

Bepalen van de meerwaarde van use cases voor het in kaart brengen van onderhoudseisen bij ProRail

Afstudeerscriptie

Eigenaar Joren Prinsen

Versie Definitief
Datum 4-7-2016
Bestand J. Prinsen Scriptie

**Bepalen van de meerwaarde van use cases
voor het in kaart brengen van
onderhoudseisen bij ProRail**

Juli 2016

J.(Joren) Prinsen
Studentnummer: s1385399
j.prinsen@student.utwente.nl
joren.prinsen@prorail.nl

In opdracht van:
ProRail BV
Afdeling Assetmanagement
W. (Wout) Knijnenburg
A. (Arjan) Bosma

Universiteit Twente
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Construction Management and Engineering
R.S. (Robin) de Graaf
A (Andreas) Hartmann

Voorwoord

Voor u ligt een afstudeerscriptie met als onderwerp het uitzoeken of use cases (uitwerking van onderhoudsscenario's) meerwaarde bieden voor het in kaart brengen van de onderhoudseisen. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Construction Management and Engineering aan de Universiteit Twente te Enschede. Van augustus 2015 tot en met juni 2016 ben ik druk geweest met dit onderzoek en het schrijven van deze scriptie.

Dit onderzoek is geschreven in opdracht van ProRail (de spoorinfrastructuurbeheerder van Nederland). Tezamen met mijn twee afstudeerbegeleiders, Wout Knijnenburg en Arjan Bosma, heb ik het interne onderzoeksdoel bepaald en hierbij een onderzoeksvraag bedacht. Deze is geoptimaliseerd met mijn begeleiders vanuit de UT, de heren R. de Graaf en A. Hartmann. Allen waren bereid om mij te helpen indien nodig, en dit stel ik zeer op prijs.

In dit voorwoord zal ik daarom mijn begeleiders willen bedanken voor de goede begeleiding waarbij ik altijd werd voorzien van onderbouwende feedback. Het ging af en toe met horten en stoten maar uiteindelijk ben ik zeer trots dat ik dit onderzoek op deze wijze kan afronden. Tevens wil ik de collega's en externen bedanken voor hun medewerking, hiermee doel ik ook op een aantal externen die tijd voor mij hebben vrij gemaakt om hun kennis en ervaring over te brengen.

Graag wil ik ook de andere collega's binnen ProRail bedanken voor de fijne samenwerking. Mede dankzij de goede werksfeer en soms informele omgang heb ik hier zeer fijn aan mijn onderzoek kunnen werken. Ook wil ik mijn vrienden en familie bedanken voor hun ondersteuning bij dit soms zware traject. Mijn ouders wil ik in het bijzonder bedanken voor jullie goede raad en ondersteuning.

Ik wens iedereen veel leesplezier toe.

Joren Prinsen

Samenvatting

ProRail is verantwoordelijk voor het beheer van het spoor en de optimale besteding van geld daarvoor en het laten uitvoeren van het dagelijks, kleinschalig onderhoud en het oplossen van storingen. Een goede toegankelijkheid en bereikbaarheid moet ProRail faciliteren aan de aannemers om zo het spoor goed te kunnen onderhouden. Hiervoor dient de wijze van onderhoud en de hierbij behorende onderhoudseisen in kaart te worden gebracht. De wijze van onderhoud is binnen ProRail niet of nauwelijks gedocumenteerd en hierdoor kunnen er geen goede onderhoudseisen worden opgesteld. In dit onderzoek zal worden onderzocht of use cases een meerwaarde bieden bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van een storing. Aan de hand van dit vraagstuk kan een centrale vraag worden opgesteld. De centrale vraag van dit onderzoek luidt dan ook als volgt:

Centrale vraag:

In hoeverre bieden use cases voor ProRail meerwaarde bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van een storing?

Use cases representeren alle mogelijkheden waarop een specifiek systeem kan worden gebruikt. Deze mogelijkheden zijn functioneel gespecificeerd, dit houdt in dat ze worden genoteerd in combinatie met een werkwoord zoals bijvoorbeeld “Herstellen storing”. Er is een systeemgrens welke aangeeft wat het bereik van de specifieke use case is en ook wat er niet wordt toegelicht in de betreffende use case. Vervolgens zijn er actoren die de functioneel gespecificeerde use cases aanzetten tot actie waarmee de complete use case in werking treedt. Vaak zijn er meerdere actoren betrokken bij een use case, zo zijn bij het herstellen van een storing actoren van de aannemer en actoren van ProRail betrokken.

De use cases worden vaak toegepast binnen de ICT om de klanteisen goed in kaart te brengen zodat het uiteindelijke product al dicht tegen het gewenste product aan zit. De meerwaarde van de use cases voor het in kaart brengen van de wijze van onderhoud zal in dit onderzoek worden aangetoond door een use case te ontwikkelen en hiermee te controleren of de use cases meerwaarde bieden. De use case welke voor dit onderzoek is uitgewerkt is het herstellen van een storing, omdat deze het meest kritisch is qua bereikbaarheid en toegankelijkheid mede doordat de treinen op dat moment blijven rijden.

De use cases zijn ontwikkeld door gebruik te maken van een iteratieve ontwikkelmethode waarbij de use case steeds wordt aangepast onder invloed van nieuwe informatie. Deze informatie is vergaard door middel van interviews met collega's binnen ProRail van diverse afdelingen alsmede met de vier procescontractaannemers waarmee interviews zijn gedaan over de in hun contractgebied geselecteerde case (Amsterdam Centraal, Utrecht Centraal, Nijmegen en Breda).

Vervolgens zijn er ontwerpeisen opgesteld voor de use cases, deze eisen zijn gebaseerd op de literatuur alsmede de wensen vanuit ProRail. Aan deze ontwerpeisen dienen de use cases te voldoen om een meerwaarde te bieden. Door een verificatieproces zijn alle ontwerpeisen geverifieerd, er is gefocust op de onderbouwing van de eisen, het gebruiksgemak, de bruikbaarheid, onderhoudbaarheid en de snelheid. Door aan al deze ontwerpeisen te voldoen wordt het interne onderzoeksdoel behaald en kan worden aangetoond dat de use cases meerwaarde bieden voor het in kaart brengen van de onderhoudseisen.

Uit de resultaten blijkt dat de use cases meerwaarde bieden bij het in kaart brengen van de wijze van onderhoud. Dit is aangetoond door middel van een validatieproces tezamen met zes eindgebruikers wie hun mening gaven over de use cases en of deze geschikt zijn voor deze toepassing en wat er zoal aangepast dient te worden om de use cases tot een succes te maken.

Er is geconcludeerd dat de use cases meerwaarde bieden want de use cases geven een visuele weergave van het onderhoud zodat het ook voor andere afdeling duidelijk is op welke wijze het onderhoud wordt uitgevoerd. Door de onderhoudseisen op deze manier te presenteren kan de eindgebruiker direct achterhalen wat de onderbouwing van de eis is en hierop zijn keuzes baseren. Hierdoor worden de projecten steeds onderhoudsvriendelijker en dit zal uiteindelijk resulteren in kortere oplostijden van de storingen door een betere bereikbaarheid en toegankelijkheid. Ook kunnen de use cases gebruikt worden om de onderhoudseisen op te stellen en kunnen hierdoor ook gebruikt worden als communicatiemiddel tussen te verschillende afdelingen om zo het belang van het onderhoud in het daadwerkelijke ontwerp mee te kunnen nemen.

Ook kan door het in kaart brengen van het onderhoud per locatie de benodigde onderhoudsvoorzieningen worden bepaald. Door de use cases hiervoor te gebruiken kunnen deze gebruikt worden om de locatie specifieke eisen te genereren.

De use cases bieden veel meerwaarde indien deze zijn uitgewerkt, dit betekent dat ze compleet moeten zijn en elke onderhoudseis binnen de use case onderbouwd dient te worden. Hierdoor zal er veel tijd moeten worden gestoken in het nader uitwerken van de use cases. Ook zoals eerder benoemd in deze conclusie zal het noodzakelijk zijn om locatie specifieke use cases op te stellen om zo relevante onderhoudseisen te verkrijgen.

Na aanleiding van de conclusies alsmede de aanbevelingen vanuit het validatieproces kunnen er een aantal aanbevelingen worden gedaan. Zo moeten de use cases verder worden uitgewerkt en hiervoor dienen diverse stakeholders (ingenieursbureaus en procescontractaannemers) worden betrokken. Ook dient te worden bepaald op welke locatie in het proces de use cases gehanteerd dienen te worden en dus ook in welke mate deze uitgewerkt dienen te worden. Ook moet ProRail nadenken over hoe ze de use cases wilt beheren en hoeveel capaciteit ze hiervoor willen reserveren.

Summary

ProRail is a government task organisation that is responsible for the maintenance of the railway network. The operation and maintenance of a railway network is complex, it is regulated by government legislation and has to work closely with all stakeholders in order to be successful. ProRail choose to outsource their maintenance activities and therefore need to facilitate a good accessibility. That is why ProRail needs to compose the maintenance requirements and to do that they need to know how the process contractor executes the maintenance. The method of maintenance is barely documented within ProRail and that makes it impossible to compose good maintenance requirements. In this research, it is researched whether use cases provide benefit to compile the maintenance requirements, in this research is chosen to elaborate the recovering of a failure in the rail track. Based on the issue it is possible to drawn the main question.

Main question:

To what extent have use cases for ProRail added value to compose maintenance requirements for the repair of a malfunction?

Use cases describe the system's behaviour under various conditions. Actors initiate actions with the system to accomplish some goal. The use cases are functionally specified this means they are listed in combination with a verb for example "Restore malfunction". The use cases itself are often applied in the ICT branch in order to map the client requirements and to be sure to the created product are close to the desired product. The use cases give a visual display of a sequence of actions started by different actors. Every use case comes with a systems border which aims to delimit the specific use case. This makes it possible to create multiple use cases which follow each other. In a use case often multiple actors are involved, for example in the use case "Restore malfunction" the contractor and ProRail are involved.

In order to research whether the use cases have added value to compose maintenance requirements a use case will be developed and using them to check if the use cases have added value. For this research, the use case "Restore malfunction" has been elaborated because a malfunction within a rail track is difficult to reach because the trains continue to drive.

The use case is developed by using the iterative design method, whereby the use case keeps being adjusted through new information. The information is collected by executing interviews with colleagues inside ProRail from different departments as well with the four process contractors who were interviewed about specific cases (Amsterdam Centraal, Utrecht Centraal, Nijmegen and Breda).

The next step is to create design requirements for the use cases, the requirements are based on the literature about use cases and the wishes from ProRail.

The use case needs to meet the design requirements in order to be an added value. Eventually by means of a verification and validation process, it is demonstrated that use cases have an added value by composing maintenance requirements. The validation process was executed with six end-users inside ProRail who use the composed use case and giving their opinion about the use cases by answering some questions and mark them. In addition, they are asked what needed to be improved to make the use cases successful.

In the end, it can be concluded that the use cases provide added value. The end-users stated that the use case give a visual display of the maintenance, this visual display is easier to understand for other departments and makes the maintenance requirements more usable. The use cases can be used as a communication tool between the different departments inside ProRail cause of this visual display. By presenting the maintenance requirements on such a way the end-user can easily trace the underpinning of a specific requirement and use them to make decisions. The use cases can lead to a maintenance friendly railway network that will result in shorter failure times caused by a better accessibility. In addition, the use cases can be used to compose new maintenance requirements.

Also by mapping the maintenance per location, the needed maintenance facilities are determined. By using the use cases for this and by performing this multiple times, many standard maintenance requirements are generated.

The use cases will provide added value when they are completely worked out, this means that they have to include the important / common maintenance activities and every maintenance requirement needs to be underpinned. Much time has to be invested in the further development of the use cases.

