

Afstudeerdossier

Project E-waste



OVSoftware



Auteur: Boris Bolder

Bedrijfsbegeleiders: Frank Stikma, Jeroen Koers

Afstudeerbegeleider: Rob Stokkers

Datum: 13 juni 2021

Voorwoord

U leest het afstudeerverslag over het E-waste project. Dit project is uitgevoerd in de periode februari 2021 - juni 2021. Het project is een samenwerking tussen het lectoraat Regionale Ontwikkeling, vertegenwoordigd door Frank Stikma, en OVSoftware. Hiernaast zijn meerdere andere organisaties, die onderdeel uitmaken van de E-novation Hub, betrokken geweest.

In de eerste fase van het project is onderzoek uitgevoerd en een gewenste situatie in kaart gebracht. Aan de hand van de resultaten is een prototype gebouwd. In dit verslag wordt het proces en de bijhorende resultaten beschreven. Afsluitend worden aanbevelingen gegeven en gereflecteerd op het project en het resultaat.

Samenvatting

Elektronisch afval is een van de meest schadelijke afvalstromen die bestaat. Daarnaast is het ook de snelst groeiende afvalstroom. De manier waarop elektronische apparaten worden afgeschreven zal in de toekomst voor grote problemen zorgen. Daarom is een circulaire economie van groot belang. In een circulaire economie wordt meer hergebruikt en gerepareerd.

Om dit een werkelijkheid te maken is veel werk vereist, ook is het van belang dat de geproduceerde elektronische apparaten met zo min mogelijk kosten en moeite gerepareerd kunnen worden.

Binnen de wereld van recycling en refurbishing leeft veel onduidelijkheid; welke apparaten zijn de moeite waard en welke zijn dat niet? Het antwoord op deze vraag is erg complex, de mogelijkheid en haalbaarheid om een apparaat te repareren hangt af van veel verschillende factoren. Zoals reparatiekosten en de beschikbaarheid van reserveonderdelen.

Hiernaast is ook de beschikbare informatie niet altijd voldoende om een apparaat te kunnen repareren. Of is het maar de vraag of het vervangen van een bepaald onderdeel daadwerkelijk de juiste oplossing is.

Het doel van het E-waste platform is om binnenkomende apparaten op een objectieve manier te beoordelen op het gebied van haalbaarheid en aantrekkelijkheid van reparatie. Daarnaast wordt ook kennis opgebouwd over deze apparaten wanneer mensen apparaten testen en repareren. Deze kennis wordt beschikbaar gesteld voor aangesloten organisaties als ondersteuning tijdens het test- en reparatieproces.

Elke apparaat doorloopt een procedure. Beginnend bij Identificatie, hier wordt een product aangemeld en toegevoegd aan een database. Hierna wordt het product geclassificeerd, met behulp van bekende data van het product krijgt het product een score die aangeeft hoe haalbaar reparatie van het apparaat is. Wanneer dit voldoet wordt het product meegenomen naar de testfase. Hier worden verschillende tests uitgevoerd. De gebruiker beoordeelt of deze tests worden doorstaan. Als het apparaat voldoende tests doorstaat wordt het overwogen voor reparatie. Wanneer reparatie is voltooid wordt de functionaliteit van de wasmachine getest. Wanneer deze test doorstaan is het apparaat klaar om op de markt te worden gezet. Doormiddel van een keurmerk kan het apparaat aantrekkelijker worden gemaakt en een positiever gecreëerd worden bij consumenten.

In samenwerking tussen verschillende partijen is een prototype van het E-waste platform gebouwd.

Inhoud

Voorwoord.....	2
Samenvatting.....	3
1. Inleiding	6
1.1 Aanleiding tot vraagstuk	6
1.2 Doelstelling	6
1.3 Probleemstelling	7
2. Organisatie.....	7
2.1 E-novation Hub	7
2.2 Stakeholders	7
3. Werkwijze	8
3.1 Design thinking methode	8
3.2 Uitvoering	8
4. Onderzoeksresultaten.....	9
4.1 Onderzoeksvragen	9
4.2 Wat zijn de systeemdoelen van het Extended-Life platform?.....	10
4.3 Aan welke systeemeisen moet het systeem voldoen volgens de relevant stakeholders?	11
4.4 Wat zijn de processtappen van identificatie, classificatie, testen, repareren en vermarkting? Hoe kunnen deze op logische wijze geprioriteerd en geordend worden?	12
4.5 Hoe kan kunnen de genoemde processtappen vertaald worden naar een gegevensmodel? Wat zijn hierbij belangrijke entiteiten, en welke relaties hebben deze?	15
4.6 Welke eisen worden gesteld aan de visuele presentatie? Wat zijn belangrijke visuele ontwerpspecificaties om de gebruiksvriendelijkheid van de applicatie te waarborgen?	16
4.6 Welke informatie dient zichtbaar te zijn voor de gebruikers? Wat betekent dit voor de achterliggende backend en databasestructuur?	16
4.7 Conclusie.....	17
5. Functioneel ontwerp.....	18
5.1 Beschrijving proces flow	18
5.2 Use-cases	24
6. Technisch ontwerp.....	26
6.1 Frameworks	26
6.2 Database	26
6.3 Databasemodel	27
7. Ontwerpkeuzes	30
7.1 Identificatie	30
7.2 Classificatie	30
7.3 Testen	31

7.3 Reparatie.....	31
7.4 Vermarkting	31
8. Implementatie	32
8.1 Feedback.....	35
8.2 Tests.....	36
9. Conclusie.....	36
9.1 behaalde requirements.....	37
10. Aanbevelingen	38
10.1 Reparatiefase	38
10.2 Statusupdates	38
10.3 Recycleproces	38
10.4 Classificatie	38
10.5 Aanmaken Users en Organizations	39
10.6 E-waste netwerk	39
11. Reflectie	40
Bibliografie.....	41
Bijlage 1: Customer Journey	42

1. Inleiding

1.1 Aanleiding tot vraagstuk

Een groot deel van het elektronisch afval dat gegenereerd wordt niet hergebruikt. Veel bruikbare producten worden meteen gerecycled, zonder te kijken naar eventuele mogelijkheden om het product te reviseren of repareren. Dit is niet alleen slecht voor het milieu, maar ook vanuit het financiële aspect zou efficiënter hergebruik beter zijn.

Om het hergebruik van elektronica te verhogen moet het aanschaffen en aanbieden van gebruikte elektronica aantrekkelijker worden gemaakt. Het Extended Life platform moet hiervoor een oplossing bieden. Samen met verschillende bedrijven uit de regio zal dit worden opgezet. Dit platform moet het gat tussen een potentiële koper en verkoper overbruggen. In dit platform kan een persoon informatie invoeren over zijn product, aan de hand van deze informatie kan het product worden beoordeeld/gekeurd. Uiteindelijk kan een eindgebruiker deze informatie gebruiken om een besluit te maken over een aankoop.

Om een goede oplossing te kunnen bedenken zal eerst onderzoek gedaan worden naar de kern van het probleem. Bij het bedenken van deze oplossing moet goed nagedacht worden welke informatie nodig is om een product te beoordelen, en hoe deze informatie op een flexibele en schaalbare wijze kan worden ingevoerd en opgeslagen.

1.2 Doelstelling

Het platform moet zowel kennis als een eenvoudige manier om voorraad bij te houden bieden aan gebruikers. De kennis database zal door de jaren heen worden opgebouwd. Wanneer onbekende producten binnenkomen kunnen deze worden toegevoegd aan de database. Wanneer een medewerker het voorheen onbekende product door het proces werkt kan hij/zij de bevindingen over het product invoeren, zodat deze in de toekomst opgehaald kunnen worden. Op deze manier wordt de beschikbare kennis opgebouwd, en kan slimmer te werk worden gegaan.

De elektronische afvalstroom groeit erg snel en is erg schadelijk voor het milieu. Het uiteindelijke doel van het platform is om een circulaire economie te ondersteunen met het E-waste platform en zo de elektronische afvalstroom te verkleinen.

1.3 Probleemstelling

Momenteel is bij de kringloop veel onduidelijkheid bij het innemen van elektronische apparaten. Er zijn geen duidelijke producteisen of richtlijnen voor het testen. Dit zorgt ervoor dat de apparaten niet op objectieve wijze beoordeeld kunnen worden. Dit zorgt ervoor dat veel producten die potentieel hergebruikt zouden kunnen worden toch worden weggegooid.

Ook wordt hierbij weinig gedocumenteerd over de binnenkomende apparaten en wat uiteindelijk met het apparaat is gedaan na inname. Hieronder vallen onder andere:

- Test resultaten
- Uitgevoerde reparaties
- Gewonnen onderdelen

2. Organisatie

2.1 E-novation Hub

De E-novation Hub, gevestigd op het Zwitsalterrein in Apeldoorn, is een samenwerking tussen recycling- en kringloop organisaties. De E-novation Hub heeft als doel een groter deel van het ingezamelde elektronische afval hoogwaardiger en meer circulair te verwaarden. (Cirkelwaarde, 2021)

Tijdens het project is samengewerkt met een aantal bedrijven die onderdeel maken van de E-novation Hub.

2.2 Stakeholders

Het project kent de volgende stakeholders:

Frank Stikma

Frank Stikma is een van de grondleggers van het E-waste Platform. Hij is al langer bezig met het onderzoeken naar en werken aan een circulaire economie. Daarnaast is Frank ook afstudeerbegeleider.

Jeroen Koers

Jeroen Koers is afstudeerbegeleider namens OVSoftware.

OVSoftware

Tijdens dit bedrijf wordt samengewerkt met de mensen van OVSoftware om de applicatie een werkelijkheid te maken.

Foenix

Foenix is een kringloopwinkel die onder andere gevestigd is in Apeldoorn. In samenwerking met dit bedrijf, en aan de hand van hun feedback wordt de applicatie ontwikkeld. Foenix is onderdeel van de E-novation Hub.

Cirkelwaarde

Cirkelwaarde is een samenwerking tussen AVU, ROVA en Circulus-Berkel. In samenwerking met deze organisatie, en aan de hand van hun feedback wordt de applicatie ontwikkeld. Cirkelwaarde is onderdeel van de E-novation Hub.

3. Werkwijze

3.1 Design thinking methode

Om tot een passende oplossing te komen voor het probleem is gebruik gemaakt van de “Design Thinking methode” (Siang, n.d.). Deze methode is opgedeeld in vijf fases.

1. Empathie creëren
2. Probleemdefinitie
3. Brainstorming
4. Prototyping/implementatie
5. Testen

Deze fases kunnen in niet-sequentiële wijze worden uitgevoerd.

3.2 Uitvoering

Empathie creëren

Allereerst is ingelezen in de eerder uitgevoerde onderzoeken, resultaten, etc. Dit hielp met de beeldvorming van het probleem en de mensen die met het probleem te maken hebben. De bevindingen zijn beschreven in het onderzoeksrapport. Aan de hand van deze documentatie en overleg met verschillende stakeholders zijn de eerste eisen voor het platform in kaart gebracht.

Probleemdefinitie

De informatie uit de voorgaande fase is gebruikt om de kern van het probleem te definiëren.

Brainstorming

Tijdens de brainstorming fase is nagedacht over verschillende manieren om het probleem op te lossen. Als eerste uitgangspunt zijn wasmachines gebruikt omdat dit een grote afvalstroom, het uiteindelijke resultaat moest toegepast kunnen worden op verschillende productcategorieën.

Uiteindelijk is in samenwerking met de stakeholders het gewenste proces uitgewerkt. Hierin stond beschreven welke stappen een product moet doorlopen van binnenkomst tot verkoop. Dit proces is beschreven in tekst en uitgewerkt in een flowchart.

Het gewenste proces werd uitgewerkt in een flowchart en onderbouwd met tekst. Aan de hand hiervan is het ERD opgesteld. In het ERD worden de verschillende aspecten van de bedrijfslogica beschreven, hieronder vallen onder andere het expert- en voorraadsysteem.

Prototyping/implementatie

Het bouwen van het prototype is begonnen nadat de gewenste situatie duidelijk in kaart was. Dit bestond uit een diepgaande flowchart met uitleg en het databasemodel. Tijdens het bouwen zijn kleine mankementen naar boven gekomen in het proces en het databasemodel. Hiervoor zijn tijdens het bouwproces een aantal veranderingen gemaakt. Deze veranderingen worden uitgelegd in het implementatie hoofdstuk.

Testen

Tijdens het bouwen van het prototype hebben handmatige tests plaatsgevonden. Daarnaast zijn ook feedbackmomenten geweest voor de applicatie waarmee verder kon worden gewerkt.

4. Onderzoeksresultaten

Om een goede oplossing te kunnen bedenken voor het probleem is een onderzoek uitgevoerd. Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen.

4.1 Onderzoeksvragen

Hoofdvraag

Hoe kan het Extended-Life platform bijdragen aan een systematische objectivering van de hergebruiksmogelijkheden van de ingeleverde consumentenelektronica, de te doorlopen teststappen, de te volgen reparatie activiteiten en de vermarkting ervan op kansrijke afzetmarkten?

Toelichting:

In het proces wordt onderscheidt gemaakt in de volgende fasen: identificatie, classificatie, testen, reparatie en vermarkting. Het is hierbij belangrijk om objectief te kunnen bepalen wat de haalbaarheid van eventuele reparatie van ingeleverde consumentenelektronica. Deze haalbaarheid hangt af van bijvoorbeeld economische factoren, ecologische impact, de mate van technische repareerbaarheid, verwachte marktvraag. In de huidige situatie wordt deze haalbaarheid vaak op basis van subjectieve factoren bepaald. De te ontwikkelen applicatie brengt hier verandering in door alle processtappen in de fase van identificatie, classificatie, testen, repareren en vermarkten te objectiveren.

Hoe kan een applicatie het proces van identificeren, classificeren, testen en repareren stroomlijnen?

Het bouwen van een expertsysteem dat gebruikt kan worden voor deze doeleinden. Het systeem moet een oordeel kunnen geven over de prestaties van een apparaat. Het ontwikkelen van een Decision support-systeem draagt hieraan bij.

Deelvragen

1. Wat zijn de systeemdoelen van het Extended-Life platform?
2. Aan welke systeemeisen moet het systeem voldoen volgens de relevant stakeholders? Hierin wordt onderscheidt gemaakt tussen gebruikers (reparateurs, testers, etc.) en management.
3. Wat zijn de processtappen van identificatie, classificatie, testen, repareren en vermarkting? Hoe kunnen deze op logische wijze geprioriteerd en geordend worden?
4. Hoe kan kunnen de genoemde processtappen vertaald worden naar een gegevensmodel? Wat zijn hierbij belangrijke entiteiten, en welke relaties hebben deze?
5. Welke eisen worden gesteld aan de visuele presentatie? Wat zijn belangrijke visuele ontwerpsspecificaties om de gebruiksvriendelijkheid van de applicatie te waarborgen?
6. Welke informatie dient zichtbaar te zijn voor de gebruikers? Wat betekent dit voor de achterliggende backend en databasestructuur?

4.2 Wat zijn de systeemdoelen van het Extended-Life platform?

Het hoofddoel van het Extended-Life platform is het proces van identificatie, classificatie, testen, repareren en vermarkten te stroomlijnen. In de huidige situatie loopt het proces erg los en worden keuzes gemaakt zonder duidelijke richtlijnen en testprocedures in kaart te hebben. Dit zorgt ervoor dat veel apparaten onnodig worden gerecycled terwijl deze ook een tweede leven kunnen krijgen.

Door het proces te stroomlijnen, en de medewerkers te voorzien van duidelijke stappen die op maat kunnen zijn voor bepaalde productseries, kan het efficiënt hergebruik verhoogd worden.

Daarnaast biedt het platform ook de mogelijkheid om de voorraad bij te houden en informatie makkelijk op te kunnen halen van een apparaat. Door een QR-code te scannen kan de gebruiker meteen de informatie van een product ophalen, hieronder valt bijvoorbeeld de status van het apparaat, testhistorie, etc.

Uiteindelijk willen we het platform ook als een soort netwerk gaan behandelen. De informatie in de kennisdatabase wordt beschikbaar gesteld aan meerdere partijen. Waardoor de kennis door meer mensen gebruikt kan worden, maar ook door meer mensen ingevuld kan worden. Waardoor de aanwezige kennis nog sneller zal groeien. De aanpassingen die gedaan worden zullen wel gereguleerd moeten worden.

