppelen aan één R uit het 10R-model, zoals te zien in Figuur 42 van het flowschema. Voor de berekening is eerst de totale milieu-impact van de warmtepomp (output fases A1 t/m A3) gedeeld door het totale gewicht van de warmtepomp in [kg], om de milieu-impact van de warmtepomp per kilogram [$kg\ CO_2-eq/kg\ warmtepomp$] te verkrijgen. Voor het berekenen van de milieu-impact per R in [$kg\ CO_2-eq /warmtepomp/kW\ vermogen$] is de formule in Tabel 34: Berekening milieu-impact recyclingsfase (D) toegepast.

Tabel 34: Berekening milieu-impact recyclingsfase (D)

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Milieu-impact fase D} & & \text{Milieu-impact per} \\
 \text{[kg CO}_2\text{-eq/15 jaar/} & = & \text{Aantal [kg] materiaal} & * & \text{kilogram} \\
 \text{kW thermisch]} & & \text{per R} & & \text{[kg CO}_2\text{-eq/} \\
 & & & & \text{kg warmtepomp]}
 \end{array}$$