Following the conclusions and the recommendations from the validation process, a number of recommendations can be drawn. The use cases to be further developed and this should involve various stakeholders (engineering and process contractors). It should also be determined where in the process the use cases are used. ProRail also need to think about how they want to manage the use cases and how much capacity they want to reserve.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Summary	6
1 Inleiding	10
1.1 Achtergrond.....	10
1.2 Aanleiding onderzoek	11
1.3 Onderzoeksdoel	12
1.3.1 Intern onderzoeksdoel	12
1.3.2 Extern onderzoeksdoel	13
1.4 Afbakening	13
1.5 Onderzoeksvragen.....	14
1.6 Belang van het onderzoek	14
1.7 Aanpak	14
1.8 Case selectie.....	16
1.8.1 Case 1: Amsterdam Centraal	17
1.8.2 Case 2: Utrecht Centraal	17
1.8.3 Case 3: Nijmegen	18
1.8.4 Case 4: Breda	19
1.9 Invulling Use Cases	19
1.9.1 Interviews.....	19
1.9.2 Documentatie	21
1.10 Opbouw rapport	22
2 Theoretisch Framework.....	23
2.1 Wat zijn use cases?	23
2.1.1 Huidige toepassing	24
2.2 Ontwikkelmethode use cases	25
2.2.1 Lineaire ontwikkelmethode	25
2.2.2 Iteratieve ontwikkelmethode	25
2.2.3 Keuze ontwikkelmethode.....	26
2.3 Use case diagram	26
2.3.1 Use case relaties	27
2.3.2 Use case beschrijving	29
2.4 Conclusie	29
3 Ontwerpeisen Use Cases	30
3.1 Ontwerpregels.....	30
3.2 Ontwerpcriteria.....	30
3.2.1 ProRail	30
3.2.2 Software Kwaliteitsmodellen	31
3.2.3 Ontwerpcriteria vanuit de literatuur.....	34
3.3 Conclusie	36
3.3.1 Ontwerpcriteria.....	36
3.3.2 Ontwerpeisen	36

4	Ontwerp Use Cases	38
4.1	Use case diagram	38
4.2	Use case voorbeeld	40
4.2.1	Actoren.....	40
4.2.2	Documenten.....	41
4.2.3	Use case relaties	41
4.2.4	Use case beschrijving	43
4.3	Onderhoudseisen.....	44
4.4	Wijze van vastlegging	44
5	Testfase	45
5.1	Eindgebruikers	45
5.2	Iteratieve testfase.....	45
5.3	Verificatie eindproduct	46
5.4	Validatie eindproduct	48
5.4.1	Resultaat validatie	49
6	Conclusies en Discussie	51
6.1	Conclusies.....	51
6.2	Discussie.....	52
6.2.1	Theoretische implicaties	52
6.2.2	Praktische implicaties	52
6.2.3	Beperkingen.....	52
7	Aanbevelingen	54
7.1	Aanbevelingen	54
7.2	Aanbevelingen vervolgonderzoek.....	55
7.3	Overige uitkomsten	55
8	Referenties	56
9	Bijlagen	59
	Bijlage 1: Uitwerking Use Cases.....	60
	Bijlage 2: Toelichting actoren.....	73
	Bijlage 3: Onderbouwing onderhoudseisen	77
	Bijlage 4: Voorbeeld Extern Interview	80
	Bijlage 5: Validatieproces.....	85

1 Inleiding

Het eerste hoofdstuk van de inleiding van dit afstudeeronderzoek richt zich op het doel van het onderzoek en de bijbehorende onderzoeksvragen. Het beschrijven van de achtergrond (paragraaf 1.1) van het onderzoek heeft als doel een overzicht te geven van ProRail zodat de aanleiding (paragraaf 1.2) van het onderzoek duidelijk is. In paragraaf 1.3 worden de afgeleide onderzoeksdoelen opgesteld bestaande uit zowel interne als externe doelen. Hierna wordt er afgebakend (paragraaf 1.4) om het doel verder te specificeren. Vervolgens worden in paragraaf 1.5 het onderzoeksdoelen de afbakening vertaald naar een aantal onderzoeksvragen. Het belang van dit onderzoek voor ProRail wordt beschreven in paragraaf 1.6. Hierop volgt de aanpak van dit onderzoek (paragraaf 1.7) waar door middel van wetenschappelijk onderbouwde methoden een goede aanpak wordt opgebouwd. Er worden hierop volgend een aantal cases geselecteerd waarmee in een later stadium van dit onderzoek informatie wordt verzameld. Tot slot wordt de opbouw van het rapport toegelicht in paragraaf 1.9.

1.1 Achtergrond

In 1995 is de NS verplicht gesplitst onder druk van de Europese wetgeving. NS werd verantwoordelijk voor het vervoer en de voormalige NS afdelingen Railned, Railinfrabeheer en Railverkeersleiding namen aanleg, onderhoud en beheer van het spoor op zich. Sinds 2005 zijn deze voormalige afdelingen gefuseerd tot één bedrijf ProRail B.V.

ProRail is in Nederland de spoorinfrastructuurbeheerder. Samen met vervoerders zet ProRail zich in om reizigers en goederen veilig en op tijd op hun bestemming te laten komen. ProRail streeft ernaar om het spoor veiliger, betrouwbaarder, punctueler en duurzamer te maken. Ze verdelen de ruimte op het spoor, regelen alle treinverkeer, bouwen nieuwe stations, extra infra en plegen onderhoud aan alle spoor gerelateerde onderdelen. ProRail wordt als overheidsorgaan gesubsidieerd door de landelijke overheid en laat zijn vervoerders betalen per afgelegde kilometer voor het gebruik van rails, bovenleiding, perrons en treinparkeerplaatsen. Het gewicht van een trein speelt ook een rol. Zo is het tarief voor een zware goederentrein hoger dan het tarief voor een lichte reizigerstrein, omdat een zware goederentrein het spoor meer belast.

ProRail is opgedeeld in meerdere afdelingen namelijk: Vervoer en Dienstregeling, Projecten, Operatie, Financiën en Staf en Ondersteuning. Dit onderzoek wordt uitgevoerd voor de subafdeling Asset Management (AM) onderdeel van de afdeling Operatie. AM zorgt voor het beheer van het spoor en de optimale besteding van geld daarvoor en het laten uitvoeren van het dagelijks kleinschalig onderhoud en het oplossen van storingen. Om dit te realiseren werkt AM aan het afsluiten en aansturen van contracten met de onderhoudsaannemers die het dagelijkse onderhoud verrichten.

Onderhoud van het spoor is complex doordat er met veel stakeholders rekening moet worden gehouden. Het uitvoeren van het onderhoud terwijl het spoor beschikbaar moet zijn kan leiden tot dilemma's waar onderhoud op gespannen voet staat met beschikbaarheid van het spoor. In een aantal gevallen wordt dit geregeld door de overheid gestelde wetgeving. Om onderhoud succesvol in te kunnen plannen is het samenwerken met verschillende vervoerders belangrijk.

Gemiddeld investeert ProRail jaarlijks ongeveer 1 miljard Euro in het in standhouden van het bestaande spoor netwerk. Dit is onder te verdelen in onderhoud en vervangingsprojecten. Het onderhoud wordt uitbesteed aan vier gecertificeerde onderhoudsaannemers.

1.2 Aanleiding onderzoek

De afdeling Asset Management (AM) zorgt voor het beheer van het spoor (de “assets”) ,de optimale besteding van geld daarvoor, het laten uitvoeren van het dagelijks, kleinschalig onderhoud en het oplossen van storingen. Ook is AM verantwoordelijk voor het inbrengen van onderhoudseisen in het ontwerpproces. Momenteel doet men dit door middel van een klanteisen specificatie (CRS: Client Requirements Specification). Deze specificatie wordt aan het begin van een project aan de ontwerpers meegegeven en zij moeten voldoen aan de gestelde eisen.

Het inbrengen van de eisen vormt een belangrijk onderdeel van het systems engineering proces binnen ProRail. Systems Engineering is voor ProRail de standaard werkwijze bij projecten en hierbij moeten er eisen worden ingebracht welke mogelijk kunnen worden onderbouwd met de use cases. Deze eisen worden ingebracht in de eerste twee fasen van het systems engineering¹ proces namelijk: Behoeft Analyse (BA) en Concept Verkenning (CV). Bij de behoefte analyse wordt de initiële behoefte vastgesteld, de prioriteiten van de opdrachtgever (ProRail) maar ook ontstaat er een idee van de complexiteit, de grootste risico's en de haalbaarheid van het project. Daarna wordt in de concept verkenning de stakeholderbehoeften en -doelen verzameld, hier worden verschillende scenario's in kaart gebracht (ProRail, 2015).

Maar mede omdat de eisen niet SMART (Specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden) zijn opgesteld kan een ontwerper hier weinig mee. Dat deze eisen niet SMART formuleert zijn komt doordat de kennis hiervoor ontbreekt, het is niet duidelijk hoe het onderhoud op dit moment wordt uitgevoerd. Hoe het komt dat de kennis op dit moment ontbreekt wordt hieronder uitgebreid toegelicht.

ProRail besteedt al het kleinschalig onderhoud en reactief (storingen) onderhoud uit. Dit doet men door middel van openbare aanbestedingen. ProRail heeft gekozen om dit onderhoud uit te besteden omdat ze van mening was dat externe bedrijven het onderhoud efficiënter en goedkoper uit konden voeren, mede doordat zij zich sneller aan de veranderende omgeving aan kunnen passen. Ook worden de onderhoudsrisico's op deze manier bij de onderhoudsaannemers neergelegd. Er worden ook eisen gesteld aan de beschikbaarheid, indien het spoor niet lang genoeg beschikbaar is volgen er boetes. Dit is contractueel vastgelegd.

Contract Manager ProRail: “Door het uitbesteden van het onderhoud werd de feedback loop tussen de inspecteurs en het onderhoudsteam onderbroken. Hierdoor kwam alle informatie over de objecten op één plek terecht namelijk bij de aannemers, dit resulteerde in een tekort aan kennis binnen ProRail. Door dit tekort aan kennis welke benodigd is voor succesvol aanbesteden, is de concurrentie nog steeds niet optimaal.”

¹ Volgens de International Council on Systems Engineering (INCOSE) is de definitie van SE (vrij vertaald): Een interdisciplinaire benadering en de middelen daarbij, die zich richten op het realiseren van een succesvol systeem (het eindproduct wordt binnen de systems engineering vaak benoemd als systeem). SE focust op het definiëren van de klantbehoeften en de gevraagde functionaliteit vroeg in de ontwikkeling, het vastleggen van de eisen, de ontwerpsynthese en systeemvalidatie bij het beschouwen van het complete vraagstuk. Te denken valt aan: bediening en besturing, training en ondersteuning, kosten en planning, prestatie, realisatie, testen en verwijderen. SE beschouwt zowel de bedrijfsdoelen als de technische behoeften van alle stakeholders. Dit met het doel een kwaliteitsproduct te realiseren dat voldoet aan de gebruikersbehoefte (International Council on Systems Engineering, 2016).

Bouwmanager ProRail: "Inspecteurs moeten meer betrokken worden bij het opstellen van onderhoudsplanning, dus welke onderdelen dienen er onderhouden te worden." Vanuit deze opmerking kan geconcludeerd worden dat de interne kennis niet optimaal benut wordt.

Maar het uitbesteden van dit onderhoud heeft ook zijn keerzijde, want door het uitbesteden gaat de specialistische kennis langzaam verloren. Deze kennis verschuift langzaam van ProRail in de richting van de onderhoudsaannemers. De onderhoudsaannemers weten precies wat er benodigd is om effectief onderhoud te plegen en ook welke kosten dit met zich mee brengt. Dat dit een nijpend probleem is wordt intern onderschreven zoals te zien is in bovenstaande citaten.

Beide managers zien dat de kennis van het onderhoud gefragmenteerd is zowel binnen ProRail als bij de aannemers. Na jaren van uitbesteden en het onvoldoende vastleggen van het onderhoud verloor ProRail te veel kennis om haar werk effectief te kunnen uitvoeren. Het uitbesteden van het onderhoud is niet het enige argument waarom deze kennis verloren ging, dit komt ook doordat er steeds meer vak deskundige collega's met pensioen gaan. De door hun in jaren vergaarde kennis zal niet op deze wijze verloren mogen gaan. En kennis is juist nodig om een goed ontwerp te kunnen maken, de kennis moet verzameld worden en tot onderhoudseisen samengevoegd worden.