4.3 Aan welke systeemeisen moet het systeem voldoen volgens de relevant stakeholders?

Uit analyse zijn de volgende requirements opgesteld. De requirements zijn opgesteld volgens de MoSCoW methode.

Business			
Nummer	Beschrijving	(Niet) Functioneel	Prioriteit MoSCoW
B1	Het platform moet het aantal hergebruikte producten verhogen	NF	M
B2	Het platform moet schaalbaar zijn en toegepast kunnen worden op uiteenlopende productcategorieën	NF	M
B3	Het platform moet gebruikers ondersteunen tijdens het test en reparatieproces	NF	M
B4	De applicatie moet het gehele proces objectiever en sneller maken	NF	M
User			
Nummer	Beschrijving	(Niet) Functioneel	Prioriteit (MoSCoW)
U1	De gebruiker moet een apparaat kunnen aanmelden in het systeem	F	M
U2	De gebruiker moet productseries kunnen definiëren in het systeem	F	M
U3	De gebruiker moet een testproces kunnen uitvoeren aan de hand van stappen die in de database gedefinieerd zijn.	F	M
U4	De gebruiker moet een reparatieproces kunnen uitvoeren aan de hand van stappen die in de database gedefinieerd zijn.	F	M
U5	Indien gewenst moeten te test- en reparatiestappen kunnen worden aangepast voor specifieke productseries	F	M
U6	De aangemelde apparaten moeten tijdens het proces d.m.v. een status gevolgd kunnen worden	F	S
System			
Nummer	Beschrijving	(Niet) Functioneel	Prioriteit MoSCoW
S1	Het systeem moet goed met fouten kunnen omgaan	NF	M
S2	De applicatie moet op verschillende devices gebruikt kunnen worden	NF	M
S3	De applicatie biedt zowel kennis als een voorraadsysteem	F	M
S4	De tool moet online bereikbaar zijn	NF	M
S5	Data moet op een efficiënte en snelle wijze kunnen worden opgehaald	NF	M

4.4 Wat zijn de processtappen van identificatie, classificatie, testen, repareren en vermarkting? Hoe kunnen deze op logische wijze geprioriteerd en geordend worden? Het proces is onderverdeeld in de volgende fases.

Identificatie

Tijdens de identificatiefase wordt een ingenomen product geïdentificeerd en aangemeld in het systeem. Dit houdt in dat bij de productinname het merk en serienummer van het product wordt ingevoerd, indien de productserie niet bekend in het systeem kan de gebruiker een nieuwe serie aanmaken in het systeem.

Naast het handmatig invoeren zou het ook mogelijk zijn een product aan te melden door het label te scannen en met behulp van deep learning in te lezen. Deze methode kan veel tijd besparen, serienummers vaak lang en hebben vaak kleine afwijkingen van elkaar. Deze oplossing kan voorkomen dat de gebruiker letter voor letter het serienummer moet verifiëren. Onderzoek van KU Leuven toont aan dat het scannen en detecteren van wasmachine labels op redelijk betrouwbare wijze kan gedaan worden. (Wouter Sterkens, 2020)

Voor elk product wordt een QR-code gegenereerd, door deze QR-code te scannen kan informatie over het product worden opgehaald.

Voor elk product dat binnenkomt wordt gevraagd een aantal foto's te uploaden. Deze foto's kunnen later gebruikt worden ter referentie tijdens de inspectie van vergelijkbare apparaten.

Zodra dit gedaan is wordt een visuele inspectie van het product uitgevoerd. Dit is een korte inspectie die grotendeels kan worden uitgevoerd zonder verdere handelingen uit te voeren met het product. Tijdens deze inspectie wordt bijvoorbeeld gezocht naar deuken, krassen of missende onderdelen (zoals slangen).

Indien geen grote gebreken worden gevonden tijdens deze inspectie wordt een formulier met informatie van het product zo volledig mogelijk ingevuld, dit formulier bevat vragen die onder andere betrekking hebben tot de gebruikshistorie van het product.

Na het invullen van dit formulier is de identificatiefase voltooid.

Classificatie

De classificatie van het product wordt zoveel mogelijk geautomatiseerd, dit gebeurt aan de hand van bekende historische data. Binnen het classificatieproces zijn verschillende factoren van belang, deze factoren zijn:

Repareerbaarheid

De repareerbaarheidsscore van een product toont aan hoe aantrekkelijk het is om het product te repareren. Deze score is onder andere gebaseerd op historische reparatietijd, gemiddelde vraagprijs gebruikt product, aanbod reserveonderdelen.

Ecologisch

De ecologische impact wordt bepaald door de verwachte levensduur en verbruik na reparatie. Een lange verwachte levensduur en laag gebruik betekent een goede score.

Marktvraag

Verwachte marktvraag verschilt per merk, de vraag naar onbekende- en lage kwaliteitsmerken is lager dan de vraag naar A-merken.

Test

Het testproces kan per productserie verschillen, bijvoorbeeld het openmaken van het apparaat. Om hiervoor flexibiliteit mogelijk te maken wordt een standaard testplan aangemaakt dat aangepast kan worden per productserie. Hetzelfde geldt voor het reparatieproces. Er zal een standaard proces opgesteld worden voor een productcategorie, zoals de wasmachine. Wanneer een productserie wordt toegevoegd in de database kan gekozen worden de standaard test- en reparatiestappen van de productcategorie over te nemen, of de reparatiestappen van een verwant type wasmachine over te nemen. Bijvoorbeeld: Bij het aanmaken van productserie Miele A120 kan gekozen om de stappen van de Miele A110 worden overgenomen.

Voor elke productserie is de mogelijkheid de test- en reparatiestappen aan te passen indien gewenst. Deze zullen alleen betrekking hebben tot de huidige serie, en niet de serie waarvan de stappen zijn overgenomen.

De testfase is opgedeeld in verschillende sub fasen.

Visuele check

Naast de visuele inspectie die uitgevoerd is tijdens de identificatiefase wordt een aanvullende visuele test uitgevoerd. In deze test wordt gekeken de binnenkant van het apparaat. Hieronder kan bijvoorbeeld de interne bedrading vallen.

Prioriteitentest

Tijdens de prioriteitentest wordt gekeken naar de onderdelen waarvan bekend is dat ze duur of moeilijk te repareren zijn. Bijvoorbeeld de lagers. Het testen van deze onderdelen wordt geprioriteerd omdat zo vroeg mogelijk slechte apparaten uit te filteren. Als een van de onderdelen in deze test niet voldoende is wordt het apparaat afgeschreven.

Repareerbare onderdelen test

Allerlaatst worden de onderdelen getest waarvan bekend is dat ze niet te duur zijn. Als minder dan drie van deze onderdelen falen wordt het apparaat overwogen voor reparatie.

Reparatie

Aan de hand van de resultaten van het test proces kunnen mogelijke reparaties worden uitgevoerd. Het reparatieproces kan ingewikkeld zijn er erg uiteen lopen per merk/serie. De database van het platform moet deze reparatieprocessen in kaart brengen.

De stappen zullen verschillen per productserie, en zullen worden aangemaakt zoals in het bovenstaande “Test” hoofdstuk is uitgelegd.

Vermarkten

De laatste fase is het vermarkten van het apparaat. Om het apparaat zo aantrekkelijk mogelijk te maken en potentiële kopers meer gevoel te geven voor een gebruikt product willen we een certificaat en keurmerk geven aan het apparaat. Dit wordt samen met een aantal specificaties van het apparaat getoond op het zogeheten informatiepaspoot. Dit paspoort moet de belangrijke informatie van het apparaat op een mooie wijze presenteren.

Zodra het is aangemaakt is het product klaar voor de verkoop.

Conclusie

De fases van het proces staan vast en worden in vaste volgorde uitgevoerd.

De stappen die binnen de test- en reparatiefases worden uitgevoerd kunnen verschillen per productserie. Zo kunnen bijvoorbeeld de stappen voor het repareren van een Bosch wasmachine anders zijn dan de stappen van een Miele. Omdat deze stappen erg uiteen kunnen lopen moet deze flexibel zijn.

Er zijn meerdere opties overwogen voor de meest gebruiksvriendelijke en flexibele manier om dit op te lossen. Uiteindelijk is gekozen om de gebruiker de mogelijkheid te bieden om de test- en reparatiestappen te kopiëren van bestaande productseries wanneer is nieuwe wordt aangemaakt. Het voordeel van deze oplossing is dat het de mogelijkheid biedt om de stappen over te nemen van vergelijkbare apparaten, zo kunnen twee variaties van de Bosch WAU serie erg overeenkomen, zowel intern als extern. Door de stappen over te kunnen nemen wordt dus veel tijd bespaart. Na het kopiëren kunnen de stappen alsnog worden aangepast indien gewenst.

4.5 Hoe kan kunnen de genoemde processtappen vertaald worden naar een gegevensmodel? Wat zijn hierbij belangrijke entiteiten, en welke relaties hebben deze?

Binnen het proces zullen de fases in vaste volgorde worden doorlopen, ongeacht productcategorie. Deze volgorde is:

1. Identificatie
2. Classificatie
3. Testen
4. Reparatie
5. Vermarkting

De identificatie, classificatie en vermarkting stappen zullen hetzelfde zijn voor elke categorie.

De testfase wordt opgedeeld in meerdere subfasen, op deze manier kunnen de tests zo efficiënt mogelijk worden uitgevoerd. Deze subfasen zijn de aanvullende visuele test, de prioriteitentest, de hoge repareerbaarheidstest. Net zoals de normale fases dienen deze in vaste volgorde te worden uitgevoerd.

Binnen de subfasen van de testfase worden verschillende tests uitgevoerd, welke tests dit zijn zal verschillen per productcategorie. Dit wordt opgeslagen in de database onder verschillende entiteiten. De TestPhase entiteit kan gezien worden als een parent entiteit, aan deze entiteit zal de Test entiteit gekoppeld worden, onder de Test entiteit zullen een of meerdere entries van de TestStep vallen. De TestStep entiteit zal beschrijven wat de gebruiker moet doen om de Test te voltooien, stap voor stap. Daarnaast bestaat ook een TestResult entiteit, hierin wordt het resultaat van een Test beschreven voor een bepaald Product.

De reparatiefase is in een soortgelijke manier opgebouwd. Elke er wordt een Reparation entiteit opgezet, onder deze entiteit zullen een of meerdere entries van de ReparationStep entiteit worden opgezet.

De TestPhase en Reparation entiteiten zullen gekoppeld worden aan de ProductSeries tabel, op deze manier kunnen de test- en reparatieprocedures op maat gemaakt worden per ProductSeries. De gebruiker zal de mogelijkheid krijgen om deze aanpassingen te maken in de applicatie.

4.6 Welke eisen worden gesteld aan de visuele presentatie? Wat zijn belangrijke visuele ontwerpspecificaties om de gebruiksvriendelijkheid van de applicatie te waarborgen?

Het is van belang dat de applicatie overzichtelijk en makkelijk in gebruik is. De gebruiker moet met gemak kunnen achterhalen wat de status van een bepaald apparaat is. De applicatie moet het proces van begin tot eind zo simpel mogelijk maken voor de gebruiker.

Om ervoor te zorgen dat de applicatie en procesflow duidelijk is zullen verschillende feedback momenten worden gepland, hiernaast is het ook de bedoeling dat de applicatie tijdens de implementatiefase eens gebruikt zal worden tijdens het testproces. Dit zal inzicht geven in de meerwaarde van de applicatie en waar verbeterpunten zijn. Op deze manier kan feedback worden verzameld en de applicatie geoptimaliseerd worden.

4.6 Welke informatie dient zichtbaar te zijn voor de gebruikers? Wat betekent dit voor de achterliggende backend en databasestructuur?

Het is van belang dat de gebruiker de aanwezige informatie op een logische wijze kan raadplegen. De gebruiker moet toegang hebben tot de informatie uit de kennis- en voorraaddatabase. Om de juiste informatie op de juiste plek te krijgen is bijvoorbeeld een relatie gecreëerd tussen ProductSeries en TestPhases. Deze relatie zorgt ervoor dat het testproces aangepast kan worden per ProductSeries.

Elk product heeft een status die aangeeft waar het product zich bevindt in het proces. Deze statussen staan beschreven in de Status tabel. Elk product heeft een foreign key relatie met de Status tabel.

4.7 Conclusie

De hoofdvraag van dit onderzoek is: “Hoe kan het Extended-Life platform bijdragen aan een systematische objectivering van de hergebruiksmogelijkheden van de ingeleverde consumentenelektronica, de te doorlopen teststappen, de te volgen reparatie activiteiten en de vermarkting ervan op kansrijke afzetmarkten?”

Uit onderzoek blijkt dat er veel onduidelijkheid is bij het innemen van elektronica. Er worden apparaten ingenomen van allerlei categorieën, soorten en maten. Hierdoor is het lastig voor werknemers om keuzes te maken en apparaten te beoordelen. Soms maken werknemers gebruik van richtlijnen die niet altijd even relevant zijn. Bijvoorbeeld is het aantal HDMI-poorten een van de beoordelingspunten van een televisie. Wanneer dit aantal laag is wordt de televisie afgeschreven. Dit terwijl het aantal poorten niet direct relevant is voor de kwaliteit van de televisie.

Het voorleggen van tests die met een duidelijk stappenplan worden uitgelegd kan hiervoor een oplossing bieden. De werknemers kunnen de tests uitvoeren, wanneer de test is uitgevoerd kan de werknemer beoordelen of het apparaat de test heeft doorstaan. Een simpele ja of nee vraag. Informatie in de database zal bepalen hoeveel tests niet doorstaan mogen worden door een apparaat om alsnog overwogen te worden voor reparatie.

Het doel hiervan is de moeilijke keuzes uit de handen van de werknemers te nemen, en elk product op een objectieve manier te beoordelen.

Het reparatieproces zal op een soortgelijke manier worden voorgelegd. Dit kan ook van groot belang zijn voor apparaten van fabrikanten die weinig of slechte informatie beschikbaar stellen betreffend repareren en diagnosticeren.

De werknemers kunnen hierbij de stappen specificeren voor productseries, zodat deze beter aansluiten. Zodoende wordt door de jaren heen een kennisdatabase opgebouwd, bestaand uit informatie die werknemers zal helpen in het testen en repareren.

Onderzoek toont aan dat consumenten terughoudend in het kopen van refurbished elektronica. Consumenten leven veel twijfels over onder andere kwaliteit, levensduur en garantie. Het informatiepaspoot doelt om deze twijfels weg te nemen. Het paspoort toont informatie over het apparaat en relevante keurmerken.

5. Functioneel ontwerp

5.1 Beschrijving proces flow

Het gewenste proces is onderverdeeld in vijf fases. Deze fases worden in vaste volgorde uitgevoerd. De stappen die binnen de test- en reparatiefases worden uitgevoerd kunnen verschillen per productserie. Zo kunnen bijvoorbeeld de stappen voor het repareren van een Bosch wasmachine anders zijn dan de stappen van een Miele.

Dit proces en de bijbehorende flowcharts zijn opgezet in de onderzoeksfase van het project, aan de hand van de “customer journey” (Zie bijlage 1), geschreven door Frank Stikma, en feedback van verschillende stakeholders.

Het proces bestaat uit de volgende stappen. De bijhorende flowchart van dit proces is te zien in figuren 2 en 3.

Identificatie

Tijdens de identificatiefase wordt een ingenomen product geïdentificeerd en aangemeld in het systeem. Dit houdt in dat bij de productinname het merk en serienummer van het product wordt ingevoerd, als de productserie niet bekend in het systeem kan de gebruiker een nieuwe serie aanmaken in het systeem.

Naast het handmatig invoeren zou het ook mogelijk zijn een product aan te melden door het label te scannen en met behulp van machine learning in te lezen. Deze methode kan veel tijd besparen, serienummers vaak lang en hebben vaak kleine afwijkingen van elkaar. Deze oplossing kan voorkomen dat de gebruiker letter voor letter het serienummer moet verifiëren. Onderzoek van KU Leuven toont aan dat het scannen en detecteren van wasmachine labels op redelijk betrouwbare wijze kan gedaan worden. (Wouter Sterkens, 2020)

Voor elk product wordt een QR-code gegenereerd, door deze QR-code te scannen kan informatie over het product worden opgehaald.