Probleemstelling: *Het centrale probleem dat de aanleiding vormt voor dit onderzoek is het ontbreken van de onderbouwing van de onderhoudseisen. Deze kennis inzake de onderbouwing van onderhoudseisen is gefragmenteerd zowel binnen ProRail als bij de onderhoudsaannemers en de ingenieursbureaus. Daarom dient deze kennis in kaart te worden gebracht, gebundeld en toegankelijk gemaakt zodat gefundeerde besluiten in het ontwerpproces kunnen worden genomen.*

ProRail probeert hier op dit moment al wat aan te doen door de implementatie van een Asset Management systeem (SAM). Hierbij verplichten ze de aannemers om dit systeem te vullen met areaal gegevens. Het doel is dat dit ProRail een goed idee geeft van de huidige status van het spoor netwerk, dit is één van de belangrijkste factoren om als ProRail zijnde besluiten te kunnen nemen over gepland onderhoud (ProRail, 2015). Door middel van SAM kan ProRail de onderhoudsactiviteiten goed monitoren, maar op welke wijze de onderhoudsaannemers het onderhoud uitvoeren is onbekend. Dit terwijl men in de literatuur over onderhoudsmanagement concludeert dat de onderhoudseisen zo vroeg mogelijk moeten worden meegenomen in het ontwerpproces (Olanrewaju, 2013).

1.3 Onderzoeksdoel

In dit hoofdstuk wordt het onderzoeksdoel beschreven. Voor ProRail is er zowel een externe als interne doel en daarom is hier ook een splitsing in gemaakt, deze doelen zijn in de volgende paragrafen uitgewerkt. Deze doelen bevatten een aantal afbakeningen welke onderaan deze pagina zijn beschreven.

1.3.1 Intern onderzoeksdoel

ProRail wil de onderhoudseisen zo vroeg mogelijk in het ontwerpproces meenemen. Er zijn op dit moment wel onderhoudseisen maar deze zijn soms niet voldoende onderbouwd en niet compleet. ProRail wil weten waar bepaalde onderhoudseisen uit voort komen en wat dus de onderbouwing van deze eisen is. Deze eisen moeten dus aangevuld worden met onderliggende argumentatie en daarbij moeten eventueel ontbrekende eisen worden toegevoegd. Voor dit onderzoek worden de onderhoudseisen voor het herstellen van een

storing in kaart gebracht (dit wordt in de paragraaf 1.4 nader toegelicht). Deze kennis is gefragmenteerd over meerdere personen binnen ProRail maar ook bij de aannemers en de ingenieursbureaus.

Intern onderzoeksdoel: Het interne onderzoeksdoel is om de argumentatie van onderhoudseisen in kaart te brengen door vast te leggen hoe het onderhoud daadwerkelijk wordt uitgevoerd. Hiermee kunnen de keuzes met betrekking tot onderhoud beter onderbouwd worden. Op dit moment zijn deze eisen afdoende of onvoldoende onderbouwd en kan AM niet aantonen waarom deze gesteld worden. Use cases kunnen hier mogelijk een meerwaarde bieden voor ProRail en er zal onderzocht moeten worden of dit zo is.

1.3.2 Extern onderzoeksdoel

ProRail stelt zichzelf een aantal doelen, zo probeert men door middel van prestatiecontracten de onderhoudskosten te verminderen en ook door de prestaties te belonen de beschikbaarheid te verhogen. Het identificeren van de onderhoudseisen zal naar ProRails verwachting een positieve invloed hebben op de onderhoudskosten en mogelijk ook de prestaties doordat door het onderbouwen van deze eisen het ontwerp geoptimaliseerd kan worden waardoor bij een mogelijke storing de hersteltijd wordt verminderd of dat er meer uitwijkmogelijkheden voor treinen zijn.

Extern onderzoeksdoel: Het externe onderzoeksdoel van ProRail is om door middel van het beoogde eindproduct uiteindelijk de onderhoudskosten te verminderen en de beschikbaarheid van het spoor te verhogen.

1.4 Afbakening

Voor dit onderzoek wordt er op twee manieren afgebakend, eerst wordt het beoogde eindproduct vastgelegd. Vervolgens wordt er een keuze gemaakt voor welk scenario de onderhoudseisen achterhaald zullen worden.

- Beoogd eindproduct -

Er is van tevoren vastgelegd wat het eindproduct van dit onderzoek zal zijn. Als eindproduct van dit onderzoek zullen use cases worden opgesteld waaruit onderhoudseisen te identificeren zijn. Aan de hand van deze use cases kan worden bepaald in welke mate de use cases een meerwaarde bieden voor het in kaart brengen van de onderhoudseisen. De opzet voor de use cases dienen voor zowel de inhoud als het proces generiek te worden opgesteld zodat de use cases methodiek, structuur en proces later ook toepasbaar zijn voor andere onderhoudssituaties. De use cases worden momenteel voornamelijk in de ICT toegepast maar zijn in deze context nog niet eerder toegepast dus er zal getest worden of ze geschikt zijn voor deze toepassing.

- Keuze scenario -

Omdat er vele onderhoudseisen te achterhalen zijn is het nodig om het onderzoek af te bakenen. Door het afbakenen kan er specifiekere worden gezocht naar de onderhoudseisen en dit resulteert in een concreter eindresultaat. De keuze is gevallen op *het herstellen van een storing* omdat hier binnen de afdeling AM de meeste vraag naar is. Dit wordt veroorzaakt doordat bij storingen de toegankelijkheid en de bereikbaarheid het lastigst is voor de procescontractaannemer (het beheer en onderhoud is gedurende een bepaalde tijd door ProRail uitbesteed aan een procescontractaannemer). Hier valt voor ProRail de meeste winst te behalen. Want als het herstellen van een storing sneller verloopt, zal de beschikbaarheid van het spoor worden verhoogd. Ook leidt het verbeteren van de bereikbaarheid ertoe dat bij onderhoud de bereikbaarheid ook verbeterd is.

1.5 Onderzoeksvragen

Middels de in de vorige hoofdstukken opgestelde onderzoeksdoelen kan er een onderzoeksvraag gepresenteerd worden. Deze bestaat uit een centrale vraag en om deze te kunnen beantwoorden dienen eerst de deelvragen te worden beantwoord.

Centrale vraag:

In hoeverre bieden use cases voor ProRail meerwaarde bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van een storing?

Deelvragen:

Deelvraag 1: Wat is een use case en hoe worden ze toegepast?

Deelvraag 2: Aan welke criteria moet een use case voldoen om een meerwaarde te bieden?

Deelvraag 3: In hoeverre bieden de opgestelde use cases een meerwaarde voor ProRail?

1.6 Belang van het onderzoek

In deze paragraaf zal het belang van het onderzoek worden toegelicht. Waarom is dit onderzoek belangrijk voor ProRail en ook externe partijen?

- Belang ProRail -

Voor de afdeling Asset Management is dit onderzoek van belang, voornamelijk doordat de kennis over de wijze van onderhouden langzaam wegvloeit, wordt het steeds ingewikkelder om goede ontwerpen te maken voor nieuwe of functiewijzigingsprojecten. Dit wordt mede veroorzaakt door het uitbesteden van het onderhoud zoals eerder beschreven in de inleiding maar ook doordat langzamerhand meer vakdeskundige collega's met pensioen gaan. En dat terwijl besluiten vaak op de ervaring van vakdeskundigen gebaseerd worden, daarom is het noodzakelijk om deze informatie op een één of andere manier op te slaan.

- Belang externe partijen -

Voor externe partijen lijkt het uitvoeren van dit onderzoek niet direct noodzakelijk, mede doordat zij dit tekort aan kennis niet ondervinden. Wel is het voor aannemers van belang dat de oplosduur van storingen en dus de bereikbaarheid wordt verbeterd. De invloed van storingen op het treinverkeer kan erg groot zijn en veel partijen / mensen ondervinden hinder. Daarom is ook voor de externe partijen dit onderzoek van belang zodat het spoor ook in toekomst optimaal gebruikt kan worden.

Voor onderhoudsaannemers is dit onderzoek ook zeker van belang omdat zij door "goede" ontwerpen het onderhoud sneller en veiliger kunnen uitvoeren.

- Academische relevantie -

Er is genoeg literatuur beschikbaar over use cases en de toepassing hiervan. In de literatuur wordt beschreven op welke wijze een use case succesvol kan worden toegepast (Jacobson, Spence, & Bittner, 2012). De directe meerwaarde van use cases voor de onderbouwing van onderhoudseisen door het in kaart brengen van het onderhoud van railinfra is niet nader onderzocht. Dit wordt in dit onderzoek onderzocht en is ook het onderzoeksdoel vanuit ProRail.

1.7 Aanpak

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is er een stappenplan nodig. Eerst worden de te nemen stappen bij het uitvoeren van een case studie beschreven met de daartoe behorende toepassing daarvan. Vervolgens wordt de koppeling van dit stappenplan met de

ontwikkeling van de use cases toegelicht. Ook wordt de wijze van data collectie en analyse uitgebreid beschreven.

Tabel 1-1: Processtappen van de case studie, vrij vertaald naar het Nederlands. En de toepassing van de activiteiten is toegelicht in de kolom toepassing (Eisenhardt, 1989).

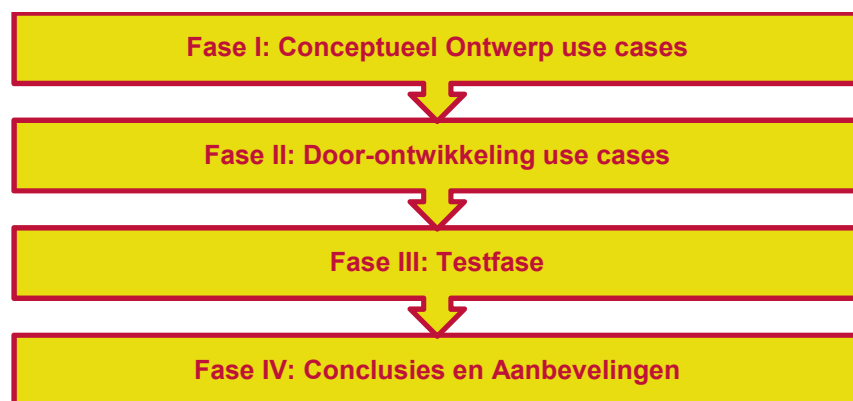
Stap		Activiteit	Toepassing
I	Vraagstelling	Definieer de vraagstelling	In de inleiding van dit rapport is een centrale vraag met bijbehorende deelvragen opgesteld.
II	Selecteren cases	Gebruik niet alleen theorie of hypothesen Specificeer de populatie Gebruik een theoretische (niet willekeurige) steekproef	Op basis van de gestelde activiteiten is er een aantal cases geselecteerd welke gebruikt worden bij de interviews om de use case in te vullen.
III	Gebruik instrumenten en protocollen	Gebruik meerdere data collectie methodes. Gebruik zowel kwalitatieve als kwantitatieve data.	Voor dit onderzoek worden er meerdere data collectie methodes gebruikt namelijk: Interviews, Interne documentatie, literatuur onderzoek en enquêtes. Dit wordt toegelicht in de hierop volgende paragraaf.
IV	Start onderzoek	Overlap data collectie en analyse. Hanteer flexibele & opportunistische data collectie methode	De toegepaste methodiek zorgt ervoor dat de data tijdens het data collectie proces al geanalyseerd wordt.
V	Analyseer data	Diepgaande verkenning van de case Onderzoek patronen door de resultaten van meerdere kanten te benaderen	In de testfase van de use case zal één use case compleet worden uitgewerkt en getest.
			Doordat meerdere cases gebruikt worden kunnen de resultaten met elkaar vergeleken worden en is het mogelijk overeenkomsten / verschillen te ontdekken.
VI	Formuleer hypothesen	Iteratieve tabel construeren Zoek de onderbouwing voor eisen	Alle eisen worden in eerste instantie verwerkt in Microsoft Excel, en hieruit worden de use cases opgesteld in Microsoft Visio.
VII	Vergelijk literatuur	Vergelijk je resultaten met conflicterende literatuur Vergelijk je resultaten naast vergelijkbare literatuur	In dit geval worden de vergaarde onderhouds-eisen naast de al gestelde onderhoudseisen gelegd en kunnen deze eisen vergeleken worden.
VIII	Afronden onderzoek	Check of de verzamelde data voldoende onderbouwd is.	Uiteindelijk zal gecontroleerd worden of de toepassing van use cases van toegevoegde waarde is.

Verschuren en Doorewaard (2005) maken onderscheid in vijf verschillende onderzoeksstrategieën namelijk: survey onderzoek, experiment, bureauonderzoek, case study en de gefundeerde theoriebenadering. De voor dit onderzoek geschikte onderzoeksstrategie is case study omdat hierbij de onderzoeker inzicht probeert te verkrijgen in objecten en processen. En dit is wat ProRail met dit onderzoek wilt bereiken. Tevens wordt er bij een case study met een klein aantal cases informatie verzameld. De diepgang zal bereikt worden door gebruik te maken van face-to-face interviews (Verschuren & Doorewaard, 2005).

Om het proces te waarborgen wordt er van de processtappen welke speciaal is ontwikkeld voor deze onderzoeksmethode door Eisenhardt (1989) (zie tabel 2-1).

Door middel van de verschillende cases studies zal er informatie worden verzameld en de use cases worden ingevuld. Op welke wijze de use case zal worden opgesteld en wat de ontwerpkaders zijn zal uitgebreid worden onderbouwd in hoofdstuk drie. Door de modelvorming tegelijk met de case studies te laten plaats vinden zullen de data verzameling, analyse en de modelvorming elkaar ondersteunen. Dit wordt ondersteund door Eisenhardt die meldt dat de overlap tussen data verzameling en analyse belangrijk is.

In figuur 2-1 is de fasering van het opstellen van de use cases visueel gemaakt. Het onderzoek start met een conceptueel ontwerp van de use case (Fase I). Het conceptueel ontwerp van de use cases wordt in deze rapportage uitgewerkt. Dit zal gebeuren in hoofdstuk 2. Vervolgens wordt door middel van onder andere interviews invulling gegeven aan deze use case (Fase II). Uiteindelijk leidt deze ontwikkeling tot een eindproduct en kan begonnen worden met de testfase waarbij het model intern getest wordt met de eindgebruikers. Dit alles zal resulteren in een aantal conclusies en aanbevelingen en een proof-of-concept van de use case.



Figuur 1-1: Fasering opstellen use cases. Gebaseerd op de literatuur basisprincipes van Jacobson, Spence, & Bittner (2012) en de processtappen van Eisenhardt.

1.8 Case selectie

In dit hoofdstuk worden cases geselecteerd welke gebruikt worden voor het verzamelen van data. De geselecteerde cases moeten samen een representatief beeld geven van de rest van het areaal. Voor dit onderzoek is het willekeurig selecteren van cases niet aan te raden omdat er sprake is van een relatief kleine populatie, vooral omdat er relatief weinig grote stations zijn te vinden. Wanneer er voor weinig cases wordt gekozen genereert elke case normaal gesproken meer informatie (Curtis, Gesler, Smith, & Washburn, 2000). Curtis, Gesler, Smith & Washburn (2000) beschrijven ook dat de case selectie gebaseerd moet zijn op welke informatie men wilt verzamelen.

Om aan bovenstaande adviezen te voldoen is ervoor gekozen om een aantal eisen op te stellen waar de cases aan moeten voldoen.

- Emplacement moet groter zijn dan 10 wissels. Dit zodat de complexiteit van de case hoog genoeg is en er voldoende informatie verzameld kan worden.
- Cases moeten in verschillende regio's zijn. Intern is ProRail verdeeld in een aantal regio's (Randstad-Zuid, Randstad-Noord, Noordoost, Zuid en Centraal). Door de cases hierover te verdelen kunnen specialisten uit de regio wat zeggen over de gekozen case.

- Cases moeten door verschillende onderhoudsaannemers (vier) onderhouden worden. Door alle vier de onderhoudsaannemers te interviewen kan een compleet beeld worden verkregen en kunnen de onderhoudseisen beter onderbouwd worden.

De hieronder gekozen cases zijn intern gekozen, het kan zijn dat aan de hand van interviews een geschiktere case naar voren komt en hierop zal dan worden geanticipeerd.

1.8.1 Case 1: Amsterdam Centraal

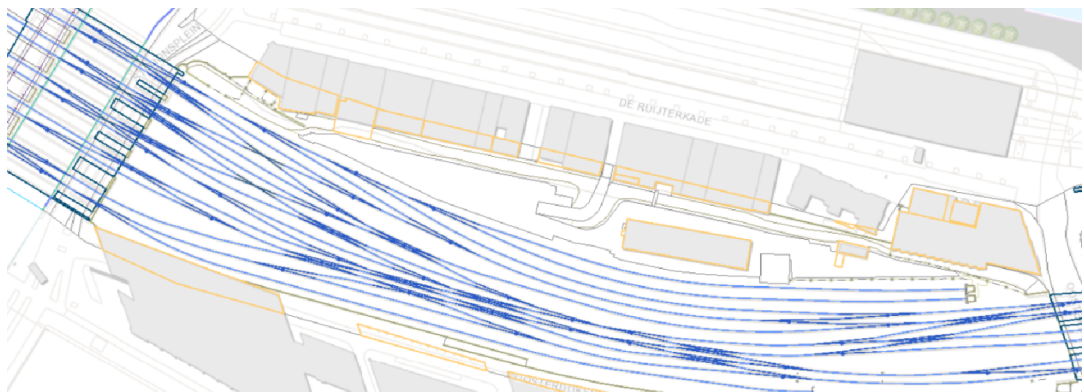
Algemene gegevens

Onderhoudsaannemer: Strukton Rail

Aantal perronsporen: 11

Aantal reizigers: ± 250.000 per dag

Station Amsterdam Centraal ondergaat op dit moment een metamorfose. De komende jaren stijgt het aantal reizigers naar verwachting van 250.000 naar 300.000 per dag. Om die rede wordt het station verbouwd. In figuur 4-1 is het emplacement aan de oostzijde te zien.



Figuur 1-2: Emplacement oostzijde Amsterdam. De donker blauwe lijnen zijn wissels (ProRail, 2015).

1.8.2 Case 2: Utrecht Centraal

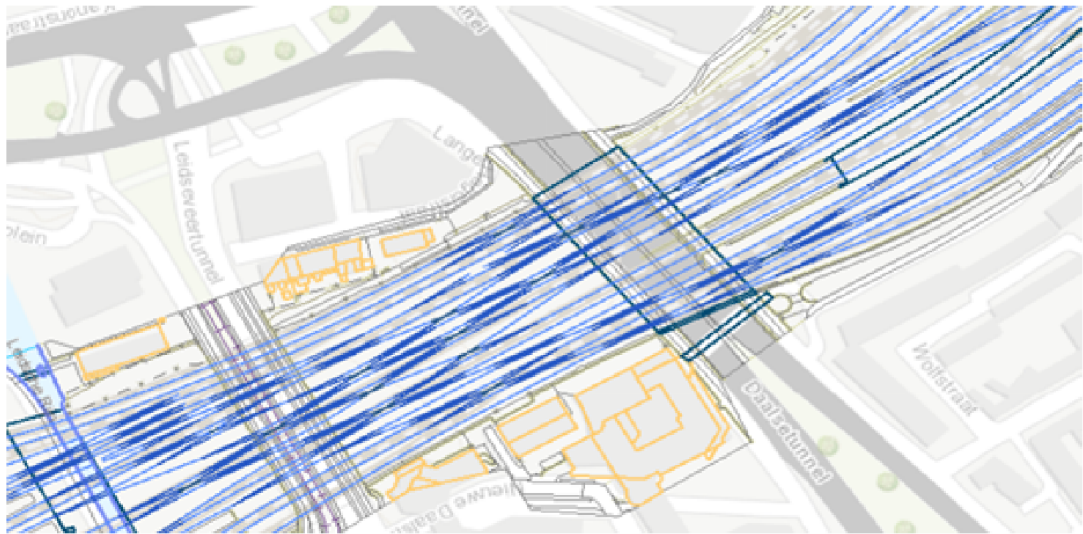
Algemene gegevens:

Onderhoudsaannemer: Volker Rail

Aantal perronsporen: 16

Aantal reizigers: ± 285.000 per dag

Utrecht is het spoorknooppunt van Nederland, op dit moment maken maar liefst 285.000 mensen dagelijks gebruik van Utrecht Centraal. Utrecht Centraal wordt nu uitgebreid zodat er over 10 jaar naar verwachting 360.000 mensen gebruik kunnen maken van dit station. Daarom zijn er nu veel werkzaamheden en worden veel sporen vernieuwd, mede om het aantal storingen te verminderen.



Figuur 1-3: Emplacement noordzijde Utrecht wissels (is 90 graden gedraaid). De donker blauwe lijnen zijn wissels (ProRail, 2015).

1.8.3 Case 3: Nijmegen

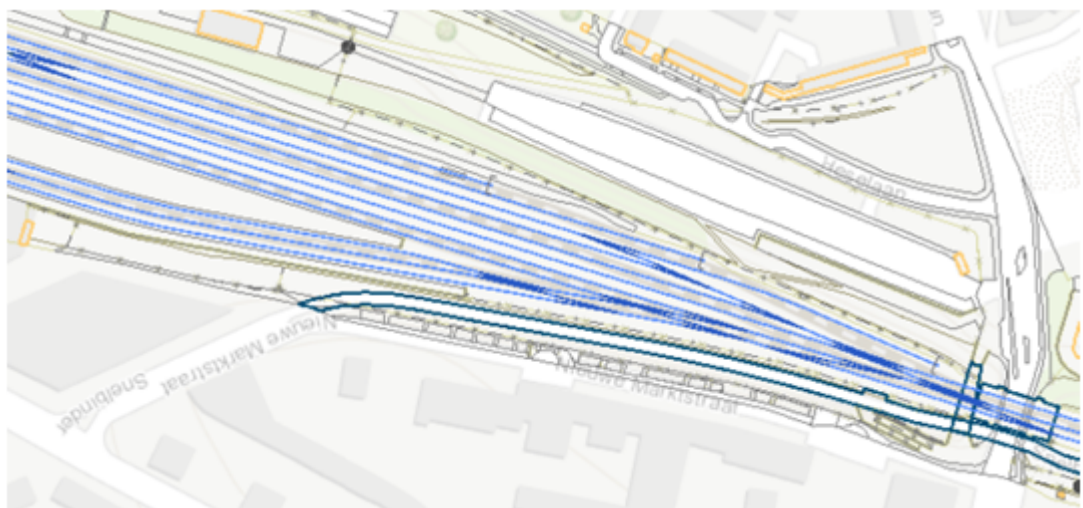
Algemene gegevens:

Onderhoudsaannemer: ASSET Rail

Aantal perronsporen: 4

Aantal reizigers: ± 40.000 per dag

Dit is het belangrijkste spoorwegstation van Nijmegen. Per dag maken gemiddeld 40.000 mensen gebruik van dit station. Er zijn plannen om dit station uit te breiden maar concreet zijn deze plannen nog niet.