Voor elk product dat binnenkomt wordt gevraagd een aantal foto's te uploaden. Deze foto's kunnen later gebruikt worden ter referentie tijdens de inspectie van vergelijkbare apparaten.

Zodra dit gedaan is wordt een visuele inspectie van het product uitgevoerd. Dit is een korte inspectie die grotendeels kan worden uitgevoerd zonder verdere handelingen uit te voeren met het product. Tijdens deze inspectie wordt bijvoorbeeld gezocht naar deuken, krassen of missende onderdelen (Zoals slangen).

Als geen grote gebreken worden gevonden tijdens deze inspectie wordt een formulier met informatie van het product zo volledig mogelijk ingevuld, dit formulier bevat vragen die onder andere betrekking hebben tot de gebruikshistorie van het product.

Na het invullen van dit formulier is de identificatiefase voltooid.

Classificatie

De classificatiefase is geïnspireerd door het Franse Indice de réparabilité (Indice de réparabilité, 2021). Doormiddel van ingevoerde informatie en criteria wordt een score berekend.

De classificatie van het product wordt zoveel mogelijk geautomatiseerd, dit gebeurt aan de hand van bekende historische data. Het doel van de classificatie is om een apparaat een bepaalde score voor de verschillende factoren. Uiteindelijk wordt een totaalscore berekend. Een hoge score betekent dat het product op dit gebied aantrekkelijk is voor hergebruikt.

Binnen het classificatieproces zijn verschillende factoren van belang, deze factoren zijn:

Repareerbaarheid

De repareerbaarheidsscore van een product toont aan hoe aantrekkelijk het is om het product te repareren. Deze score is onder andere gebaseerd op historische reparatietijd, gemiddelde vraagprijs gebruikt product, aanbod reserveonderdelen.

Een hoge score betekent dat het product goed te repareren is.

Ecologisch

De ecologische impact wordt bepaald door de verwachte levensduur en verbruik na reparatie.

Een hoge score betekent dat het hergebruik van dit product een goede ecologische impact zal hebben. Doordat het apparaat een lange verwachte levensduur en laag gebruik heeft.

Marktvraag

Verwachte marktvraag verschilt per merk, de vraag naar onbekende- en lage kwaliteitsmerken is lager dan de vraag naar A-merken.

Een hoge score betekent dat het product erg gewild is op de tweedehandsmarkt.

Test

Het testproces kan per productserie verschillen, bijvoorbeeld het openmaken van het apparaat. Om hiervoor flexibiliteit mogelijk te maken wordt een standaard testplan aangemaakt dat aangepast kan worden per productserie. Hetzelfde geldt voor het reparatieproces. Er zal een standaard proces opgesteld worden voor een productcategorie, zoals de wasmachine. Wanneer een productserie wordt toegevoegd in de database kan gekozen worden de standaard test- en reparatiestappen van de productcategorie over te nemen, of de reparatiestappen van een verwant type wasmachine over te nemen. Bijvoorbeeld: Bij het aanmaken van productserie Miele A120 kan gekozen om de stappen van de Miele A110 worden overgenomen.

Voor elke productserie is de mogelijkheid de test- en reparatiestappen aan te passen indien gewenst. Deze zullen alleen betrekking hebben tot de huidige serie, en niet de serie waarvan de stappen zijn overgenomen.

De testfase is opgedeeld in verschillende sub fasen.

Visuele check

Naast de visuele inspectie die uitgevoerd is tijdens de identificatiefase wordt een aanvullende visuele test uitgevoerd. In deze test wordt gekeken de binnenkant van het apparaat. Hieronder kan bijvoorbeeld de interne bedrading vallen.

Prioriteitentest

Tijdens de prioriteitentest wordt gekeken naar de onderdelen waarvan bekend is dat ze duur of moeilijk te repareren zijn. Bijvoorbeeld de lagers. Het testen van deze onderdelen wordt geprioriteerd omdat zo vroeg mogelijk slechte apparaten uit te filteren. Als een van de onderdelen in deze test niet voldoende is wordt het apparaat afgeschreven.

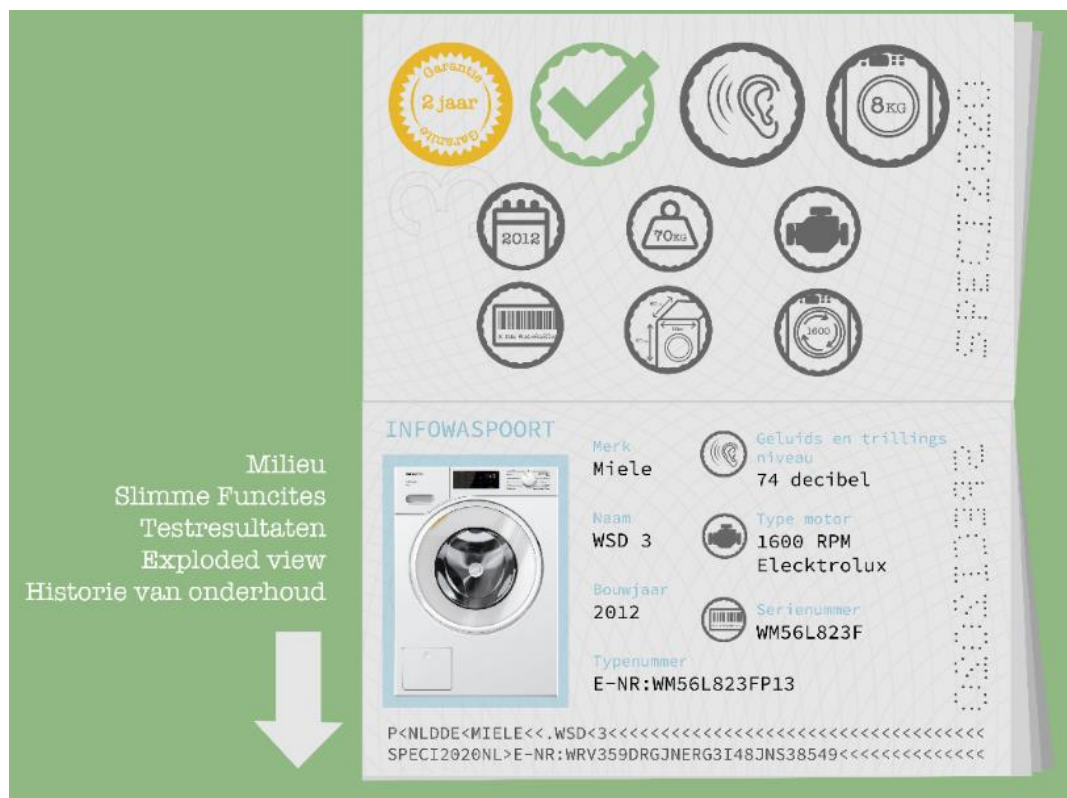
Repareerbare onderdelen test

Allerlaatst worden de onderdelen getest waarvan bekend is dat ze niet te duur zijn. Als minder dan drie van deze onderdelen falen wordt het apparaat overwogen voor reparatie.

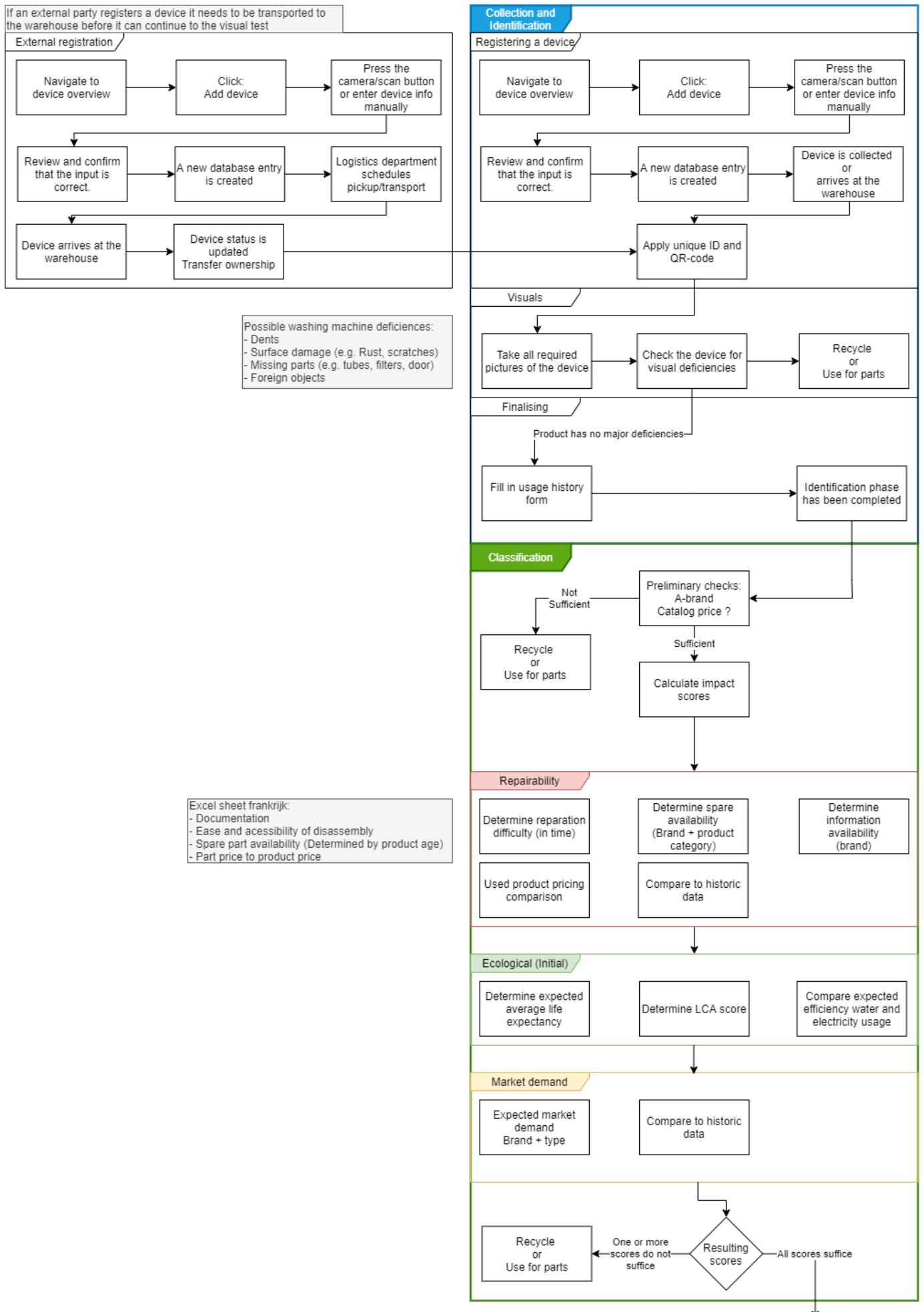
Aan de hand van de resultaten van het test proces kunnen mogelijke reparaties worden uitgevoerd. Het reparatieproces kan ingewikkeld zijn er erg uiteen lopen per merk/serie. De database van het platform moet deze reparatieprocessen in kaart brengen.

Vermarkting

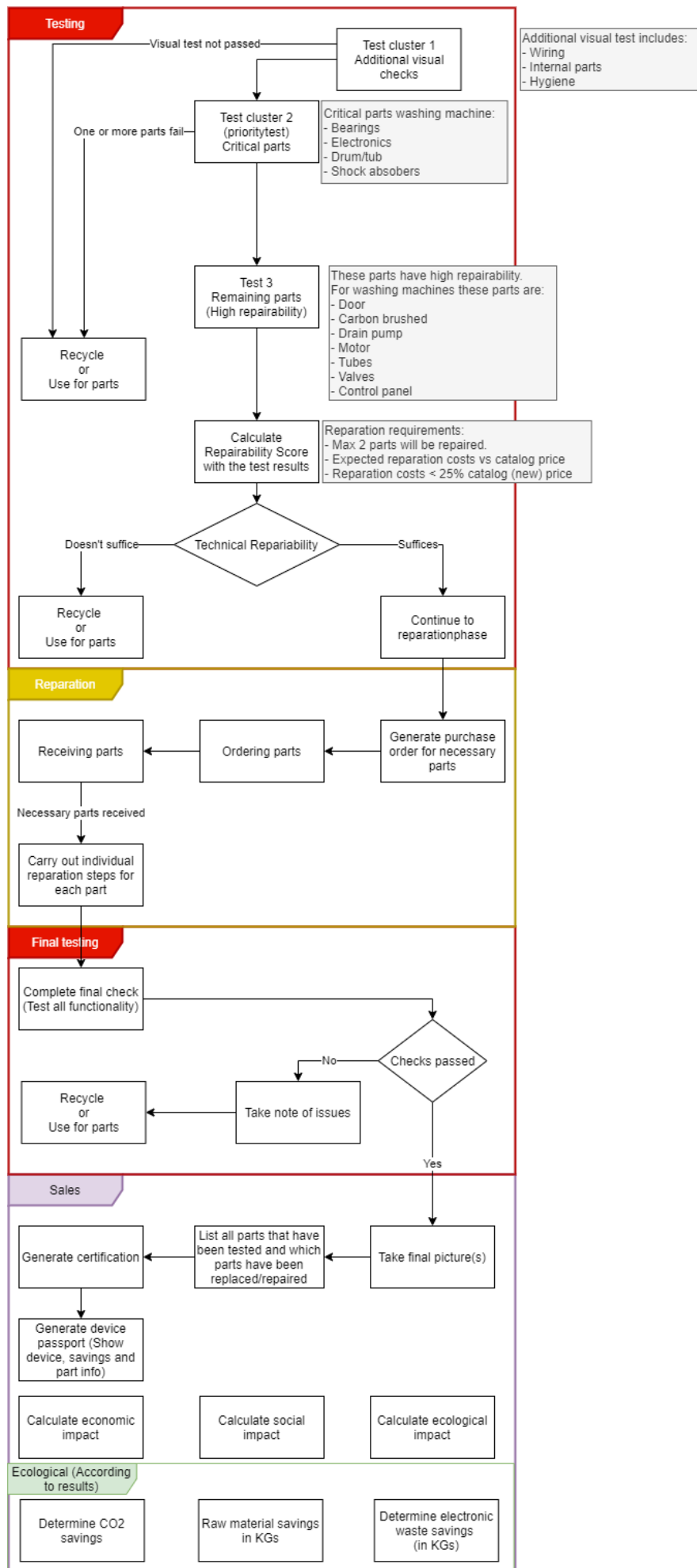
Zodra het paspoort is aangemaakt is het product klaar voor de verkoop.



Figuur 1: Voorbeeld Informatiepaspoort



Figuur 2: Proces flowchart deel 1



Figuur 3: Proces flowchart deel 2

5.2 Use-cases

Actoren

Logistiek medewerker

De logistiek medewerker is verantwoordelijk voor het regelen van het transport van apparaten die aangemeld zijn door een derde partij.

Medewerker inname

De medewerker inname bevindt zich in het begin van het proces. Deze medewerker neemt apparaten in ontvangst en zorgt ervoor dat deze op de juiste manier in het systeem worden aangemeld. Daarnaast voert wordt door deze medewerker foto's toegevoegd en wordt het visuele aspect van het apparaat beoordeeld.

Tester

De tester voert uiteenlopende tests uit. Deze tests zijn uitgelegd in stappen. Als de stappen niet overeenkomen met het product kunnen deze stappen worden geüpdatet. Zodat in de toekomst duidelijkheid is over hoe de test kan worden uitgevoerd.

De tester beschikt over enige technische kennis.

Reparateur

De testresultaten moeten duidelijk maken welke onderdelen vervangen moeten worden. Dit wordt gedaan door een reparateur. Net zoals bij het testproces worden de reparaties in stappen uitgelegd, en kunnen deze worden geüpdatet.

Net als de tester beschikt de reparateur over enige technische kennis.

Medewerker inkoop

Ondanks het feit dat onderdelen gewonnen worden bij het recyclen zullen bepaalde onderdelen die nodig zijn voor reparatie zullen niet altijd aanwezig zijn. Wanneer dit het geval is kunnen deze onderdelen worden besteld door een medewerker, mits dit financieel haalbaar is.