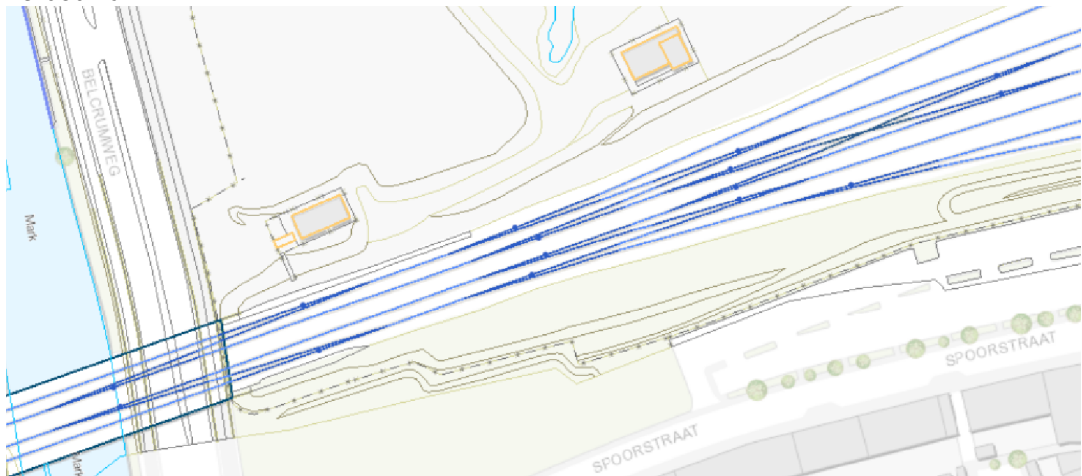


Figuur 1-4: Emplacement noordzijde Nijmegen (is 90 graden gedraaid) De donker blauwe lijnen zijn wissels (ProRail, 2015).

1.8.4 Case 4: Breda

Algemene gegevens:
Onderhoudsaannemer: BAM Rail
Aantal reizigerssporen: 6
Aantal reizigers: ±30.000 per dag

Het aantal reizigers op station Breda groeit de laatste jaren hard. Naar verwachting verdubbelt het aantal reizigers naar ongeveer 57.000 in 2020. Daarom wordt dit station momenteel verbouwd.



Figuur 1-5: Emplacement westzijde Breda. De donker blauwe lijnen zijn wissels (ProRail, 2015).

1.9 Invulling Use Cases

De use cases zijn zoals al eerder beschreven ingevuld door middel van interviews alsmede interne documentatie waarin de procedures zijn vastgelegd. Door gebruik te maken van beide informatiebronnen zal de kwaliteit en de correctheid van het product ten goede komen.

1.9.1 Interviews

Er zijn voor dit onderzoek interviews uitgevoerd, dit om invulling te geven aan de use cases en erachter te komen welke randvoorwaarden er gesteld worden bij diverse storings- en onderhoudswerkzaamheden. De interviews zijn onderverdeeld in de interne en externe interviews waarbij alleen de voor dit onderzoek belangrijke interviews zijn toegelicht. Bij andere interviews in natuurlijk ook nuttige informatie naar voren gekomen maar niet dusdanig dat dit een vermelding vereist.

- Interne interviews -

Intern zijn er met mensen van verschillende afdelingen interviews uitgevoerd, zo zijn er onder andere met collega's met de volgende functienamen interviews uitgevoerd:

Bouwmanager:

De bouwmanagers zijn vanuit ProRail betrokken bij de projecten en begeleiden de uitvoering hiervan. Met de bouwmanagers zijn alvast gesprekken gevoerd over de invulling van de use cases.

ProRail

Vakspecialist Seinwezen:

Weet veel over het onderhoud van de objecten welke binnen hun eigen scope (elektrotechnische installaties) vallen. Er is gesproken over de wijze van onderhoud en welke bereikbaarheid hier dus bij vereist is.

Meldkamer Spoor:

Bij de meldkamer komen alle storingen binnen en om de procedures goed in kaart te brengen is een gesprek noodzakelijk om zo de wederzijdse belangen te achterhalen.

Infrabeschikbaarheid Buitendienststellingen:

Deze afdeling verwerkt de buitendienststelling, hieronder vallen onder andere de aanvragen voor het onderhoudsrooster en de treinpaden voor beheer.

Systeemspecialist Elektriciteitsvoorziening (EV):

EV is verantwoordelijk voor het beheer en ontwikkeling van functies en systemen zodat ProRail beschikt over bedrijfszekere en veilige elektrische installaties.

Capaciteitsverdeling (CV):

De afdeling CV onderzoekt de toekomstige ontwikkeling van het vervoer en het verkeer en ontwikkelt op basis daarvan treinpaden. Deze treinpaden kunnen dan worden aangevraagd door vervoerders. In overleg met de verschillende vervoerders worden deze treinpaden ingepland.

Systeemmanager (OVS)

Met de systeemmanager zijn de huidige ontwikkelingen binnen de ontwerpvoorschriften besproken om te zorgen dat de onderbouwing van de eisen geen overlap vormt met de ontwerpvoorschriften.

Afdeling Werkplekbeveiliging:

Weten veel van het proces voor storingen en hebben ook een achtergrond waarbij ze begrijpen welke documentatie hiervoor benodigd is. Zij stellen bijvoorbeeld WBI's (werkplekbeveiligingsinstructie) op en controleren ze ook van de aannemers.

Externe interviews

Voor dit onderzoek zijn zeven externe interviews uitgevoerd, deze zijn opgedeeld in oriënterend en verdiepend omdat zo in de beginfase mijn kennis over use cases te vergroten en het huidige gebruik in kaart te brengen zijn er een aantal oriënterende interviews uitgevoerd. De verdiepende externe interviews zijn gebruikt om onderhoudseisen te achterhalen en hiermee dus de use cases verder te kunnen invullen.

- Oriënterend

Er zijn voor dit onderzoek twee oriënterende interviews gedaan, deze interviews gingen voornamelijk over de werking en toepassing van use cases. Hierbij werd er door de geïnterviewde toegelicht op welke wijze ze op dit moment use cases toepassen en hoe deze werken. De twee oriënterende interviews zijn uitgevoerd met Use Case specialisten van Croon Elektrotechniek en Royal HaskoningDHV (Croon Elektrotechniek, 2015 & Royal HaskoningDHV, 2015).

- Verdiepend

Bij de vijf externe interviews is er gebruik gemaakt van de eerder geselecteerde cases, deze cases zijn gebruikt bij de interviews om zo de verschillen tussen de emplacementen goed weer te kunnen geven en hier ook specifieke vragen over te kunnen stellen. Door het

focussen op een specifieke locatie krijg je locatie-specifieke eisen welke afgeleid kunnen worden tot algemene eisen indien deze geheel of gedeeltelijk overeenkomen met andere cases. Of dat bepaalde cases veel beter bereikbaar zijn waardoor er geconcludeerd kan worden dat de toegankelijkheid en bereikbaarheid van de andere cases moet worden aangepast.

Aan de hand van deze eisen kunnen de use cases worden opgesteld en onderbouwd. Hierbij moet voornamelijk gedacht worden aan de toegangsmogelijkheden zoals toegangsdeuren en toegangswegen. De externe interviews worden met mensen van de volgende partijen met bijbehorende case uitgevoerd:

- Strukton Rail (Amsterdam Centraal inclusief emplacement)
- VolkerRail (Utrecht Centraal inclusief emplacement)
- ASSET Rail (Station Arnhem Centraal & Nijmegen inclusief emplacementen): Er zijn twee interviews uitgevoerd doordat er in het eerste interview een aantal vragen open bleven staan met betrekking tot bereikbaarheid en toegankelijkheid bij storings.
- BAM Rail (Breda)

1.9.2 Documentatie

In meerdere interviews is er verwezen naar diverse rapportages. Dit zijn de rapportages waarvan duidelijk is dat ze een directe link hebben met de use cases. De voor het opstellen van de use cases gebruikte documentatie wordt hieronder kort toegelicht.

- *Voorschrift Veilig Werken (VWW):*
In dit document zijn specifieke voorschriften opgesteld voor opdrachtgevers, opdrachtnemers en werknemers welke ervoor zorgen dat iedereen veilig kan werken.
- *Handboek Storingsmanagement:*
Het doel van dit handboek is het inzichtelijk maken van het storingsmanagementproces en het beschrijven van de werkwijzen voor de verschillende partijen.
- *Ontwerpvoorschriften:*
Dienen als leidraad bij het ontwerpen van het spoor. Zijn gebruikt om te voorkomen dat er een overlap tussen de onderhoudseisen en het ontwerpvoorschrift ontstaat. Er worden maar een beperkt aantal ontwerpvoorschriften gebruikt, dit zijn de voorschriften met betrekking tot de toegang (bijvoorbeeld toegangsdeuren en railinzetplaatsen).
- *Werkplekonttrekkingstekening (WOT) / Lokale Risico Inventarisatie (LRI):*
Werkplekonttrekkingstekening (WOT): Op deze tekening staat vermeld op welke locatie de monteur zijn auto moet parkeren en hoe hij het de objecten moet benaderen. Dit is een uitbreiding op de StoringsWBI en geldt dus voor een specifieke StoringsWBI.
- *Lokale Risico Inventarisatie (LRI):*
Op de LRI tekeningen zijn (loop-)paden en de zichtlijnen op de spoorbaan weergegeven. Ze geven inzicht waar er veilig gelopen, gewerkt en het spoor kan worden overgestoken.

1.10 Opbouw rapport

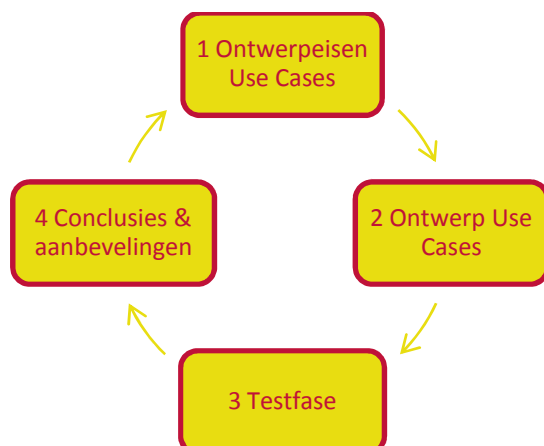
In deze paragraaf wordt de opbouw van het vervolg van dit rapport gegeven. In het hierop volgende hoofdstuk zal een theoretisch framework (H2) voor het gewenst ontwerp opgesteld, dit wordt gedaan op basis van wetenschappelijke literatuur. In hoofdstuk worden de zogeheten use cases onderzocht zo wordt de huidige toepassing uitgelegd worden en ook het voor deze toepassing geschikte ontwerp zal gepresenteerd worden.

Hierop volgt een hoofdstuk (H3) waarin de ontwerpeisen voor de use case worden toegelicht, deze eisen zijn gebaseerd op de door ProRail aangeleverde eisen, de eisen vanuit de wetenschappelijke literatuur en ook de vanuit de ISO25010 opgevoerde eisen. Deze eisen worden gecombineerd waarbij alleen de voor dit project relevante eisen worden geïncludeerd. In hoofdstuk 4 wordt vervolgens de use case toegelicht waarbij begonnen wordt met het toelichten van de betrokken actoren waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen interne en externe actoren. Daarop wordt de wijze van invulling van de use cases toegelicht. Waarna de uitgewerkte use cases kort worden toegelicht.

De hoofdvraag wordt beantwoord in hoofdstuk 5 waarin de use cases geëvalueerd worden door middel van een testfase. Deze evaluatie is opgedeeld in een testfase waarin de werking en invulling van de use cases worden getest en een validatie waarin de eindgebruikers worden gevraagd in hoeverre de use cases meerwaarde bieden.

Uiteindelijk zal dit leiden tot een aantal conclusies en aanbevelingen, welke wordt opgesplitst in de eigenlijke onderzoeksresultaten en in aanbevelingen voor ProRail of een eventueel vervolgonderzoek.

Hieronder is een overzicht te zien van de opbouw van dit rapport welke iteratief is vormgegeven omdat met de uiteindelijke conclusies de eisen voor het vervolg naar alle waarschijnlijkheid aangepast moeten worden.



Figuur 1-6: Een overzicht van de opbouw van dit rapport.