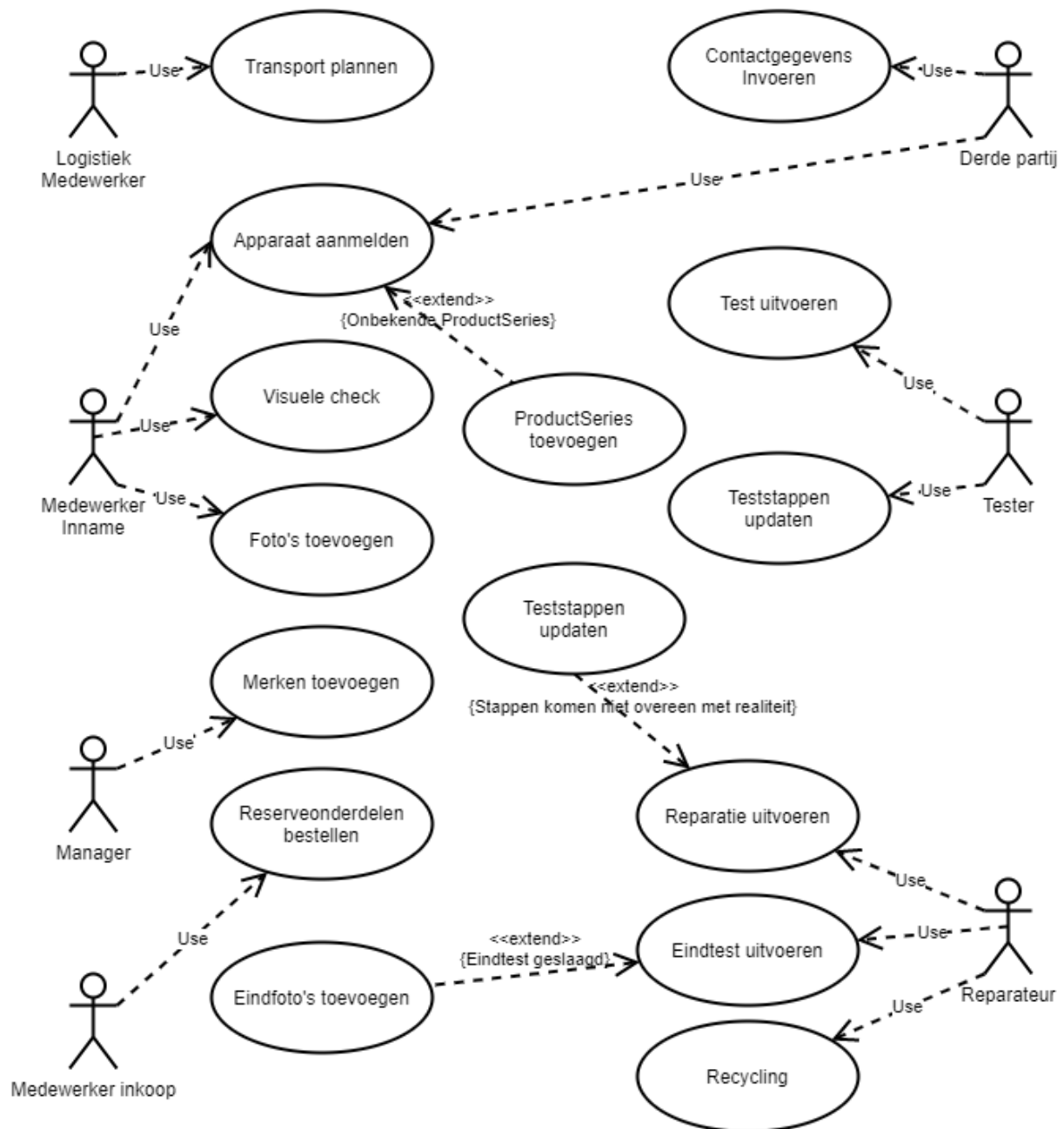
Manager

De manager voert taken uit die vaak niet door ander personeel kan worden gedaan. Op databaseniveau zijn verschillende rollen bekend, waaronder de manager rol. Deze rol heeft toegang tot meer functionaliteit dan andere gebruikers.

Derde partij

Derde partijen die zijn aangemeld bij het platform kunnen producten aanmelden en transport aanvragen, hierbij zal het mooi zijn als hierbij een aangesloten organisatie kan worden uitgekozen. Nadat dit is gedaan is het de taak aan de logistiek medewerker van de gekozen organisatie om contact op te nemen en transport te plannen.

De taken die de verschillende actoren uitvoeren worden beschreven in het volgende use-case diagram.



Figuur 4: Use-case diagram

6. Technisch ontwerp

6.1 Frameworks

Een van de requirements was de beschikbaarheid van de applicatie op verschillende devices. Om deze reden is gezocht naar een oplossing die voor verschillende devices kan worden ingezet.

Allereerst is gekeken naar React-Native (React Native, 2021) en React-Native-Web (React Native Web, 2021). Aangezien React-Native gebruikt kan worden om apps te bouwen die op zowel Android als iOS draaien was dit een goede optie geweest. React-Native-Web maakt het mogelijk om React-Native componenten te gebruiken op het web. Dit zal de desktop ondersteuning mogelijk maken.

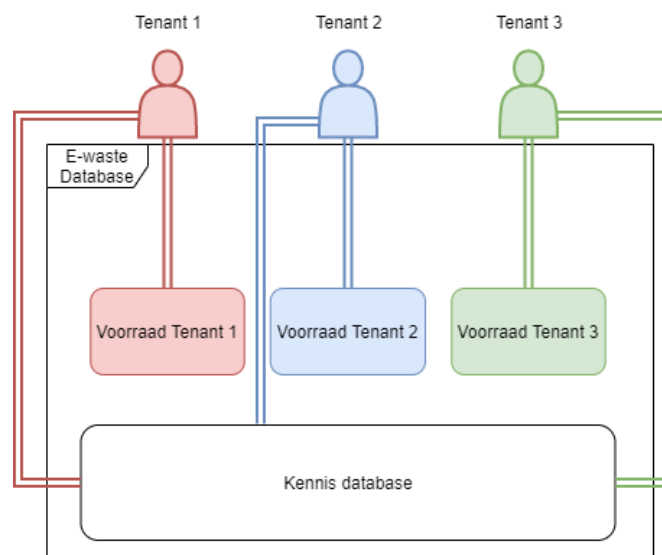
Als backend oplossing is ook gekeken naar verschillende frameworks. Hierbij kwamen verschillende Java frameworks en .NET naar voren. OVSoftware was met beide bekend, dus zouden dit goede oplossingen zijn geweest.

Tijdens overleg met OVSoftware werd OutSystems (OutSystems, 2021) voorgesteld. OutSystems is gebouwd op React en biedt ook mogelijkheden om applicaties te bouwen die goed functioneren in mobiele- en desktopbrowsers. OutSystems maakt integratie met veel verschillende platformen, services en programmeertalen mogelijk. Zoals SAP, REST API's, Oracle. Dit zorgt er niet alleen voor dat maatwerk kan gedaan worden. Maar ook met gemak gebruik kan worden gemaakt van andere API's, dit kan goed van pas komen aangezien andere partijen werken aan databases met informatie die voor het E-waste platform erg van waarde kunnen zijn. (Rijksoverheid voor Ondernemend Nederland, 2021) Daarnaast kunnen schermen in OutSystems gemaakt worden met een canvas. Dit zorgde ervoor dat de UI snel geschetst en gebouwd kon worden. Eventuele feedback op deze schermen kon ook snel worden doorgevoerd.

OVSoftware was bekend met OutSystems, en zag het als een goede oplossing. Na verder ingelezen te hebben is gekozen om OutSystems te gaan gebruiken voor het bouwen van het prototype.

6.2 Database

Het platform maakt gebruik van een multi-tenant architectuur. Dit betekent dat verschillende partijen aan dezelfde database en applicatie gekoppeld zijn. Dit zorgt ervoor dat de kennis van de kennisdatabase gedeeld wordt tussen de aangesloten partijen. Zodoende wordt de kennisdatabase sneller gevuld met informatie, en is deze informatie voor meer partijen beschikbaar.



Figuur 5: Tenant diagram

6.3 Databasemodel

De database moet verschillende business aspecten ondersteunen. In hoofdlijnen is dit in twee aspecten op te delen, de kennis database (Expertsysteem) en het voorraad systeem.

In de kennis database wordt de informatie opgeslagen die onder andere gebruikt kan worden in het test- en reparatieproces. De voorraad database bevat de voorraad apparaten, apparaat status, onderdelen, etc.

Het databasemodel bestaat uit de volgende entiteiten.

User

Een gebruiker van de applicatie. Deze gebruiker kan onder een organisatie vallen, maar kan ook een als individu aangemeld zijn bij het platform. Zodat deze gebruiker apparaten kan aanmelden die opgehaald kunnen worden door een van de aangesloten organisaties.

Organization

Een organisatie die aangesloten is bij het platform. Elke organisatie kan verschillende gebruikers met verschillende rollen hebben.

Location

Een organisatie kan op meerdere locaties gevestigd zijn.

UserOrganizationLink

Elke gebruiker wordt gekoppeld aan de organisatie waaronder ze vallen. Wanneer gebruikers producten aanmelden worden deze toegevoegd aan de organisatie waar ze onder vallen. Deze tabel heeft een one-to-one relatie met User. Dit betekent dat elke gebruiker maximaal een UserOrganizationLink entry in de database heeft.

Product

Een product dat is aangemeld in de database. Elk product valt onder een organisatie. Wanneer een derde partij een product aanmeldt, en dit product wordt opgehaald, wordt eigendom van het product overgedragen op databaseniveau.

Status

Elk product heeft een bepaalde status, op databaseniveau is dit een statische entiteit. Dit betekent dat gebruikers op geen enkele manier statussen kunnen aanpassen, toevoegen of verwijderen. Gebruikers kunnen alleen veranderen welke status bij een bepaald product hoort.

ProductCategory

Het platform moet in de toekomst uiteenlopende categorieën ondersteunen. Categorieën kunnen veel verschillende kenmerken hebben, deze kenmerken zullen vooral in de classificatiefase van belang zijn. In deze fase zal een product op de verschillende kenmerken moeten beoordeeld worden. In eerste instantie is gewerkt met de wasmachine categorie als uitgangspunt.

Brand

Het platform zal verschillende merken opnemen in de database. Alleen gebruikers met de manager rol zullen merken kunnen toevoegen aan de database.

ProductSeries

Beschrijft een serie producten. Bijvoorbeeld de "WAU28T95NL" van Bosch. Elk product dat binnenkomt wordt gekoppeld aan een serie. Als een onbekende serie binnenkomt moet eerst een nieuwe entry worden aangemaakt.

Part

Een bepaald onderdeel. Bijvoorbeeld een motor genaamd "M28123".

SparePart

De SparePart tabel beschrijft de voorraad van een Part. Deze voorraad valt onder een organisatie.

SeriesPartLink

Koppelt een Part aan een ProductSeries zodat de oorsprong van een Part duidelijk kan worden. Deze koppel tabel zorgt ervoor dat een many-to-many relatie mogelijk is tussen Parts en ProductSeries. Meerder ProductSeries kunnen hetzelfde Part gebruiken. Wanneer een onderdeel op voorraad komt (Bijvoorbeeld uit een gerecycled apparaat) is hierdoor bekend dat meerdere ProductSeries dit onderdeel in de toekomst zou kunnen gebruiken.

TestPhase

Beschrijft een testfase. Zoals de prioriteitentest. Onder elke fase vallen meerdere tests, per fase verschilt hoeveel van deze tests mogen falen.

Test

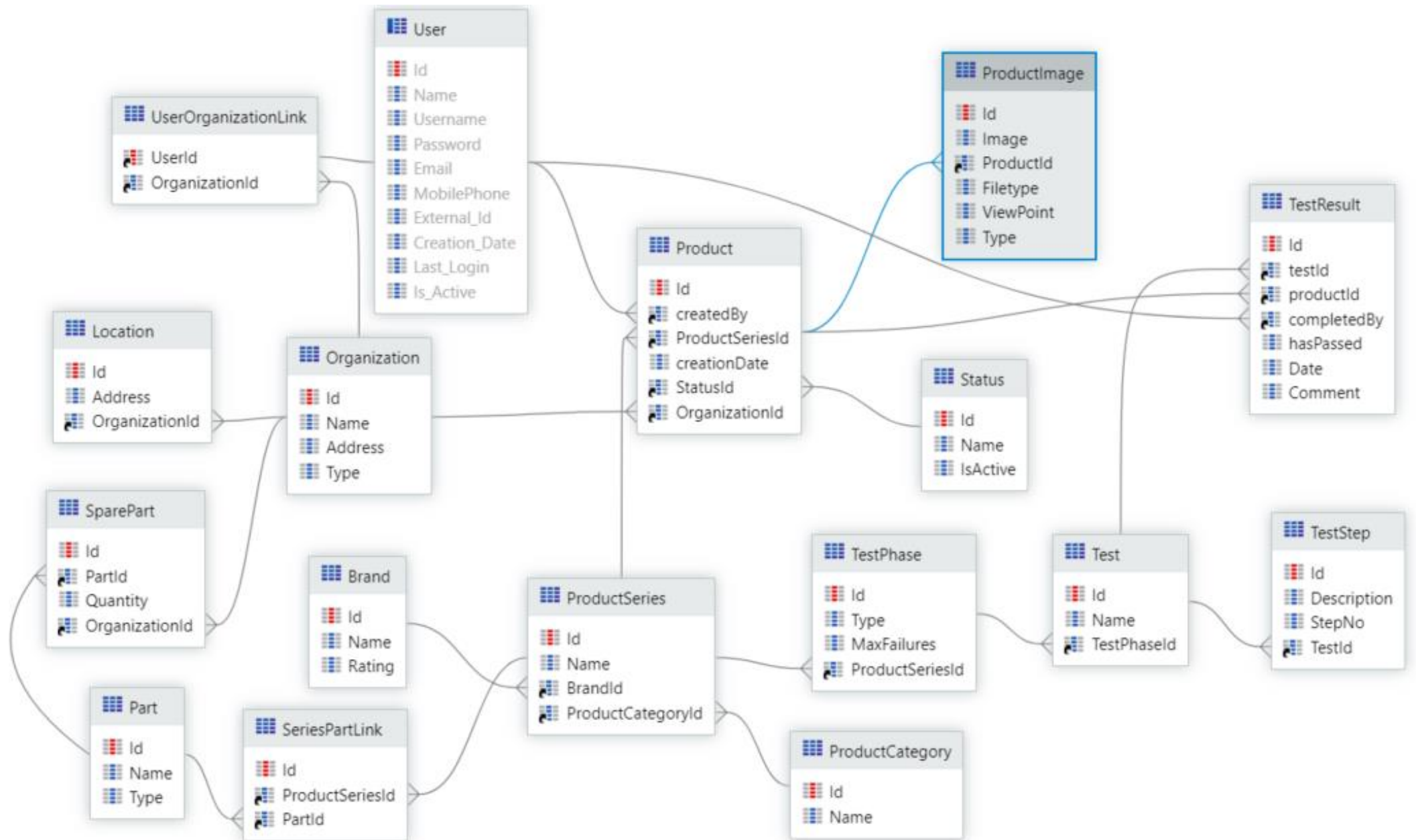
Een individuele test. Bijvoorbeeld de kogellager test.

TestStep

Een stap met uitleg die moet worden uitgevoerd om een test te voltooien.

TestResult

Het resultaat dat een product heeft behaald voor een test. Dit resultaat is een pass of fail.



Figuur 6: ERD

7. Ontwerpkeuzes

7.1 Identificatie

In eerste instantie was rekening gehouden met slechts een aanmeldingsproces. Na feedback te hebben ontvangen van stakeholders is ook een tweede aanmeldingsproces ontworpen. Dit is het proces waarbij de aanmelding van het apparaat gedaan wordt door een derde partij. Uit feedback bleek dat het vaak voor komt dat een persoon een afspraak maakt om een apparaat op te laten halen, vooral als het om grote apparaten gaat zoals wasmachines. Ook worden apparaten vaak ingeleverd bij winkeliers wanneer een consument een nieuw apparaat aanschaft. Voor deze situaties werd gevraagd een manier te bedenken waar derde partijen apparaten kunnen aanmelden bij het E-waste platform en transport gepland kan worden.

Om dit nieuwe proces te kunnen implementeren moest goed nagedacht worden over hoe een derde partij gebruik zou maken van de applicatie. Het is voor deze gebruiker vooral van belang dat apparaten kunnen worden aangemeld, daarna is het de taak aan een kringloopwinkel om contact op te nemen en het transport te plannen.

De uitdaging met de derde partij aanmeldingen was een goede oplossing vinden in het opslaan van deze apparaten in de database, hoe kon op logische wijze het apparaat onder een derde partij worden opgeslagen en overgedragen worden naar de betreffende winkel? In de huidige situatie wordt een product aangemeld, en wordt een relatie gecreëerd tussen het product en de organisatie van de gebruiker die dit product aanmeldt. Welke persoon kan de producten die onder derde partijen vallen zien? Zodat contact kan worden opgenomen en transport geregeld kan worden.

Uiteindelijk is gekozen om een rol te implementeren die een lijst met gebruikers kan ophalen die een of meer producten met de status “Aangemeld bij derde partij” onder zijn/haar organisatie heeft staan. Zodra het transport moment bevestigd is wordt de productstatus geüpdatet naar “Transport gepland” en zal de gebruiker zo uit de lijst voorkomen. Hierdoor wordt geen dubbel transport gepland. Zodra het product aankomt in het warehouse wordt het normale proces gevolgd.

7.2 Classificatie

Het doel van de classificatiefase is het beoordelen van het apparaat aan de hand van verschillende meetwaarden. Alleen als het apparaat voldoende scoort wordt het meegenomen naar de testfase.

De potentie van een apparaat is afhankelijk van veel verschillende variabelen. Er moest bepaald worden welke variabelen daadwerkelijk meetbaar zijn en welke variabelen moeilijk in een getal zijn uit te drukken.

Frankrijk loopt voorop met het opzetten van een circulaire economie. Elektronische producten moeten in Frankrijk worden voorzien van een label met een score die de repareerbaarheid van het product aangeeft op een schaal van één tot tien. De repareerbaarheid wordt beoordeeld op een aantal punten, zoals de verkrijgbaarheid en prijs van reserveonderdelen. De Franstalige website van Indice de réparabilité (‘reparatie-index’) toont een overzicht van alle producten die inmiddels zo’n label hebben, hieronder vallen ook verschillende wasmachines. (Indice de réparabilité Lave linge hublot, 2021)

Wanneer het apparaat op de markt wordt gebracht wordt de beoordeling ingevoerd in een Excelsheet. Dit Excelsheet is gebruikt als inspiratie voor de classificatiefase.

Een van de verschillen in vergelijking met de Franse reparatie-index is dat in plaats van het aantal disassemblagestappen als meetwaarde wordt genomen de disassemblagetijd van groter belang leek.

Omdat de disassemblagetijd direct in verband staat met het uurloon van een werknemer, en zo preciezer inzicht kan geven in mogelijke kosten.

7.3 Testen

Omdat het platform uiteenlopende productcategorieën moet ondersteunen de teststappen die aan de gebruiker worden voorgelegd moesten flexibel zijn. Hiervoor zijn verschillende opties overwogen.

Allereerst was de optie om standaard teststappen te koppelen aan een productcategorie, wanneer een nieuwe productserie wordt aangemaakt zullen de standaard teststappen worden overgenomen. Daarna kan de gebruiker deze stappen bijwerken indien gewenst.

De tweede optie, waarvoor uiteindelijk gekozen is, was om de gebruiker de optie te geven om de teststappen over te nemen van een bestaande productserie. Het voordeel van deze oplossing is dat verwante product series, die intern erg overeenkomen, gekozen kunnen worden. Hierdoor zullen de teststappen beter aansluiten op de productserie, zonder dat hier veel aangepast hoeft te worden. Zo wordt tijd bespaart voor de eindgebruiker.

7.3 Reparatie

Voor de reparatiestappen is dezelfde overweging gemaakt als de teststappen. Ook hier is gekozen om stappen te kunnen overnemen van bestaande product series.

7.4 Vermarkting

Het informatiepaspoot (zie figuur 1) dat wordt gegenereerd voor elk product is een visuele weergave van de eigenschappen van een product. Welke eigenschappen getoond wordt zal verschillen per productcategorie, zo zal bijvoorbeeld het toerental belangrijk zijn voor een wasmachine.

Voordat het product de markt op kan moet een verkoopprijs worden bepaald. Deze prijs zal uiteindelijk door de verkopende partij worden bepaald. Wel moet er historische data beschikbaar worden gesteld die inzicht geeft in verkoopprijzen van dezelfde of vergelijkbare product series.

8. Implementatie

Aan de hand van de opgestelde flowcharts en het ERD is begonnen met het bouwen van het prototype in OutSystems. Allereerst is het databasemodel geïmplementeerd.

Hierbij kwam het probleem naar boven dat het in OutSystems niet mogelijk is om een aanpassing te maken aan de standaard User table, deze aanpassing was nodig om een User aan een Organization te koppelen. Hierdoor moest de eerste aanpassing worden gemaakt ten opzichte van het opgestelde diagram. De oplossing voor dit probleem was het invoegen van een koppeltabel tussen de User en Organization tabellen.

Nadat de eerste opzet van de database klaar was is begonnen met het bouwen van de eerste schermen. Omdat de Product tabel centraal staat in de applicatie is begonnen met de schermen die hiermee te maken hebben.

Aangezien elk Product onder een ProductSeries valt is een scherm gebouwd waar deze kunnen worden aangemaakt en een scherm waar een overzicht van ProductSeries wordt getoond. De ProductSeries valt op zijn beurt weer onder een Brand, om deze te kunnen aanmaken is ook een scherm gebouwd.

Zodra het aanmaken van deze entiteiten mogelijk was via de applicatie is gewerkt aan de functionaliteit voor het testen van een apparaat, de focus is gelegd op het testen omdat dit de volgende fase is die uitgevoerd moet worden door de uiteindelijke gebruiker en omdat over het testen van wasmachines meer documentatie was opgesteld ten opzichte van het repareren hiervan. De aangemaakte producten worden getoond in het ProductOverview scherm. Door in de tabel te klikken kan genavigeerd worden naar het Product Detail scherm.

Doormiddel van de bovenstaande knoppen kan naar de QR-code scanner of naar schermen waar Brands en ProductSeries kunnen worden aangemaakt genavigeerd worden.

Product Overview			
Create Brand	Product Series	Create product	QR scanner
Brand ↕	Product Series ↕	Created on ↕	Status ↕
Bosch	WAU28T95NL	2 Jun 2021	Voor test 1
AEG	L8FB86ES	2 Jun 2021	Aangemeld bij derde partij
Bosch	WAU28T95NL	2 Jun 2021	Transport gepland
Miele	WSI 863	2 Jun 2021	Voor test 1

Figuur 7: Product Overview scherm

Het ProductDetail scherm wordt gebruikt om nieuwe producten aan te maken of in te zien. Op dit scherm wordt informatie getoond over het producten. Ook kunnen hier foto's worden toegevoegd voor de verschillende aanzichten.

The screenshot shows the 'Product info' screen for a Bosch washing machine. At the top right are 'Label' and 'Test' buttons. The product ID is 90. The form includes dropdown menus for Brand (Bosch), Product Series (WAU28T95NL), Status (Voor test 1), and Created By (Boris Bolder). Below the form are four image slots labeled Left, Front, Right, and Rear, each with a 'Change' button. The Front view shows the washing machine with its door open.

Figuur 8: Product Detail scherm

Bovenaan de pagina staan twee navigatie knoppen. De “Label” knop toont een label voor het product. Dit label toont informatie en een QR-code. Het Label kan geprint worden en op het product worden geplakt. Door de QR-code te scannen kan de informatie over het product worden opgehaald.



Figuur 9: Label scherm

Wanneer de productstatus zich binnen de testfase bevindt kan op de “Test” knop worden geklikt. Hierdoor wordt naar het TestPhaseOverview scherm genavigeerd.

De TestPhaseOverview geeft een overzicht van alle TestPhases van een Product, en de huidige staat van deze TestPhases (Behaald, niet behaald, niet voltooid).

Bosch WAU28T95NL	
Visual  Aantal testen: 4 Aantal geslaagd: 4 Aantal gefaald: 0	
Additional visual  Aantal testen: 3 Aantal geslaagd: 0 Aantal gefaald: 3	
Priority ☐ Aantal testen: 4 Aantal geslaagd: 0 Aantal gefaald: 0	
High repairability ☐ Aantal testen: 7 Aantal geslaagd: 0 Aantal gefaald: 0	
Final  Aantal testen: 0 Aantal geslaagd: 0 Aantal gefaald: 0	

Figuur 10: TestPhaseOverview

De gebruiker kan naar het TestPhase scherm navigeren door op een TestPhase te klikken. In dit scherm wordt een lijst met Tests getoond die onder de TestPhase vallen. Hierbij wordt het resultaat van de individuele Test getoond.

Priority	
Bearings	
Electronics	
Drum/tub	☐
Shock absorbers	☐

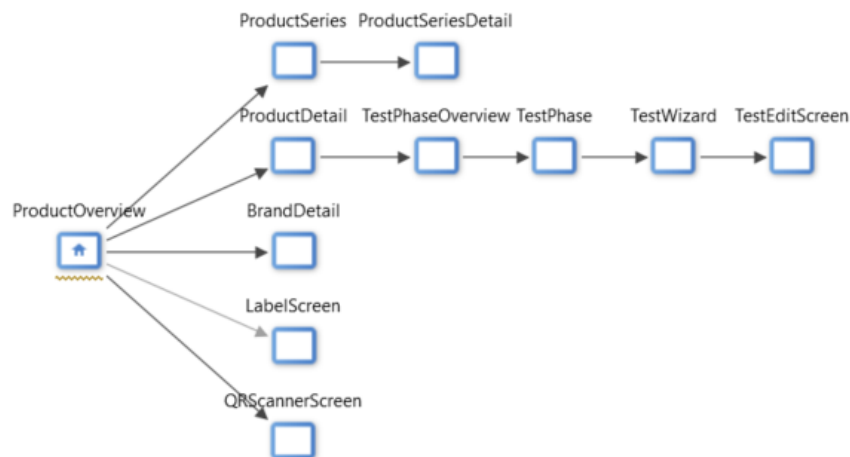
Figuur 11: TestPhase scherm

Door op een Test te klikken wordt de TestWizard getoond. De TestWizard is waar de TestSteps getoond worden (in een “Wizard-stijl”). De gebruiker doorloopt de Test en kan uiteindelijk het TestResult invullen. De testvoortgang wordt getoond met een progress bar.



Figuur 12: TestWizard scherm

Als de gebruiker ziet dat iets niet klopt aan de TestSteps kan de gebruiker deze stappen wijzigen. Door op het potlood te klikken wordt de gebruiker doorgestuurd naar het TestEditScreen, in dit scherm is de gebruiker vrij om stappen aan te passen, toe te voegen of verwijderen. Zodra de stappen beter aansluiten op de ProductSeries kan de gebruiker de TestSteps opslaan.



Tabel 1: Flow schermen

8.1 Feedback

In de eerste versie bestond nog geen TestWizard scherm. Toen werden de teststappen getoond in een lijstweergave. Na een feedbacksessie kwam het idee om het testen in “Wizard-Stijl” te tonen, dit resulteerde in een scherm zoals te zien is in figuur 7.

Daarnaast is extra gebruikersvriendelijkheid toegevoegd, dit is gedaan in de vorm van geüpdatet lijstweergaven. De icoontjes in de TestPhaseOverview geven de stand van zaken aan van alle tests die onder de TestPhase vallen. Het groene vinkje betekend succesvol voltooid, het rode icoon betekend dat het product meer tests onsuccesvol heeft afgerond dan is toegestaan, het grijze vierkant betekend dat de TestPhase nog niet volledig is uitgevoerd.

8.2 Tests

Tijdens de implementatie zijn handmatige tests uitgevoerd. Er is onderzoek gedaan naar de verschillende testoplossingen en frameworks in OutSystems, zoals het BDD (Behaviour Driven Development) Framework. Momenteel zijn geen geautomatiseerde tests gebouwd.

9. Conclusie

De meeste requirements die zijn opgesteld zijn behaald. Sommige business requirements zijn moeilijker te beoordelen. Een test met het systeem in de realiteit kan laten blijken hoe goed de applicatie aansluit in het testproces en de opgestelde business requirements.

Er zijn tests besproken met Foenix waarin de applicatie daadwerkelijk gebruikt zal worden om meerdere wasmachines getest zullen worden om te zien hoe goed de applicatie kan helpen bij het tests die uitgevoerd worden door mensen die weinig ervaring en technische kennis hebben over de wasmachines. Deze tests zijn momenteel nog niet uitgevoerd.

De fundering van het platform ligt. Maar er zijn nog wel verschillende aspecten die goed onderzocht en/of geïmplementeerd moeten worden zodat het platform een goed geheel kan worden dat een meerwaarde zal zijn voor de circulaire economie en het hergebruiken van elektronische apparaten.

De tabel op de volgende bladzijde toont de behaalde en niet behaalde requirements.

9.1 behaalde requirements

De volgende tabel toont de resultaten.

Business				
Nummer	Beschrijving	(Niet) Functioneel	Prioriteit MoSCoW	Behaald
B1	Het platform moet het aantal hergebruikte producten verhogen	NF	M	?
B2	Het platform moet schaalbaar zijn en toegepast kunnen worden op uiteenlopende productcategorieën	NF	M	✓
B3	Het platform moet gebruikers ondersteunen tijdens het test en reparatieproces	NF	M	✓ / X
B4	De applicatie moet het gehele proces objectiever en sneller maken	NF	M	?
User				
Nummer	Beschrijving	(Niet) Functioneel	Prioriteit (MoSCoW)	Behaald
U1	De gebruiker moet een apparaat kunnen aanmelden in het systeem	F	M	✓
U2	De gebruiker moet productseries kunnen definiëren in het systeem	F	M	✓
U3	De gebruiker moet een testproces kunnen uitvoeren aan de hand van stappen die in de database gedefinieerd zijn.	F	M	✓
U4	De gebruiker moet een reparatieproces kunnen uitvoeren aan de hand van stappen die in de database gedefinieerd zijn.	F	M	X
U5	Indien gewenst moeten te test- en reparatiestappen kunnen worden aangepast voor specifieke productseries	F	M	✓ / X
U6	De aangemelde apparaten moeten tijdens het proces d.m.v. een status gevolgd kunnen worden	F	S	✓
System				
Nummer	Beschrijving	(Niet) Functioneel	Prioriteit MoSCoW	Behaald
S1	Het systeem moet goed met fouten kunnen omgaan	NF	M	✓
S2	De applicatie moet op verschillende devices gebruikt kunnen worden	NF	M	✓
S3	De applicatie biedt zowel kennis als een voorraadsysteem	F	M	✓
S4	De tool moet online bereikbaar zijn	NF	M	✓
S5	Data moet op een efficiënte en snelle wijze kunnen worden opgehaald	NF	M	✓

Tabel 2: Resultaten requirements

10. Aanbevelingen

Om de applicatie compleet te maken moet de volgende functionaliteit geïmplementeerd worden:

10.1 Reparatiefase

De functionaliteit voor het repareren van Producten zijn nog niet ingebouwd. De opbouw van de reparatiefase komt op databaseniveau erg overeen met testfase. Er is een Reparation tabel waar ReparationSteps onder vallen. Wellicht kan het TestWizard scherm overgenomen worden voor de reparatiefase.

10.2 Statusupdates

Om het gebruiksgemak te verhogen kunnen statusupdates geautomatiseerd worden. Zo kan bijvoorbeeld wanneer een TestResult opgeslagen wordt gecheckt worden of het product nog aan de eisen van de TestPhase voldoet. Als dit niet het geval is kan de status naar "Recycle" worden gezet. Als alle Tests binnen een TestPhase voltooid zijn en er nog steeds voldaan wordt aan de eisen van de TestPhase kan de status ook worden geüpdatet.

10.3 Recycleproces

Wanneer een product niet voldoende is voor hergebruik wordt het gerecycled. Uit dit proces worden onderdelen gewonnen. De applicatie moet de mogelijkheid bieden om deze onderdelen aan te melden in het systeem. Zodat een voorraad kan worden bijgehouden.