2 Theoretisch framework

In dit hoofdstuk wordt er allereerst een literatuuronderzoek gedaan naar use cases, en vervolgens zal er door middel van de vergaarde informatie de opbouw van de use case, de ontwikkelmethode, het ontwerp van de use case en de wijze van testen worden toegelicht. Er wordt uiteindelijk onderzocht of deze use cases voor ProRail geschikt zijn om onderhoudseisen en de onderbouwing hiervan in kaart te brengen.

Deelvraag 1:

Wat is een use case en hoe worden ze toegepast?

2.1 Wat zijn use cases?

Use cases zijn in 1986 geïntroduceerd door Ivar Jacobson met als doel het beschrijven van functionele eisen binnen de telecommunicatie. Vanaf de introductie worden use cases breeduit toegepast voor het opstellen van de eisen bij software ontwikkeling (Ochodek, Alchimowicz, Jurkiewicz, & Nawrocki, 2011). Een use case representeert alle mogelijkheden waarop een specifiek systeem kan worden gebruikt om een bepaald doel te behalen. Deze mogelijkheden zijn functioneel gespecificeerd, dit houdt in dat ze worden genoteerd in combinatie met een werkwoord zoals bijvoorbeeld “Herstellen storing”. Door Jacobson, Spence & Bittner(2012) worden de eigenschappen van een use case beschreven:

- Een reeks van acties die een systeem uitvoert en een waardevol resultaat opleveren voor de eindgebruiker.
- Het gedrag van het systeem levert in samenwerking met de eindgebruiker iets waardevols op.
- De context voor een set samenhangende eisen.

Deze eigenschappen worden ook door Teehan & Keating (2015) beschreven. Zo stellen zij dat use cases een expressie van het complete systeem zijn en de interacties van de actoren met dit systeem. Use cases zijn dus nuttig voor het in kaart brengen van de klanteisen maar use cases op zich zelf garanderen geen kwaliteit van het eindproduct. Het is alleen een tool om de eisen in kaart te brengen en hierdoor de klant tevreden te kunnen stellen (Teehan & Keating, 2010). In het handboek van Jacobson, Spence & Bittner(2012) beschrijft men de use case 2.0 met als definitie: “een schaalbare, agile werkwijze die use cases gebruikt voor het vastleggen van een set requirements (systeemeisen) en het aansturen van de incrementele ontwikkeling van het systeem dat hierin moet voorzien”.

Vanuit dit handboek worden een aantal basisprincipes beschreven welke gevolgd moeten worden om use cases succesvol toe te passen(Jacobson, Spence, & Bittner, 2012).

1. Houd het simpel – uitgebreide verhalen moeten op een simpele en begrijpelijke manier worden geïdentificeerd en vastgelegd.
2. Wat is het doel? – het uiteindelijk doel moet je duidelijk voor ogen hebben zodat het systeem begrepen wordt en de requirements op de juiste wijze geïdentificeerd worden.
3. Toegevoegde waarde – wat is precies de toegevoegde waarde van de use case voor de eindgebruikers.
4. Onderverdeel de use case in slices (sub use cases) – elk systeem heeft veel verschillende requirements. Om het overzicht te bewaren en het behapbaar te houden wordt het onderverdelen in slices geadviseerd.
5. Testfase –gebruik testfasen om de use case te optimaliseren.

2.1.1 Huidige toepassing

Volgens de literatuur worden use cases vaak toegepast binnen de ICT-branche. De use cases worden gebruikt om de klanteisen goed in kaart te brengen zodat het uiteindelijke product al dicht tegen het gewenste product aan zit. Dit, zodat er weinig aanpassingen doorgevoerd hoeven te worden op het eind. Dus voornamelijk voor het ontwikkelen van software zijn use cases zeer interessant (Jurkiewicz & Nawrocki, 2015). Dit wordt ondersteund door Kantorowitz & Lyakas (2005) want zij passen de use cases daadwerkelijk toe bij het ontwikkelen van software. Daarnaast baseren Archimovicz et al hun onderzoek op 16 verschillende software projecten waarbij in totaliteit 524 use cases zijn geanalyseerd. Zij beoordeelden de opbouw van de use cases (Alchimovicz, Jurkiewicz, Ochodek, & Nawrocki, 2010).

Het belangrijkste voorargument om use cases toe te passen bij software ontwikkeling is dat de use cases het complete eisenpakket in kaart brengen en ontwikkelaars daardoor precies weten wat er van hen verwacht wordt. De software producenten moeten werken met een incomplete eisen specificatie en ook de verwachte inspanning is onduidelijk (Kirmani & Wahid, 2015).

Dat use cases niet alleen gebruikt kunnen worden voor het in kaart brengen van de klanteisen wordt beschreven door Ratcliffe & Budgen (2005) want zij tonen aan dat use cases ook gebruikt kunnen worden tijdens het ontwerpproces.

Aan de toepassing van use cases in het proces van het verzamelen van de klanteisen voegen Penna, Intrigila, Laurenzi & Orefice (2005) een aantal andere onderdelen toe wat het hele proces van de software ontwikkeling weergeeft, de use cases spelen ook in dit model een belangrijke rol. Dit model bestaat uit de volgende fases namelijk: Business Modelleren, Eisen. Analyse & Ontwerp, Implementatie en Testfase. Hierbij worden de use cases toegepast in de fase waar de eisen worden opgesteld (Penna, Intrigila, Laurenzi, & Orefice, 2006).

Een afgeleide van de use case methode is de use case points methode, bij deze methode worden use cases gebruikt om in te schatten welke inspanning benodigd is om software te ontwikkelen. Deze methode is gebaseerd op de data van 14 verschillende software projecten met als doel potentiële wegen te identificeren welke de inspanningsverwachting goed in kaart konden brengen (Ochodek, Nawrocki, & Kwarciak, 2011).

Zoals hiervoor te lezen is worden use cases vaak toegepast tijdens de ontwikkeling van software, dit betekent niet dat use cases niet ook geschikt zijn voor andere toepassingen, hieronder worden een aantal voorbeelden gegeven van de toepassing van use cases in andere branches.

- Klimaatmodellen: Ook voor het opstellen van klimaatmodellen worden use cases toegepast om de klanteisen in kaart te brengen. Deze use cases beschrijven de workflow en de interacties tussen de gebruikers en de klimaatonderzoekers. In het onderzoek van Déandreis, et al., (2014) onderzoekt men verschillende use cases om de diversiteit in vraag van de klanten die geïnteresseerd zijn in klimaatinformatie alsmede de methodes en tools welke zij gebruiken (Déandreis, et al., 2014).
- Multimedia synchronisatie: Er zijn door Montgud, Boronat, Stokking & van Brandenburg (2012) meerdere multimedia use cases vergeleken. Dit laat zien dat binnen de multimedia men ook gebruik maakt van use cases zoals bijvoorbeeld: "Games-show participation en Second screen sync" (Montagud, Boronat, Stokking, & van Brandenburg, 2012).

- Medisch: In het artikel van Georgiades & Andreou (2014) wordt beschreven op welke wijze de medische use cases zijn opgesteld. Zo gaven zij een voorbeeld van de uitgifte van een recept aan een patiënt met de tussenkomst van een farmaceut. Dit laat zien dat het ook mogelijk is om voor de medische wereld use cases op te stellen als is het wel voornamelijk op het gebied van software en processen. Maar dit is ook precies het onderdeel waar use cases voor geschikt zijn (Georgiades & Andreou, 2012).
- Tunnelontwerp: Uit eigen interviews is gebleken dat use cases ook vaak voor de tunnelbouw worden toegepast en dan met name voor elektrotechnische systemen zodat de klanteisen duidelijk gespecificeerd zijn (Croon Elektrotechniek, 2015 ; Royal HaskoningDHV, 2015). Dit wordt ook intern ondersteund omdat er een pilot is uitgevoerd voor Spoorzone Delft, maar dit was sterk gefocust op alle onderdelen en niet specifiek op onderhoud.

De use cases zijn ontwerptechnisch in de loop der jaren niet veranderd. Alleen het gebruik van nieuwe tools en hiermee corresponderende eisen bibliotheken zijn ontwikkeld. Maar in essentie zijn de use cases gelijk gebleven.

2.2 Ontwikkelmethode use cases

Voordat er begonnen wordt met het ontwikkelen van de use cases is het goed om te bepalen hoe dit wordt aangepakt. Er zijn verschillende ontwikkelmethoden bekend voor use cases en er wordt in de volgende paragrafen afgewogen welke voor dit onderzoek het meest geschikt is. Er zijn twee ontwikkelmethoden bekend namelijk: de lineaire en de iteratieve ontwikkelmethode. Beide methodes worden toegelicht en vervolgens wordt er een keuze gemaakt. De ontwikkeling van de use case vindt zoals eerder gezegd parallel plaats met de case studies zoals beschreven in paragraaf 2.1.

2.2.1 Lineaire ontwikkelmethode

De lineaire ontwikkelmethode is één van de oudste en bekendste ontwikkelmethode, deze kent geen herhaling van stappen en heeft over het algemeen een aantal opeenvolgende fasen waarbij er een vast eindproduct is gedefinieerd. De meest bekende lineaire ontwikkelmethode is de watervalmethode.

Het waterval model is gericht op het proces en verwacht dat er geen substantiële veranderingen in het model plaats vinden. Voordat er bij het waterval model naar de volgende fase kan worden gegaan moet de vorige fase eerst helemaal zijn afgerond, dit betekent vaak dat alle eisen bekend moeten zijn voordat men door kan naar de ontwerpende fase. Er wordt door Naseem & Tahir (2009) vermeld dat bij complexe systemen de kwaliteit van het eindresultaat wordt verbeterd door gebruik te maken van de waterval methode. Verder heeft dit model als voordeel dat er geen stappen worden gemist maar hij kost veel tijd en er is weinig terugkoppeling naar de uiteindelijke gebruiker.

2.2.2 Iteratieve ontwikkelmethode

Bij de iteratieve ontwikkelmethode wordt door middel van meerdere herhalingen het model stapsgewijs ontwikkeld. Na elke iteratie wordt het model geëvalueerd en zo nodig aangepast, hierdoor levert iedere cyclus een deelresultaat op. Verder staat de iteratieve ontwikkelmethode bekend om geregelde klantdeelname tijdens het project hierbij heeft een face-to-face communicatie de sterke voorkeur (Capgemini, 2012).

De iteratieve ontwikkelmethode heeft een aantal voordelen ten opzichte van de lineaire ontwikkelmethode zoals:

- Is veel dynamischer dan de lineaire ontwikkelmethode.
- Het uitvoeren van veel iteraties levert vaak een beter eindresultaat op.
- Deze ontwikkelmethode stimuleert communicatie omdat er veel feedback momenten zijn.
- En door deze iteraties worden problemen in een eerder stadium ontdekt.

2.2.3 Keuze ontwikkelmethode

Voor de ontwikkeling van de use case in dit onderzoek zal zoals eerder beschreven veel gebruik worden gemaakt van interviews. Doordat er aan de hand van deze interviews vele zienswijzen worden geïdentificeerd zullen de diverse use cases meerdere malen aangepast worden om zo tot een optimaal resultaat te komen. Omdat de iteratieve ontwikkelmethode bekend staat om de geregelde klantdeelname, de face-to-face communicatie en omdat iteraties de kwaliteit van het eindproduct verbeteren past deze ontwikkelmethode het best bij dit onderzoek. Dit wordt ook ondersteund door de theorie over use case. Daarin wordt namelijk vermeld dat er veelvuldige communicatie met betrokkenen noodzakelijk is om een goed en correct beeld te creëren.