10.4 Classificatie

Het berekenen van de classificatiescores is nog niet ingebouwd. Het berekenen van deze scores is erg complex. Uit onderzoek en overleg is duidelijk geworden welke factoren gebruikt kunnen worden in deze berekening. Maar de exacte manier waarop deze factoren meetbaar worden gemaakt en gewogen worden moet nader onderzocht worden. Hiervoor kan een diepere analyse naar de Indice de réparabilité van pas komen.

Ondanks dat de Indice de réparabilité vrij nieuw is staat al een update gepland. Voor 2024 wordt de "Durability" index geïmplementeerd. Deze index bouwt verder op zijn voorganger met nieuwe factoren zoals robuustheid en betrouwbaarheid. (Stone, 2021)

Verder zijn er erg veel verschillende productcategorieën. Elk met unieke eigenschappen en attributen. Daarom zal de classificatie per categorie anders zijn. Om dit mogelijk zou bijvoorbeeld een systeem kunnen worden opgesteld waarbij voor elke categorie een aantal (meetbare) attributen worden opgegeven. Elk attribuut zal een weging krijgen, deze weging bepaald de impact van een attribuut op de score. Door de attributen (hopelijk zo veel mogelijk automatisch, met behulp van historische data) in te vullen voor een binnengekomen product kan de totale score worden berekend.

10.5 Aanmaken Users en Organizations

Het aanmaken van Users en Organizations kan momenteel nog niet worden gedaan via de aanwezige schermen. Hiernaast moet er ook de mogelijkheid komen om gebruikers bij bestaande Organizations aan te sluiten. Dit mag een nieuwe gebruiker natuurlijk niet zomaar doen. Er zou bijvoorbeeld bij registratie aangevinkt kunnen worden dat de gebruiker zich bij een Organization aan wil sluiten, waarna de gebruiker de naam van de Organization invult. Zodra de User is aangemaakt wordt in dit geval een aanvraag gestuurd die goedgekeurd moet worden door bijvoorbeeld een manager binnen de Organization.

Wanneer de gebruiker zich niet bij een bestaande Organization wil aansluiten moet een nieuwe (Derde partij) Organization worden aangemaakt. De nieuwe gebruiker moet dan ook informatie over de Organization in kunnen vullen, zoals NAW-gegevens.

10.6 E-waste netwerk

Met het E-waste platform kan tussen de aangesloten organisaties kennis worden gedeeld. Wat ook mooi zou zijn is dat het platform deze samenwerking versterkt en bijvoorbeeld uitwisseling/verhandelen van reserveonderdelen van apparaten mogelijk maakt. Momenteel liggen veel onderdelen in de magazijnen van de organisatie. Wachtend op een apparaat dat het gebruiken kan. Door dit netwerk zouden meer onderdelen hergebruikt kunnen worden.

11. Reflectie

De afgelopen maanden zijn erg leerzaam geweest. Uit de bestaande ideeën en onderzoeken is een concept opgebouwd en nagedacht over hoe dit vertaalt kon worden naar een applicatie.

Doormiddel van analyse van bestaande documentatie, onderzoek en samenwerking met de verschillende stakeholders is de gewenste procesflow in kaart gebracht. Daarnaast heb ik tijdens het onderzoek veel geleerd over probleemanalyse. Om een goede oplossing te bedenken is een diepgaand onderzoek gedaan en overlegd met veel verschillende mensen die werkzaam zijn in kringloop, afvalverwerking en circulaire economie.

Het uiteindelijke prototype biedt een fundering waarop verder kan worden gebouwd. Momenteel is het prototype nog niet compleet, hier was van tevoren rekening mee gehouden, en is de scope voor de implementatiefase beperkt tot het leggen van de fundering en het implementeren van de testfase. Het is van belang dat in de toekomst met gemak verder kan worden gewerkt aan de applicatie door anderen. Hiervoor is ondersteunende documentatie opgesteld.

In samenwerking met OVSoftware is gewerkt aan het prototype. Na een aantal opties overwogen te hebben is gekozen om het prototype in OutSystems te bouwen. Dit was voor mij nieuw, maar met de collega's van OVSoftware is het werken met OutSystems goed bevallen.

In het geheel is het project erg interessant geweest. Ik heb veel van de mensen om me heen kunnen leren en heb een prettige samenwerking beleefd.

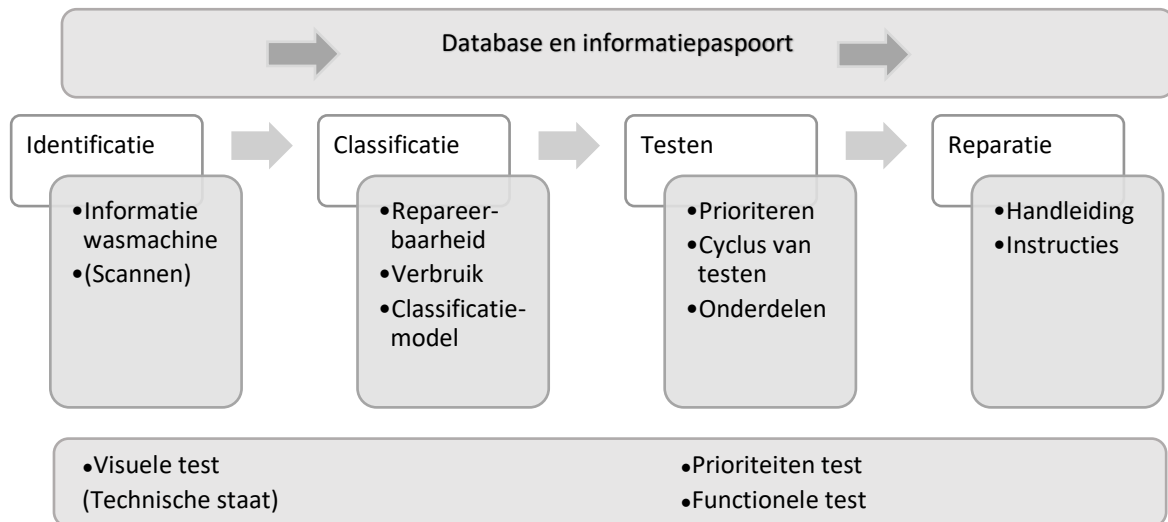
Bibliografie

- Cirkelwaarde. (2021). *E-novation Hub - Cirkelwaarde*. Opgehaald van Cirkelwaarde: <https://cirkelwaarde.nl/project/elektronica/>
- Indice de réparabilité. (2021, Mei 17). *Repairability index*. Opgehaald van Repairability index: <https://www.ecologie.gouv.fr/indice-reparabilite>
- Indice de réparabilité Lave linge hublot. (2021). *Indice de réparabilité Lave linge hublot*. Opgehaald van Indice de réparabilité: <https://www.indicereparabilite.fr/appareils/lave-linge-hubot/>
- OutSystems. (2021). *OutSystems Home*. Opgehaald van OutSystems: <https://www.outsystems.com/>
- React Native. (2021). *React Native*. Opgehaald van React Native: <https://reactnative.dev/>
- React Native Web. (2021). *React Native Web*. Opgehaald van Introduction to React Native Web: <https://necolas.github.io/react-native-web/docs/>
- Rijksoverheid voor Ondernemend Nederland. (2021). *Apeldoorners repareren hun elektronica zelf door project Sharepair*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/actueel/praktijkverhalen/apeldoorners-repareren-hun-elektronica-zelf-door-project-sharepair>
- Siang, T. Y. (sd). *Design Thinking*. Opgehaald van Interaction Design Foundation: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-thinking#:~:text=Design%20thinking%20is%20a%20non,are%20ill%2Ddefined%20or%20unknown.>
- Stone, M. (2021, februari 8). *Why France's new 'repairability index' is a big deal*. Opgehaald van Grist: <https://grist.org/climate/why-frances-new-repairability-index-is-a-big-deal/>
- Wouter Sterkens, D.-R. D. (2020). *A Deep Learning Product Label Identification Pipeline for Recycling and Repair*. Leuven: KU Leuven.

Bijlage 1: Customer Journey

De customer journey van een her te gebruiken wasmachine

Zoals bekend ziet de procesflow van inname van de wasmachine tot verkoop er op hoofdlijnen als volgt uit (in de praktijk lopen de fasen organisch in elkaar over):



We onderscheiden de volgende 4 fasen die een ingezamelde wasmachine doorloopt: Identificatie, Classificatie, Testen en Repareren.

Fase 1: Identificatie

Doel van Identificatie:

- Bepalen van algemene kenmerken van de ingeleverde wasmachine.
- Bepalen merk, type.
- Het invoeren van het merk en type op het internet geeft (veelal) toegang tot de achterliggende informatie, zoals bouwjaar, vulgewicht, energieklassen, energieverbruik (water en stroom), toerental, geluidsniveau, afmetingen, beschikbare wasprogramma's, gewicht, kleur, draairichting deur, type motor, laadtype (bovenlader/voorlader), etc.
- De achterliggende informatie maakt het mogelijk om eerste uitspraken te doen over de hergebruikopties van de wasmachine. Bijv. het merk, type en bouwjaar geven informatie over de prijsklasse (en daarmee de kwaliteitsklasse van het apparaat) en het energieverbruik van de wasmachine. Ook geeft de vastgestelde kwaliteitsklasse informatie over de repareerbaarheid van een wasmachine. Een Miele A-klasse is bijv. beter te repareren dan een goedkope wasmachine (bijv. een BEKO, nieuwprijs 399 Euro).

De gebruikte wasmachine wordt bij het inzamelpunt van Foenix in Apeldoorn ingeleverd door Pim. Bij het inzamelpunt tillen twee medewerkers van Foenix de wasmachine voorzichtig uit de auto van Pim en plaatsen hem in een hoek van de inzamelruimte van Foenix. Inmiddels staan er meerdere ingeleverde wasmachines. Medewerker Rick van Foenix zoekt op de achterkant het informatielabel (informatiesticker) van de wasmachine. Op het informatielabel is informatie over de wasmachine terug te vinden, zoals merk en het typenummer. Vanuit een applicatie op zijn smartphone maakt Pim een foto van de informatiesticker. Deze foto wordt automatisch opgeslagen in de database van het Extended-Life platform. In de toekomst geeft de foto van de informatiesticker direct toegang tot de achterliggende informatie van de wasmachine (zie bovenstaand tekst vak).

Omdat deze technologie nog niet beschikbaar is vult Rick in het bijzijn van Pim voor nu snel het de velden 'Merk' en 'Type' in.

Vervolgens stelt hij Pim de volgende vragen over zijn ingeleverde wasmachine:

- Hoe lang is de wasmachine bij je in gebruik geweest?
- Hoe intensief heb je de wasmachine gebruikt? (o.b.v. aantal personen in huishouden).
- Wat is de reden dat je de wasmachine inlevert?
- In hoeverre functioneert de wasmachine nog?
- Welke eventuele defecten heeft de wasmachine?
- Is de wasmachine eerder gerepareerd?

Op zijn smartphone vult Pim snel de antwoorden op deze vraag in. Naast gesloten vragen in dragdown menu's is er ook ruimte voor open antwoorden. Doordat in de applicatie een microfoonfunctie is ingebouwd kan Rick de antwoorden snel inspreken. De antwoorden worden automatisch in tekst omgezet in de achterliggende database van de E-Hub. De antwoorden van Pim ondersteunen het technische personeel in de E-Hub in de hiernavolgende classificatie-, test- en reparatiefase om een diagnose te stellen waarom de wasmachine is ingeleverd en geven een eerste indicatie wat mogelijke hergebruikmogelijkheden er zijn.

Rick print en plakt een sticker met een unieke QR Code op de ingeleverde wasmachine van Pim. Dit is het informatiepaspoortnummer dat hoort bij de ingeleverde wasmachine van Pim. Het apparaat is hierdoor in de gehele keten goed te volgen: van het moment van inleveren bij het inzamelpunt tot de daadwerkelijk verkoop aan een consument.

Vervolgens stelt de applicatie van het Extended-Life platform Rick de vraag om een foto's te maken van de voor-, zijkant-, achter- en bovenkant van de wasmachine te maken. Rick neemt de foto's en automatisch worden de foto's in de database ingeladen.

Ook vraagt de applicatie aan Rick om een visuele quick-scan uit te voeren. Onderstaande visuele richtlijnen helpen Rick bij deze beoordeling. De visuele quick-scan maakt inzichtelijk of er dusdanig ernstige defecten zijn die hergebruik niet meer mogelijk maken of bemoeilijken:

- De kwaliteit van de behuizing van de wasmachine. Zijn de platen aan de voor-, achterkant en bovenkant aanwezig? Rick vult in de applicatie in dat de behuizing compleet is. Onderstaande foto's helpen hem om een oordeel over dit topic te geven.
- Compleet onderdelen van de wasmachine. Ontbreken er onderdelen van de wasmachine? Bijv. een deur, bedieningspaneel, zeeplade, slangen en filter? Rick vult in de applicatie in dat er geen onderdelen van de wasmachine ontbreken.
- Oppervlaktebeschadigingen. Rick checkt hierbij vooral of er geen zware roestplekken zijn, of er geen barst in de glazen deur zit en of de wasmachine niet zwaar ingedeukt is. Rick vult in de applicatie in dat de wasmachine geen oppervlakte beschadigingen kent¹.

Ook checkt Rick meteen of er geen vreemde objecten in de wasmachine te vinden zijn die een defect hebben veroorzaakt. De resultaten van de visuele quick-scan legt Rick vast in de Extended-Life applicatie.

¹ Stel dat een wasmachine een diepe deuk heeft aan de zijkant of een flinke barst heeft in de deur van de wasmachine dan was deze na de inname geselecteerd voor Recycling (kortom, geen hergebruik). Deze keuze kan arbitrair zijn omdat reparatie of vervanging (bijv. een deur van een andere ingezamelde wasmachine maakt vervanging mogelijk).

1. Volledige behuizing

- Een wasmachine bestaat uit: een bovenplaat, een plaat aan de voor- en achterkant en twee aan de zijkant. Deze platen dienen allemaal aanwezig te zijn, voordat deze check als voldaan mag worden beschouwd.
- Onderdelen die kunnen ontbreken zijn: de deur, de zeeplade, de slangen en het filter. Controleer of deze eerder genoemde onderdelen aanwezig zijn en ga na of het bedieningspaneel over alle knoppen én schakelaars beschikt.

Goed	Slecht
	
Zowel de behuizing als de eerder genoemde onderdelen van de wasmachine zijn volledig.	De behuizing van de wasmachine is niet volledig en er missen onderdelen van de wasmachine.

2. Gebroken of beschadigde onderdelen

- Controleer of er onderdelen beschadigd of (af)gebroken zijn. Bekijk of de trommel is ingedeukt. Verder dient er bij de volgende onderdelen te worden gelet op scheuren of afgebroken stukken: de deur, het zeepbakje, het filter en de knoppen en schakelaars op het bedieningspaneel. Is er bijvoorbeeld een deel van het zeepbakje afgebroken? Bekijk de schade en beslis of dit het gebruik ervan kan verhinderen.

Goed	Slecht
	
Alle eerder genoemde onderdelen zijn aanwezig of enkele ontbreken, zoals: kleine vervangbare onderdelen (bijv. de zeepbak en slangen) en/of een deur die ontbreekt	Meerdere onderdelen (die eerder zijn genoemd) ontbreken. Denk hierbij aan meerdere of verschillende onderdelen die niet meer gerepareerd of vervangen kunnen worden.

3. Oppervlaktebeschadigingen

- Wanneer er gebruikte wasmachines worden ingenomen, door een medewerker van het inzamelpunt, is het voor de hand liggend dat er gebruikerssporen op de wasmachine te zien zijn. De medewerker dient er op te letten, dat deze gebruikerssporen niet het gebruik verhinderen, zoals: bepaalde krassen op het display of letters die totaal zijn weggevaagd.

Goed	Slecht
------	--------

		
Geen grote deuken en/of krassen, enkele kleine. Geen roest aanwezig	Grote deuken en/of krassen. De wasmachine bevat roestplekken.	