2.3 Use case diagram

Wanneer de use case geïdentificeerd is en er voldoende informatie verzameld is kunnen de use cases worden opgesteld. Een vaak toegepast stappenplan is hieronder weergegeven (Technische Universiteit Eindhoven, 2015) en (Cockburn, 2001) :

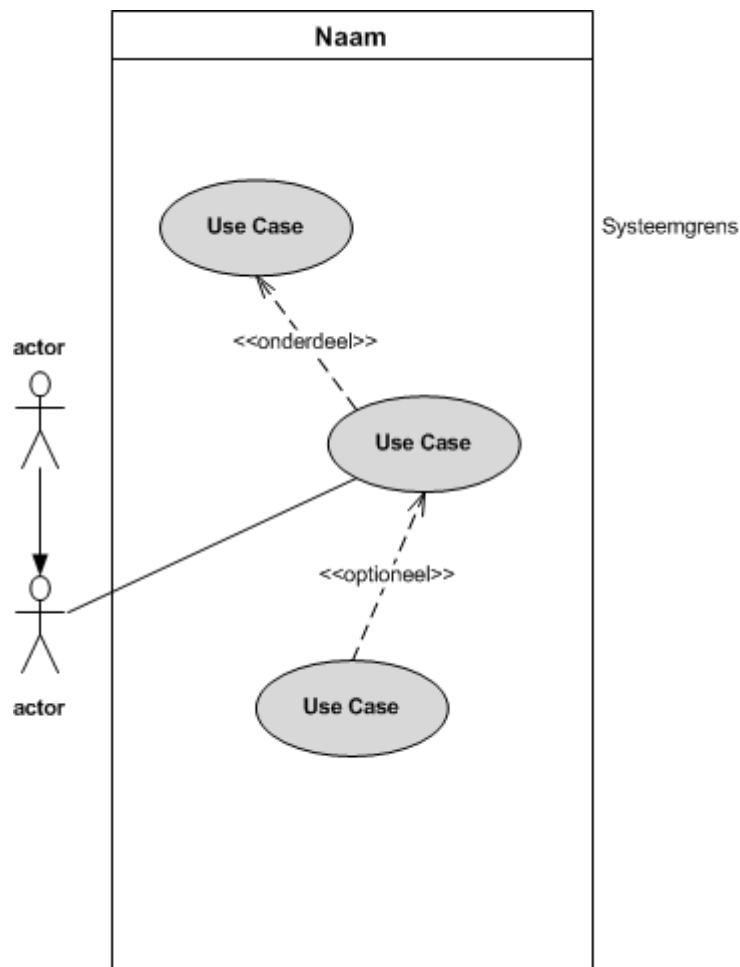
1. Identificeer de grens van het systeem – baken de systeemgrenzen goed af want anders wordt de use case te breed vormgegeven (afgebeeld in figuur 2-1 als rechthoek).
2. Definieer de actoren – een actor is een entiteit die buiten het systeem staat en direct communiceert met het systeem (afgebeeld in figuur 2-1 als “poppetje”).
3. Bepaal (per use case) het scenario – de toestand van het systeem bij de start van de use case.
4. Bepaal (per use case) de beschrijving – een uitgebreide, complete, stapsgewijze beschrijving van de interactie tussen systeem en actor(en).
5. Bekijk (per use case) mogelijke uitzonderingen – speciale c.q. te voorziene uitzonderingsgevallen die optreden bij een use case.
6. Splits veelvoorkomende sub-cases uit.

Er is op de volgende pagina een voorbeeld use case diagram weergegeven welke gebaseerd is op relevante bronnen. Ook zijn er nog verschillende connecties toegepast welke de relatie tussen de verschillende use cases alsmede met de actoren goed weergeven. Een actor is in dit geval een persoon of systeem dat zelfstandig handelingen uitvoert op basis van vooraf gestelde procedures waarbij gereageerd moet worden op de omstandigheden, op z'n wijze dat er intelligente beslissingen worden genomen (Gazendam, 1998).

Actoren zetten in deze context het systeem aan tot actie (Bustard, He, & Wilkie, 2000). Dit wordt ondersteund door Jacobson, Spence & Bittner alleen voegen zij specifieke kenmerken toe voor actoren voor use cases. Zo stellen zij dat actor staat voor een rol die een gebruiker kan spelen die met het systeem werkt. Hierbij kan de gebruiker een persoon zijn of een ander systeem. Binnen de use cases hebben de actoren een naam en een korte omschrijving en worden ze dus gekoppeld met use cases welke zij in actie stellen.

Bij use cases kan een gebruiker een actor zijn maar ook een ander systeem welke samenwerkt met het oorspronkelijke systeem, organisaties, mensen en in werking zijnde computers kunnen dus worden opgevat als actoren (Object Management Group, 2007).

Vanuit de literatuur over use cases beschrijft men twee types relaties. Deze zijn beschreven in de hierop volgende paragraaf. En vervolgens wordt de use case beschrijving uitgelegd welke altijd gekoppeld wordt aan één enkele use case om deze te beschrijven, dit wordt nader toegelicht in de hiervoor bestemde paragraaf (§2.3.2).



Figuur 2-1: Een voorbeeld use case diagram gebaseerd op de literatuur omtrent use cases zoals deze op dit moment toegepast wordt (Jacobson, Spence, & Bittner, 2012; Cockburn, 2001). Het model wordt later uitgebreid toegelicht in hoofdstuk 4.

2.3.1 Use case relaties

Voordat een use case duidelijk wordt zullen de relaties tussen de actoren, de use cases en tussen elkaar duidelijk moeten worden. Er zijn meerdere relaties te definiëren, allen zijn toegevoegd omdat zij de use case verduidelijken. De voor deze use case toegepaste relaties worden hieronder gepresenteerd.

1. De standaard relatie

Dit is in de use case een rechte lijn zonder een pijl. Deze relatie laat zien welke actor(en) betrokken zijn bij de specifieke use case.

II. Actoren relatie

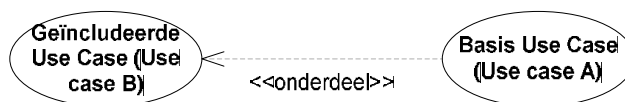
Af en toe zijn er meerdere actoren betrokken bij één use case. De actor waar deze pijl naar toe wijst heeft de andere actor nodig om zijn taak te kunnen uitvoeren.

In de onderstaande use case relaties wordt vanuit de literatuur gebruik gemaakt van Engelse begrippen, maar in deze use cases zal gebruik worden gemaakt van in het Nederlands vertaalde relaties dit omdat dit beter tot de verbeelding spreekt en de eindgebruikers zich minder hoeven in te lezen.

Voor de include relatie is gekozen voor het woord “onderdeel” omdat de included use case onderdeel is van zijn aanroepende use case. Voor de extend relatie is gekozen voor de vertaling naar “optioneel” omdat de bestaande use case in dit geval wordt uitgebreid met optioneel of uitzonderlijk gedrag.

III. De <<include>> relatie ofwel <<onderdeel>>

Included use cases kunnen gebruikt worden om te voorkomen dat in de use case beschrijving stappen dubbel worden beschreven. Dus om redundantie te voorkomen. Gelijke stappen in meerdere use cases worden dan in een afzonderlijke use case geplaatst. De geïnccludeerde use case is dus onderdeel van zijn basis use cases. Deze use cases worden normaliter niet geïnitieerd door een actor.



Figuur 2-2 De include relatie (vrij vertaald naar onderdeel) in beeld. Deze is gebaseerd op de omschrijving zoals gegeven door IBM (IBM, 2016).

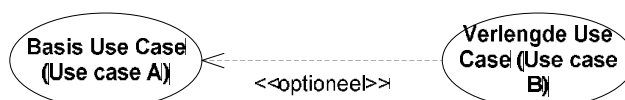
In het bovenstaande figuur is te zien hoe een <<onderdeel>> relatie wordt weergegeven, als extra toelichting is hieraan tabel 2-1 toegevoegd.

Tabel 2-1: De include (onderdeel) relatie toegelicht (Dijkman & Joosten, 2002).

<<Include(onderdeel)>>	
Use case A	Kan niet zonder B. Doordat ze gedeeltelijk hetzelfde zijn.
Use case B	Weet niet door welke UC hij aangeroepen wordt. Is onderdeel van UC A.

IV. De <<extend>> relatie ofwel <<optioneel>>

Een vaak toegepaste relatie tussen diverse use cases is de extend relatie. Deze voegt een extra functionaliteit toe aan een use case, deze extra functionaliteit bevat vaak optioneel of uitzonderlijk gedrag.



Figuur 2-3 De exclude relatie (vrij vertaald naar optioneel) in beeld. Deze is gebaseerd op de omschrijving zoals gegeven door IBM (IBM, 2016).

In het bovenstaande figuur is te zien hoe een <<optioneel>> relatie wordt weergegeven, als extra toelichting is hieraan tabel 2-2 toegevoegd.

Tabel 2-2: De extend (optioneel) relatie toegelicht (Dijkman & Joosten, 2002).

<<Extend (optioneel)>>	
Use case A	Kan zonder B bestaan. Weet niet dat B bestaat.
Use case B	Weet bij welke UC hij hoort. Hierna verwijst UC A dus ook. UC A wordt uitgebreid met optioneel of uitzonderlijk gedrag.

2.3.2 Use case beschrijving

Use case beschrijvingen zijn tekstuele verhandelingen van de use case. Zij nemen gewoonlijk de vorm van een aantekening of een document aan dat op een bepaalde manier gekoppeld is aan de use case, en de processen of activiteiten die in de use case plaatsvinden. De opbouw van de use case beschrijving is als volgt (tabel 2-2):

Tabel 2-3: Template van de use case beschrijving. Is afgeleid van het model van Cockburn (2001) en Jurkiewicz & Nawrocki (2015).

Template van de use case beschrijving	
Naam	de titel van de use case en direct het doel korte toelichting van het doel indien noodzakelijk
Niveau	hoofddoel of sub-functie
Actoren	een actor is een entiteit die buiten het systeem staat en direct communiceert met het systeem
Scenario	de toestand van het systeem bij de start van de use case
Beschrijving	een uitgebreide, complete, stapsgewijze beschrijving van de interactie tussen systeem en actor(en). deze bestaat uit minimaal 3 en maximaal 8 stappen.
Uitzondering	speciale c.q. te voorziene uitzonderingsgevallen die optreden bij een use case.
Resultaat	de toestand van het systeem na afloop van de use case.

De beschrijving bij de use cases geeft niet alleen de werking van de use cases weer, hierin wordt ook de toepassing voor de eindgebruikers weergegeven zodat bij het lezen van de use cases direct duidelijk is wat de toegevoegde waarde van de specifieke use case is.

2.4 Conclusie

Door middel van dit theoretisch framework kan begonnen worden met het opstellen van de ontwerpeisen voor de use case. Dit zullen aanvullende ontwerpeisen zijn welke niet afgedekt worden door dit theoretisch framework en welke zullen worden opgesteld om uiteindelijk de meerwaarde van use cases te kunnen bepalen.

3 Ontwerpeisen Use Cases

Deelvraag 2:

Aan welke criteria moet een use case voldoen om een meerwaarde te bieden?

Om de meerwaarde te kunnen aantonen zal er van tevoren worden bepaald wanneer de use cases een meerwaarde voor ProRail bieden. De meerwaarde wordt middels een aantal ontwerpeisen gemeten. De meerwaarde zal uiteindelijk in de testfase (H5) worden aangetoond. Dat het opstellen van eisen belangrijk is wordt ondersteund door Alchimovicz, Jurkiewicz, Ochodek, & Nawrocki, 2010. De verzameld criteria zullen uiteindelijk worden samengevoegd en hierbij worden op basis van de gebruikersbehoeften ontwerpeisen voor de use cases opgesteld.