Fase 1: Identificatie en Fase 2A: Classificatie²

Wat zijn we nu te weten gekomen doordat medewerker Rick de ingeleverde wasmachine heeft geïdentificeerd? Het merk, het type en het bouwjaar geven veel handvatten om gelijk bij de inname al classificatiechecks uit te voeren op de ingezamelde wasmachine van Pim. De zogenaamde reparatiescore, als onderdeel van de classificatie, is hierbij een belangrijke maatstaf. De score maakt inzichtelijk in hoeverre reparatie van de ingeleverde wasmachine van Pim aantrekkelijk is. Een lage reparatiescore maakt in een vroegtijdig stadium bijv. duidelijk dat repareren niet haalbaar is; recycling van de wasmachine is dan de beste optie. De reparatiescore wordt beïnvloed door veel factoren. Doordat in een achterliggende database systeem veel gegevens van veel verkochte wasmachines (merken, typen) in het verleden zijn ingevoerd kunnen onderstaande factoren snel worden getoetst om de 'reparatiescore' te objectiveren (de reparatiescore heeft betrekking op de fase van Identificatie en Classificatie):

- Informatie om de wasmachine te identificeren: in hoeverre is het mogelijk om het merk en type wasmachine worden te identificeren en hoe bereikbaar zijn de locatie waar de productgegevens op/in de wasmachine terug te vinden zijn? Een leesbare identificatie (zoals een barcode) helpt om de ingeleverde wasmachine snel te identificeren.
- Informatie die helpt om veelvoorkomende defecten bij de inleverde wasmachine te diagnosticeren: Zijn reparatiehandleidingen van de ingeleverde wasmachine verkrijgbaar om defecten in de wasmachine snel te diagnosticeren? Denk bijv. aan een checklist voor hoofdoorzaken van veelvoorkomende defecten en een trouble shooting boom; een testmethode om vitale onderdelen wasmachine te checken; een lijst van veelvoorkomende errors codes op de display en bijbehorende reparatiestappen; en/of software om defecten te diagnosticeren.
- Informatie over de verkrijgbaarheid van informatie m.b.t. het disassembleren en reassembleren van de wasmachine van Pim. In hoeverre is informatie m.b.t. disassemblage en reassemblage verkrijgbaar in de vorm van 'exploded diagrams', een lijst van de verbindingen die zijn gebruikt, de benodigde gereedschappen en een beschrijving van de stappen die doorlopen dienen te worden bij het dissambleren om vitale onderdelen van een wasmachine te verwijderen?

² Aan het einde van dit document zijn de aanvullende classificatiecriteria in een overzicht uitgewerkt. De criteria zijn in de customer journey verwerkt.

- Informatie m.b.t. het vervangen en inkopen van losse onderdelen van de wasmachine. In hoeverre is informatie om reserveonderdelen te identificeren aanwezig (zoals 'exploded views', een lijst met aansluitingen, een lijst met benodigde gereedschappen, aanbevolen demontagestappen unieke referentienummers voor reserveonderdelen en informatie waar losse onderdelen verkrijgbaar zijn (zoals adres en webshop gegevens)? Wat is de levertijd van vitale onderdelen?
- Het relatieve gemak waarmee defecten in de wasmachine gediagnosticeerd kunnen worden. Zijn er bijv. richtlijnen en servicedocumenten vanuit de producent beschikbaar om de storingsdiagnose van de ingeleverde wasmachine te identificeren, inclusief een stapsgewijze begeleiding voor elke foutcode op de display van een wasmachine? Is er foutdetectiesoftware beschikbaar voor de wasmachine om het desbetreffende defect te detecteren?
- De moeite die het kost om een wasmachine uit elkaar te halen en opnieuw in elkaar te zetten ('ease of disassembly'). Hoeveel tijd kost het om de vitale onderdelen van de ingeleverde wasmachine te bereiken? Hoeveel verbindingen dienen gedemonteerd te worden alvorens een vitaal onderdeel van de wasmachine losgekoppeld kan worden? In hoeverre is speciaal gereedschap nodig om dit mogelijk te maken?
- De mogelijkheid om vitale onderdelen in de ingeleverde wasmachine afzonderlijk te vervangen. In hoeverre is de wasmachine modulair opgebouwd? Welke vitale onderdelen en in welke mate kunnen afzonderlijk worden vervangen?
- De uitwisselbaarheid ('compatibility') en mate waarin vitale onderdelen zijn gestandaardiseerd. In hoeverre zijn alternatieve vitale onderdelen van de wasmachine compatibel en hebben zij dezelfde productkwaliteit als het originele onderdeel?
- De mate waarin het mogelijk is om aanvullende services van producenten of derde partijen te ontvangen tijdens de productidentificatie, het detecteren van fouten, het disassembleren en het bestellen van vitale onderdelen.

Razendsnel worden deze factoren voor de wasmachine in de database gecheckt en ziet Rick op zijn display de Repairability Score verschijnen in een staafdiagram. Doordat de Repairability Score van de ingeleverde wasmachine hoog is met 80% (80 uit 100 punten) weet Rick dat de wasmachine van Pim verder onderzocht kan worden in een volgende processtap. Daarover straks meer.

De informatie die de database over de wasmachine aanbiedt maakt naast de Repairability Score ook inzichtelijk uit welke productonderdelen de wasmachine is opgebouwd (dit is handig omdat bepaalde wasmachineonderdelen van merken en typen hetzelfde kunnen zijn, hetgeen een gunstige voorwaarde is voor hergebruik). Ook maakt de achterliggende informatie het mogelijk om eerste uitspraken te doen over de hergebruikopties van de wasmachine. Bijv. het merk, type en bouwjaar geven informatie over de prijsklasse en daarmee de kwaliteitsklasse van het apparaat. Ook wordt duidelijk hoeveel energie (water en stroom) de wasmachine verbruikt. Dit is een belangrijk gegeven omdat een wasmachine die bijv. ouder is dan 2013 veel water en stroom waardoor deze minder aantrekkelijk is voor hergebruik.

Ook geeft de vastgestelde kwaliteitsklasse informatie over de economische haalbaarheid van reparatie van een wasmachine. Een Miele A-klasse is bijv. beter te repareren dan een goedkope wasmachine (bijv. een BEKO, nieuwprijs 399 Euro). Als vuistregel geldt bijv. dat de verhouding tussen de kosten van een bepaald onderdeel bij een lage cataloguswaarde van een wasmachine veelal negatief uitvalt. Een ander sterk punt is dat aan de 'voorkant' in kwalitatieve termen een voorspelling kan worden gedaan over de verwachte marktvraag (afzetmogelijkheden) in de

Cleantech Regio naar het merk en type wasmachine die Pim heeft ingeleverd en de maximumprijs die een consument bereid is te betalen voor een bepaald type wasmachine.

De database van het Extended-Life platform bevat voor een aantal A-merken als Miele en Bosch veel data die antwoord geeft op de bovenstaande vragen bij elk criterium. In de fase waarin de ingeleverde wasmachine van Pim nu verkeert is het vooral belangrijk dat het Extended-Life platform o.b.v. beperkte inputgegevens al een vroegtijdige melding geeft over de volgende criteria:

- De hoge Repairability Score van 80% geeft genoeg aanleiding om de wasmachine een 'go' te geven voor een volgende testfase.
- De verwachte marktvraag naar het specifieke merk en type van de ingeleverde wasmachine door Pim ligt hoog. Dit criterium is derhalve akkoord.
- Op basis van de ingevoerde basisinformatie door medewerker Rick (merk, type, bouwjaar, energiekلاس, etc) kan een eerste, ruwe LCA analyse worden uitgevoerd waarmee de ecologische impact bij levensduurverlenging in een getal kan worden uitgedrukt. Dit criterium wordt door het Extended-Life platform akkoord bevonden.
- Het water- en stroomverbruik van de ingeleverde wasmachine van Pim is bepaald. In een applicatie zijn normen uitgewerkt die verduidelijken wat een acceptabele bandbreedte is voor het water- en stroomverbruik van de ingeleverde wasmachine t.o.v. een nieuwe, energiezuinige wasmachine. De ingeleverde wasmachine van Pim valt binnen de gestelde bandbreedte en voldoet derhalve aan de gestelde bandbreedte.
- Betrouwbaarheid wasmachine in de volgende levensfase. De verwachte resterende levensduur van de wasmachine van Pim wordt positief ingeschaald: het merk (Miele), type en bouwjaar (2014) geven samen met de gebruiksinformatie van Pim een voorlopige indruk van de verwachte resterende levensduur van de wasmachine. Dit wordt door de database als akkoord bevonden om door te gaan naar fase 2B.

N.B. Uiteraard kunnen niet alle criteria volledig getoetst worden bij het innamepunt omdat specifieke informatie in deze fase 2A nog ontbreekt. Enkele vuistregels maken echter scheiding al mogelijk, bijv. door alleen A-merken in behandeling te nemen. Het bouwjaar, merk en type maken een eerste check mogelijk. Bijv. interviews met reparateurs maken inzichtelijk dat Miele, Bosch, AEG en Siemens over het algemeen goed te repareren zijn. De classificatie in fase 2B hieronder vergt additionele informatie om betrouwbare uitspraken over de hergebruikmogelijkheden van ingezamelde wasmachine te kunnen geven.

Rick krijgt na het invoeren van de data in zijn smartphone n.a.v. de toetsing in de database een melding. De melding maakt Rick o.b.v. de toetsing van de beschikbare informatie aan de bovenstaande criteria duidelijk welke vervolgstap hij in de procesflow moet nemen. Dit maakt meteen inzichtelijk op welke plaats in het innamepunt van Foenix de wasmachine tijdelijk geparkeerd dient te worden. In dit geval krijgt Pim de volgende melding: *"Wasmachine Miele H3879K gereed maken voor verplaatsing naar locatie Zwitsalterrein E-Hub"*. Kortom, doordat de wasmachine van Pim de initiële classificatie checks heeft doorstaan kan hij naar de testlocatie van de E-Hub op het Zwitsalterrein in Apeldoorn. Voor de ingeleverde wasmachine verplaatst wordt naar de test- en repareerlocatie op het Zwitsalterrein wacht Rick eerst tot er optimaal aantal wasmachines beschikbaar is. Dit optimum is (vooral) afhankelijk van de beladingsgraad van de vrachtauto van Foenix. Dit aantal ligt bij 20 stuks. Een dag later laadt Rick met zijn collega's de ingezamelde wasmachines, waaronder die van Pim, die nader geïnspecteerd dienen te worden in de vrachtauto.

Fase 2B: Classificatie Zwitsalterrein E-Hub

De vrachtauto van Foenix komt aan op het Zwitsalterrein en rijdt naar de opslagruimte van de E-Hub. In de E-Hub zijn er verschillende docks ingericht om het proces van classificatie, testen en reparatie efficiënt te laten verlopen. Medewerker Rick plaatst samen met medewerker en reparateur Jan van de E-Hub 4 wasmachine in alle 4 de docks. Vanwege het gewicht van de wasmachines, waardoor verplaatsing meer moeite kost, is gekozen voor docks. In de testruimte en werkplaats wordt er gewerkt volgens de principes van Lean Six Sigma, waarbij een optimale procesflow zonder verspilling van tijd en materiaal, centraal staat. Naast elke dock staat een gereedschapskar met passend gereedschap. Als een wasmachine het proces van classificeren, testen en (eventueel) repareren heeft doorlopen wordt desbetreffende wasmachine verplaatst naar het magazijn.

Fase 3: Testen

Een dag later gaat Jan samen met andere collega's beginnen aan het nader diagnosticeren (= hoe goed functioneert de wasmachine nog?; wat zijn de specifieke defecten in de wasmachine?) en classificeren (als aanvulling op de eerdere classificatie). Doel van deze diagnose en classificatie is om technische gegevens m.b.t. de wasmachine in de database in te voeren zodat inzichtelijk wordt wat de score voor ieder classificatiecriterium is.

Jan start met een enkele visuele checks (deze visuele checks zijn een aanvulling op de eerdere visuele testen in de identificatiefase bij het inzamelpunt):

- Zijn er verroeste onderdelen?
- Hoe hygiënisch is de wasmachine?
- In hoeverre zijn er elektronische onderdelen die elektrische schokken kunnen genereren?
- In hoeverre zijn er onveilige elektrische verbindingen (bijv. breuken in de stroomdraad)?

De wasmachine van Pim doorloopt succesvol de kwaliteitscriteria die horen bij elke visuele check.

Vervolgens voert Jan een aantal testen uit om het defect aan de wasmachine van Pim te detecteren. Jan maakt hierbij gebruik van een prioriteitentest. De prioriteitentest is er op gericht om te testen in hoeverre de **onderdelen in de wasmachine die het vaakst stuk gaan en moeilijk te repareren zijn** nog werkzaam zijn. Als onderdeel 1, 2, 3 of 4 kapot is (zie onder), dan wordt de wasmachine afgevoerd en gerecycled. Jan test in de prioriteitentest de volgende onderdelen:

1. Lagers.
2. Elektronica (besturingspaneel, printplaat, inwendige electronica).
3. Trommel & kuip.
4. Schokdempers. *N.B. soms kan een machine wel snel gerepareerd word als de schokdempers gemakkelijk bereikbaar zijn. Meestal is dit niet het geval.*

Op de applicatie van het Extended-Life platform ziet Jan exact wat hij moet doen bij het uitvoeren van de prioriteitentest. Bijv.

Lagers

In onderstaande stappenplan wordt uitgelegd hoe de lagers getest moeten worden. Verder wordt ook het beoordelingscriterium van de lagers toegelicht

1. Open de wasmachinedeur en pak, in de deuropening, de trommel aan de bovenkant vast met je vingers
2. Leg vervolgens je handpalm op het rubber aan de buitenkant van de wasmachine
3. Knijp nu en probeer de trommel zo iets omhoog te drukken
4. Luister aandachtig of je iets hoort en/of je beweging ziet, wanneer je de trommel omhoog probeert te drukken

Beoordelingscriterium

Goed

Slecht

De trommel beweegt niet en er komt geen geluid van de trommel af.	De trommel beweegt en/of de trommel maakt een licht tikkend geluid.
---	---

Jan ziet dat de ingeleverde wasmachine van Pim voldoet aan de prioriteitentest: alle 4 de onderdelen voldoen aan de gestelde eisen. Jan zet bij elke test een vinkje in de systeemapplicatie van het EL-platform. Het systeem gaat op basis van deze input in de database automatisch checken in hoeverre wordt voldaan aan andere classificatiecriteria (zie bijlage 1). **Stel**, Jan had vastgesteld dat de lagers kapot waren, dan had het EL-systeem o.b.v. criterium 1 repareerbaarheid exacte uitkomsten voor de volgende vragen aangegeven (zie onder). Ook checkt het systeem automatisch andere criteria, zoals criterium 2 en 4. Een mogelijke uitkomst van de testresultaten in combinatie met relevante classificatiecriteria is door Jan is onderstaande schema uitgewerkt. Onderstaande beoordeling zou tot het afvoeren van de wasmachine leiden.

Criterium 1: Technische repareerbaarheid van een wasmachine.	Uitkomst	Toelichting
Hoe gemakkelijk kan een vastgesteld defect bij de ingeleverde wasmachine gerepareerd worden? Dit wordt vooral bepaald door de tijd en het gemak die het kost om toegang tot een specifiek vitaal onderdeel te krijgen.	Negatief	De moeilijke toegankelijkheid van de lagers in de wasmachine bemoeilijkt de reparatie.
Hoe complexe zijn de technische kennis en vaardigheden die nodig zijn bij het testen en repareren van de ingeleverde wasmachine?	Complex	Doordat de kogellagers achter de trommel zitten, zijn de reparatiewerkzaamheden moeilijk uit te voeren.
Criterium 2: Verkrijgbaarheid van onderdelen	Uitkomst	Toelichting
Hoe gemakkelijk zijn onderdelen voor de wasmachine verkrijgbaar?	Positief	In lijn met de Repairability Score die reeds plaatsvond wordt duidelijk dat bij meerdere webshops in NL deze onderdelen besteld worden.
Wat is de levertijd van onderdelen?	Positief	Enkele dagen in geval van nieuwe onderdelen.
Criterium 3: Verwachte marktvraag naar wasmachine en kosten reparatie	Uitkomst	Toelichting
De verwachte marktvraag naar her te gebruiken wasmachine, verwachte afzetmogelijkheden.	Positief	Reeds bij de inname is dit criterium getoetst: er is een hoge marktvraag naar dit merk en type wasmachine.
Maximumprijs die een consument bereid is te betalen voor een bepaald type wasmachine.	Positief	Consumenten zijn bereid om maximaal 250 Euro voor een gerepareerde wasmachine van dit merk en type te betalen.
Wat zijn de eventuele reparatiekosten in termen van reparatietijd door een medewerker?	Negatief	De reparatietijd van een medewerker ligt hoog door de moeilijke toegankelijkheid van dit onderdeel.
Wat zijn de kosten van onderdelen bij eventuele reparatie? Wat zijn de reparatiekosten afgezet tegen de catalogusprijs?	Neutraal	De kosten van lagers zijn laag (circa 60 Euro) en zijn in verhouding tot de catalogusprijs.

Criterium 4: De verwachte ecologische impact (milieuvoordelen) bij hergebruik van de wasmachine³	Uitkomst	Toelichting
Een levenscyclus assessment (LCA) die inzichtelijk maakt wat ecologisch gezien de beste keuze is: repareren (= levensduurverlenging) of vervanging door een nieuw apparaat.	Positief	Reparatie is beter voor het milieu.
Hoeveel CO2 uitstoot wordt bespaard doordat de levensduurverlenging van de wasmachine gebruik van 'virgin' grondstoffen bij het produceren van een nieuwe wasmachine niet nodig zijn?	25 kg CO2	De levensduurverlenging van de wasmachine met een verwachte resterende levensduur van 3 jaar bespaart 25 kg CO2
Hoeveel kilogram elektronisch afval wordt bespaard?	20 kg	De levensduurverlenging van de wasmachine bespaart 20 kg afval.

We vervolgen onze customer journey.... Nadat Jan de prioriteitentest succesvol heeft doorlopen, gaat hij door naar de volgende stap: het uitvoeren van een wasprogramma om te diagnosticeren of er andere afwijkingen zijn. Hiervoor worden meerdere testen uitgevoerd. Deze groep testen is georganiseerd rondom onderdelen in een wasmachine die **goed repareerbaar** zijn. Dit zijn de volgende onderdelen (*op volgorde van meest voorkomende defecten bij een ingeleverde wasmachine met uitsluiting van de eerder genoemde wasmachineonderdelen die het vaakst stuk gaan én moeilijk te repareren zijn: lagers, elektronica, trommel & kuip, schokdempers*):

1. Deur. Ca. 80% technische repareerbaarheid.
2. Koolborstels. 72% repareerbaarheid.
3. Afvoerpomp. 74% repareerbaarheid.
4. Motor. 74% repareerbaarheid.
5. Slang (ingaaand, uitgaand). 81% repareerbaarheid.
6. Inlaatkleppen / aquastop. 73% repareerbaarheid.
7. Bedieningsknoppen. 70% repareerbaarheid.

Parallel checkt Jan de informatie van consument Pim die de wasmachine bij het inzamelpunt van Foenix inleverde om te bepalen of dit aanknopingspunten geeft voor zijn diagnose.

Systematisch voert Jan voor elk bovenstaand onderdeel testjes uit om te bepalen of elk bovenstaand onderdeel goed functioneert. De resultaat van elke test registreert hij in de Extended-Life applicatie. Elke test wordt met GOED of FOET geregistreerd. Ook is er een veld in de applicatie aanwezig om aantekeningen te maken. Als norm geldt het volgende: als er sprake is van meer dan 2 vitale onderdelen die FOET functioneren, dan wordt de wasmachine afgevoerd omdat de repareerbaarheid dan ondermaats is en de verkoopprijs te hoog komt te liggen. De vitale onderdelen zijn hier boven weergegeven: 1. lagers, 2. elektronica, 3. trommel & kuip, 4. schokdempers, 5. deur, 6. koolborstels, 7. afvoerpomp, 8. motor, 9. slang, 10. inlaatkleppen / aquastop, 11. Bedieningsknoppen.

Daarnaast wordt er een verwachte prijs van een eventueel benodigd nieuw onderdeel gekoppeld aan elk onderdeel 1 t/m 7. Dit zijn nieuwe onderdelen (*in de ideale situatie is er een voorraad van her te gebruiken onderdelen van eerder gedemonteerde wasmachines*). Een formule in de Extended-Life applicatie berekent hiertoe de verhouding tussen de aankoopprijs van een vitaal onderdeel de catalogusprijs van de wasmachine. Een andere optie om te objectiveren wat een acceptabele verkoopprijs voor een gerepareerde wasmachine is bijv. de minimale winstmarge op de wasmachine die behaald dient te worden (= verwachte verkoopprijs minus kosten van reparatie). Uit de

³ Aantekening Frank: Wat is het ideale moment in de procesflow om de ecologische impact bij levensduurverlenging van de wasmachine inzichtelijk te maken? Antwoord: eerst diagnosticeren waarom de wasmachine niet goed functioneert, dan reparatiemogelijkheid vaststellen en tegelijkertijd LCA-analyse uitvoeren. In principe kan de LCA-analyse op elk moment worden uitgevoerd. Bijv. in fase 2A zou de LCA in principe al uitgevoerd kunnen worden.

berekening kan worden afgeleid of de reparatiekosten en reparatietijd (tijd=geld) opwegen tegen de levensduurverlenging van de ingeleverde wasmachine.

De Extended-Life applicatie voert Jan door de testen / checks m.b.t. de 7 kritische onderdelen. Bij onderdeel 2 (test 2) ziet Jan op het scherm van de applicatie de volgende informatie verschijnen:

Koolborstels

1. Leg de wasmachine op de zijkant, zodat de onderkant van de machine makkelijk bereikbaar is. De wasmachine kan mogelijk beschadigd raken, als deze tijdens het testen op de zijkant wordt gelegd. Om zo min mogelijk risico hierbij te lopen, is een zachte ondergrond wenselijk.
2. Haal de bedrading van de koolborstels los, de koolborstels zitten bij de motor.
3. Schroef de koolborstels los en haal deze uit de wasmachine.
4. Bekijk de staat van de koolborstels (zie in onderstaande tabel de beoordelingscriteria).

Beoordelingscriteria

Goed		Slecht	
			
De koolborstels zijn zo goed als nieuw. Er is geen of weinig slijtage zichtbaar.		De koolborstels zijn overduidelijk lang gebruikt. Er is weinig over van de borstels.	

Uit test 2 blijkt dat de ingeleverde wasmachine van Pim versleten koolborstels heeft. Uit test 5 wordt duidelijk dat de ingaande slang vervangen te worden omdat deze enkele breuken heeft.

Jan voert in het systeem in dat test 2 en test 5 niet succesvol zijn doorlopen. De Extended-Life applicatie geeft direct na het invoeren automatisch aan dat vanwege de hoge reparatiepercentages reparatie haalbaar (vanuit economisch perspectief) en wenselijk (vanuit ecologisch perspectief) is. Op het scherm verschijnt hiertoe een duimpje omhoog. Parallel ziet Jan een overzicht van de te verwachte kosten van koolborstels en de slangen (in bijlage 2 is ter indicatie een overzicht van de kosten van wasmachineonderdelen weergegeven).

Te vervangen onderdeel	Verwachte Reparatietijd (min)	Kosten onderdelen(€)	Verwachte verkoopprijs (€)	Winst (zonder arbeidsuren) (€)
Koolborstels	30-60	40		
Slangen	<30	20		
Totaal	Ca. 60	60	200	140

Fase 4: Reparatie

Nu de voorgaande testen inzichtelijk hebben gemaakt waarom de wasmachine niet meer functioneerde (= diagnose) vanwege falende koolborstels en enkele breuken in de ingaande slang kan Jan overgaan tot de reparatie van de wasmachine.

Doordat Jan in de vorige fase in het systeem had ingevoerd dat sprake was van deze defecten kan hij bij de reparatie aanvinken dat hij informatie over de reparatie c.q. vervanging van deze onderdelen wil verkrijgen. Ook heeft de Extended-Life applicatie inzichtelijk gemaakt dat koolborstels voor dit type wasmachine verkrijgbaar zijn, acceptabele kosten (in termen van de kosten van het onderdeel en de verwachte reparatietijd) hebben en een korte levertijd kennen. Hetzelfde geldt voor de vervanging van de ingaande slang. Op een knop op de applicatie kan Jan direct overgaan tot de

bestelling van deze onderdelen. Jan heeft hierbij de keuze tussen gecertificeerde gebruikte of nieuwe onderdelen. Jan kiest hierbij voor de gecertificeerde gebruikte onderdelen omdat hij door het certificeringssysteem er op kan vertrouwen dat deze een hoge productkwaliteit hebben.

Een dag nadat Jan de bestelde onderdelen heeft ontvangen via een snelservice vindt Jan deze opties dan ook aan. Op het scherm van Jan verschijnen de volgende reparatie instructies:

Koolborstels

De motor, waar de koolborstels aan zijn bevestigd, zit onderin de wasmachine gevestigd.

1. Verwijder de stekker uit het stopcontact en draai de kraan dicht.
2. Leg de wasmachine neer op de zijkant, zodat je bij de onderkant van de wasmachine kunt (gebruik hiervoor iets zachts zoals een kleedje, zodat de zijkant niet beschadigd raakt).
3. Haal de bedrading van de koolborstel af.
4. Schroef de koolborstels los en haal deze uit de wasmachine.
5. Plaats de nieuwe koolborstels en schroef vervolgens deze vast.
6. Bevestig de bedrading weer aan de koolborstels.
7. Zet de wasmachine weer recht op.

Ook kan Jan een video aanklikken die hem stap voor stap inzicht geven in de reparatiestappen bij het vervangen van de koolborstels. Een soortgelijke procedure volgt Jan voor het vervangen van de ingaande slang. Jan vindt Jan in het systeem aan dat de 2 reparaties succesvol zijn uitgevoerd.

Nadat de reparaties zijn voltooid en Jan de wasmachine middels een stap-voor-stap guide succesvol in elkaar heeft gezet loopt hij middels een checklist de wasmachine na.

De volgende stap is dat Jan zekerheidshalve de wasmachine test door deze een wasbeurt op 40 graden te laten uitvoeren. Hij maakt hierbij gebruik van de volgende checklist en checkt de volgende errors:

Symptoom wasmachine:	Mogelijke achterliggende fouten:
Wasmachine neemt geen water in	• De toevoerkraan is dichtgedraaid • De filter zit verstopt in de toevoerslang • De toevoerslang zit geknikt of dubbelgevouwen. • De toevoerkraan is defect • De afvoerslang zit te diep in de afvoer • Er zit een blokkade in de slangen, die binnenin de wasmachine zitten • De Elektronica die naar de pomp leidt is defect • De pomp is defect
Wasmachine pompt geen water af	• De pompfilter is verstopt • De schoep van de afvoerpomp is geblokkeerd • De afvoerslang is geblokkeerd • De afvoerslang zit te diep in de afvoerbuis • Er zit een blokkade in de slangen, die binnenin de wasmachine zitten • De Elektronica die naar de pomp leidt is defect • De pomp is defect
Wasmachine start niet	• Er is geen stroom, want de machine staat niet aangesloten • De wasmachine neemt geen water op • De wasmachinedeur staat open • Het deurslot is defect • Er zijn slangen verstopt
Wasmachine blijft water innemen	• Er is een geblokkeerde slang, die leidt naar de drukschakelaar • Er is een slang lek, die leidt naar de drukschakelaar • De drukschakeliker is defecte

Wasmachinedeur gaat niet open	• Het deurslot is defect • De wasmachine is met een wasprogramma bezig en de wasmachinedeur is dan ter beveiliging geblokkeerd.
Wasmachine lekt water	• Er zit een lekkage bij de afvoerpijp, doordat de waterafvoerslang te diep in de voer zit (tijdens het afpompen) • De vaste afvoer is geblokkeerd (tijdens het afpompen) • De afvoerslang is lek (tijdens het afpompen) • Er zit een interne lekkage (tijdens programma) • Er is te veel zeep gebruikt (tijdens programma) • Er zit een lekkage bij de zeepbak (tijdens watertoevoer) • Er zit een verstopping bij de zeepbak (tijdens watertoevoer) • Er is een lekkage bij de wasmachinedeur door een beschadigd manchet (tijdens watertoevoer/spoelen) • Er zitten lekke slangen in de wasmachine (tijdens spoelen / watertoevoer)
Wasmachine maakt programma niet af	• De pompfilter is verstopt • De koolborstels zijn versleten
Wasmachine centrifugeert niet	• De Filter bij de pomp is verstopt • De schoep van de afvoerpomp is geblokkeerd • De motor krijgt geen stroom (elektronica) • De koolborstels zijn versleten • De motor is defect
Wasmachine draait niet meer	• Er zijn stroom problemen (stekker of elektronica) • De trommel is geblokkeerd • Er zit te veel of te weinig wasgoed in de trommel • De aandrijfriem (V-snaar) is los of kapot • Er is een blokkering door een voorwerp in De trommel en kuip • Er zijn elektra problemen met de motor • De koolborstels zijn versleten • De motor is defect • De wastrommel is vastgeslagen in de kogellagers
Wasmachine maakt lawaai	• De wasmachine staat niet waterpas • De wasmachine staat op een verende (bewegelijke) ondergrond • Het wasgoed is niet goed verdeeld • Er zit een voorwerp tussen de trommel en kuip (er is dan een metaalachtig geluid is te horen) • Er zijn defecte schokbrekers of veren • Een hoog geluid is vaak een probleem met de lagers
Wasmachine wordt niet warm	• Een defect verwarmingselement of thermostaat • Gebroken bedrading of slechte connectie naar het verwarmingselement • Besturingspaneel werkt niet naar behoren

De gerepareerde wasmachine doorloopt succesvol de wastest: op alle onderdelen functioneert de wasmachine goed. Stel, de wasmachine had niet voldaan aan een check in de checklist dan was o.b.v. de uitkomsten een diagnose gesteld. Door deze diagnose in het systeem in te voeren wordt een voorspelling gedaan in hoeverre reparatie haalbaar. De bovenstaande beoordelingscriteria helpen om deze haalbaarheid te bepalen (zoals economische haalbaarheid en ecologische impact).

Jan gaat over tot het aanmelden van de gerepareerde wasmachine bij Techniek Nederland dat verantwoordelijk is voor het uitgeven van kwalitatief hoogwaardige certificaten van professioneel gerepareerde wasmachines. Doordat de applicatie al veel data heeft gegenereerd en voldoet aan de gestelde kwaliteitscriteria kan een kwaliteitscertificaat voor de geteste wasmachine worden afgegeven. De gegenereerde data tijdens de 4 fasen Identificatie, Classificatie, Testen en Reparatie worden in een informatiepaspoort vastgelegd:

Criterium 5: Verwachte energieverbruik (water- en stroomverbruik) bij levensduurverlenging.

- Hoeveel energieverbruik is benodigd voor de resterende levensfase? Hoe verhoudt zich dit tot de aanschaf van een nieuwe energiezuinige wasmachine?

Criterium 6: Betrouwbaarheid wasmachine in de volgende levensfase. De verwachte resterende levensduur van een wasmachine.

- Hoe groot is de kans dat de wasmachine in de (nabije) toekomst defect gaat?
- Wat is de resterende levensduur van de ingeleverde wasmachine o.b.v. de intensiteit van het gebruik tot het moment van inlevering? Bij A-wasmachines als Miele kunnen de gebruiksgegevens worden uitgelezen met een apparaat. Bij andere wasmachines is dit lastiger, waardoor een onnauwkeurige schatting moet worden gemaakt van de verwachte resterende levensduur.
- Hoe gemakkelijk kunnen onderdelen in de wasmachine geupgrade worden?

Bijlage 2: Indicatie kosten nieuwe onderdelen

Onderdeel	Verwachte Reparatietijd (min)	Reparatiekosten (€)
Koolborstels	30-60	10 - 40 per 2 stuks
Elektronica	<30	20 – 50
Deurrelais	<30	20 – 50
Niveauregelaar	<30	30 – 50
Condensator	30-60	<10 per stuk
Module	30-60	100 – 500
Inlaatventiel	30-60	30 – 70
Printplaat	30	80 – 100
Schokdempers	<30	≈25 per stuk
Verwarmingselement	30 - >90	20 – 50
Pomp	30	25 – 75
Deur	<30	50 – 150
Slot	<30	≈70
Handvat	<30	≈25
Manchet	<30	≈50
Motor	30	120 – 300
Filters	<30	≈20
Lagers	>90	<15 per stuk
Trommel/kuip	>90	>150
Schakelaars	<30	<15 per stuk
V-snaar	<30	15 – 30
Kabels	<30	<10
Slangen	<30	10 – 20