3.1 Ontwerpregels

Er zijn vanuit de literatuur zoals ook al eerder in hoofdstuk 2 theoretisch framework een aantal standaardcriteria (ontwerpregels) voor use cases beschreven. Hieraan moet een use case in ieder geval voldoen, de ontwerpcriteria zijn hierop een aanvulling. Er is een aantal standaard ontwerpregels vanuit de use case literatuur waaraan een goede use case dient te voldoen:

- Use cases moeten een verzameling bevatten van verschillende scenario's (Bustard, He, & Wilkie, 2000). In dit geval is gekozen om één scenario uit te werken namelijk Storing. De overige scenario's zijn nog niet uitgewerkt, dit zal waarschijnlijk uitgevoerd worden wanneer er is aangetoond dat de use cases een meerwaarde bieden.
- Elke sub-use case moet de basis use case ondersteunen of verder uitwerken (Bustard, He, & Wilkie, 2000). Aan deze eis is voldaan omdat de basis use case is opgesplitst in meerdere sub-use cases welke ook zijn uitgewerkt.
- De namen van de use cases zijn belangrijk, deze moeten omgezet worden in functionele activiteiten. Indien deze correct zijn opgesteld zullen ze duidelijk weergeven wat er binnen het systeem precies gebeurt (Cockburn, 2001).
- Verwerk niet alle informatie in de use cases. Er zal te allen tijde een link blijven bestaan met andere literatuur (Cockburn, 2001).
- Werk niet alles compleet uit, hiermee wordt bedoeld dat binnen de use case niet direct alles vermeldt hoeft te worden. De use cases hoeven niet helemaal precies worden uitgewerkt omdat ze later onderbouwd worden door ze te koppelen aan diverse eisen (Cockburn, 2001).

3.2 Ontwerpcriteria

In deze paragraaf wordt er onderzocht welke criteria er passend zijn voor dit onderzoek betreffende use cases. Dit houdt in dat door gebruik te maken van meerdere bronnen veel mogelijke criteria te verzamelen. Zo zal de literatuur over use cases worden bekeken welke criteria ze aan een goede use case stellen maar ook intern bij ProRail zullen er criteria worden verzameld. Deze criteria zullen worden aangevuld met de criteria vanuit de software kwaliteitsmodellen. Vanuit deze software kwaliteitsmodellen worden de voor dit onderzoek relevante criteria geselecteerd.

3.2.1 ProRail

Tezamen met collega's binnen ProRail is er ook een aantal criteria met bijbehorende eisen opgesteld. Op basis van deze criteria zullen er extra criteria worden toegevoegd vanuit de literatuur.

ProRail

- Snelheid -

Het is voor ProRail belangrijk dat de use cases binnen 5 minuten doorlopen kunnen worden en de bijbehorende eisen bekeken kunnen worden. Dit betekent dat een gebruiker door gebruik te maken van de use cases en de bijbehorende eisenlijst binnen 5 minuten zijn gezochte eis heeft achterhaald.

- Onderbouwing van de eisen -

In de use cases moet de onderbouwing van de eisen gestructureerd zijn. Dit betekent dat door gebruik te maken van de use cases de afdeling AM moet kunnen onderbouwen en communiceren richting een projectteam waarom bepaalde eisen gesteld zijn.

Deze eis is op dit moment de belangrijkste eis vanuit ProRail omdat dit ook het interne onderzoeksdoel betreft.

- Gebruikersvriendelijkheid-

De gebruikers kunnen zowel technici als a-technici zijn, dus een handleiding of een gebruikswijzer is vereist waarmee elke nieuwe gebruiker weet hoe hij dit systeem toe moet passen. Dit betreft dus de user interface en deze moet voor de gebruikers gebruiksvriendelijk zijn.

- Bruikbaarheid -

ProRail heeft een eigen systems engineering structuur opgebouwd en hier is daarom ook het gehele ontwerpproces op gebaseerd. Doordat er gedurende elke fase binnen systems engineering verschillende eisen vanuit AM moet worden doorgegeven zullen deze gestructureerd moeten worden in de use cases of een link hiermee hebben. Dit betreffen bijvoorbeeld eisen omtrent de spoorafstand welke vroeg ingebracht moeten worden en het aantal toegangsdeuren wat in een later stadium belangrijk wordt.

Ook dienen de use cases dusdanig worden opgesteld dat het aanpassen / uitbreiden eventueel door elke gebruiker te realiseren is.

- Onderhoudbaarheid -

ProRail weet nog niet precies hoe en in welke mate ze verder gaan met het opzetten van use cases. Maar de opzet moet uitbreidbaar en aanpasbaar zijn. Ook moet het overdragen van het product naar een nieuwe beheerder mogelijk zijn.

3.2.2 Software Kwaliteitsmodellen

Vanuit de ontwikkeling van software komen ook meerdere kwaliteitsmodellen voort, vanuit deze modellen kunnen ontwerpcriteria geselecteerd worden welke bruikbaar zijn als criteria voor de use cases. Er zijn een aantal ontwerpcriteria bedoeld voor software welke overeenkomen met de use cases, daarom worden deze criteria bekeken en afgewogen welke bruikbaar zijn als criteria.

Jamwal heeft deze verschillende kwaliteitsmodellen met elkaar vergeleken, zij vergelijkt in totaal 5 modellen (Jamwal, 2010). Dit zijn de volgende modellen: McCalls's Kwaliteitsmodel (1977), Boehm's Kwaliteitsmodel (1978), Dromey's Kwaliteitsmodel (1995), FURPS Kwaliteitsmodel (1995) en het ISO 9126 Kwaliteitsmodel (tegenwoordig ISO 25010).

Er zijn veel overeenkomstige of soortgelijke criteria te definiëren in de verschillende modellen. Jamwal heeft deze vergeleken en concludeerde dat er veel overlap bestaat tussen de verschillende modellen. Van de 17 criteria wordt er één in alle modellen gebruikt, en dat is "betrouwbaarheid". Ook zijn er drie criteria welke in vier van de vijf kwaliteitsmodellen worden gebruikt (efficiëntie, bruikbaarheid en overdraagbaarheid). Daarnaast zijn er twee criteria welke

in drie modellen zijn toegepast namelijk: functionaliteit en onderhoudbaarheid. Uiteindelijk heeft Jamwal aan de hand van deze constatering afwegingen welke kwaliteitsmodel het meest bruikbaar is. Volgens het onderzoek van Jamwal is het ISO 9126 (nu ISO 25010) het meest bruikbaar omdat deze internationaal is opgesteld en is goedgekeurd door alle bij de ISO aangesloten landen. Daarom zal ISO 25010 gebruikt worden om de voor dit onderzoek relevante criteria te selecteren en te onderbouwen waarom deze geselecteerd zijn.

ISO 25010

De criteria zijn gebaseerd op de kwaliteitscriteria welke gepresenteerd zijn in ISO 25010. De ISO is gebaseerd op de software kwaliteitsmodellen van McCall (1977), Boehm (1978), FURPS et cetera. Omdat deze modellen de basis vormen voor de ISO is besloten om vanuit de ISO relevante criteria te selecteren.

De ISO 25010 bestaat uit een product kwaliteitsmodel en een model dat kwaliteit tijdens gebruik beschrijft. Voor de use case wordt gebruik gemaakt van de kwaliteit tijdens gebruik. Deze kwaliteitscriteria kunnen ook worden toegepast op de use cases omdat dit ook een softwareproduct betreft waarbij zowel de productkwaliteit als de kwaliteit tijdens gebruik in ogenschouw moeten worden genomen. Daarom zal hiernavolgend de criteria worden toegelicht.

In figuur 3-1 zijn de kwaliteitscriteria voor de productkwaliteit weergegeven. Deze worden veelal toegepast om de kwaliteit van ICT-producten te testen. Hieronder worden de criteria kort toegelicht. Niet alle kwaliteitscriteria zijn direct relevant of overlappen met de kwaliteit tijdens het gebruik zoals weergegeven in figuur 3-2. Daarom is ervoor gekozen om sommige criteria samen te voegen. Wel zijn ze allemaal kort toegelicht zodat duidelijk wordt waarom hier voor gekozen is.

Tabel 3-1: In het onderstaande tabel zijn de criteria die gesteld worden aan de productkwaliteit gedefinieerd (SYSQA B.V., 2011).

Criteria	Toelichting
Functionele geschiktheid:	In hoeverre is het ontworpen product compleet en presenteren zij de juiste resultaten. En maakt het product het mogelijk om de gestelde doelen te bereiken.
Prestatie-efficiëntie:	Hoe snel kan het product de informatie achterhalen welke gevraagd wordt en wat zijn de maximale limieten van het product.
Uitwisselbaarheid:	In hoeverre kan het product uitgewisseld worden met andere systemen terwijl het dezelfde hard- of software-omgeving deelt.
Bruikbaarheid:	De mate waarin een eindproduct aan de gebruikersbehoeften voldoet.
Betrouwbaarheid:	De mate waarin verwacht kan worden dat het product goed functioneert.
Beveiligbaarheid:	In hoeverre het nodig is om voor dit product te voorkomen dat er ongeoorloofde toegang ontstaat.
Onderhoudbaarheid:	In hoeverre het systeem door de beheerders effectief en efficiënt kan worden onderhouden.
Overdraagbaarheid:	Kan het systeem worden overgezet van deze gebruiksomgeving (software, hardware etc.) naar een andere?

Vanwege de link met de ICT zijn voor de use cases lang niet alle criteria relevant of dient de toelichting op use cases te worden gespecificeerd. De criteria functionele geschiktheid,

prestatie-efficiëntie, bruikbaarheid, beveiligbaarheid en onderhoudbaarheid kunnen één op één worden overgenomen als ontwerpcriteria voor de use cases. Hiervan geldt voor de criteria beveiligbaarheid dat dit in de toekomst mogelijk moet zijn. De eis overdraagbaarheid is voor de opdrachtgever erg belangrijk omdat ze indien het product meerwaarde biedt hier verder mee willen gaan. Daarom moet het product eenvoudig over te dragen zijn aan de “nieuwe” beheerder.

De criteria uitwisselbaarheid en betrouwbaarheid zijn op dit moment niet relevant, het systeem hoeft omdat deze zich nog in de testfase bevindt nu nog niet uitwisselbaar te zijn en ditzelfde geldt voor de betrouwbaarheid, dit zal belangrijk worden indien er voor wordt gekozen om verder te gaan met use cases.

De relevante criteria worden aan het eind van deze paragraaf opgesomd en worden in het volgende hoofdstuk gebruikt om hiermee eisen te genereren en de meerwaarde aan te kunnen tonen.

Tabel 3-2: In het onderstaande tabel zijn de criteria die gesteld worden aan de kwaliteit tijdens het gebruik gedefinieerd (SYSQA B.V., 2011).

Criteria	Toelichting
Effectiviteit:	De nauwkeurigheid waarmee de gebruikers de vooraf gespecificeerde doelen behalen.
Efficiëntie:	Hoeveel hulpbronnen zijn er nodig om de nauwkeurigheid te behalen zoals gespecificeerd bij effectiviteit.
Voldoening:	Worden de gebruikersbehoeften vervuld als het product of systeem gebruikt wordt.
Vrijheid van risico:	De mate waarin het product de potentiële risico's beperkt.
Context dekking:	Kan het product of systeem gebruikt worden met de eerder benoemde criteria gedurende gespecificeerde gebruiksccontexten.

De criteria welke gesteld worden aan de kwaliteit tijdens het gebruik (tabel 3-2) hebben een grote overlap met de productkwaliteit (tabel 3-1) mede hierom worden bepaalde criteria samengevoegd. Zo worden de criteria effectiviteit en efficiëntie meegenomen onder de criteria functionele geschiktheid en wordt voldoening samengevoegd met de criteria bruikbaarheid. Voor de overige criteria geldt dat deze niet worden meegenomen als criteria, de risico's worden voor dit onderzoek nog buiten beschouwing gelaten omdat deze bij het testen van een product nog niet van toepassing zijn. De laatste criteria context dekking is wederom niet van toepassing voor de testfase van de use cases.

Relevante criteria

De *Bruikbaarheid* is voor het opstellen van dit product een belangrijke criteria omdat met de mate van bruikbaarheid wordt op het effectief, efficiënt en naar tevredenheid de gestelde doelen te bereiken. Dit is al een basiscriteria en wordt dus al gebruikt. Deze is al aangevoerd door ProRail als criteria.

In de toelichting van de criteria uit tabel 3-1 en 3-2 is afgewogen of bepaalde criteria relevant zijn voor dit onderzoek en van toegevoegde waarde zijn op de door ProRail opgestelde criteria. Uiteindelijk zijn voor de use cases dus de volgende criteria relevant:

- Functionele geschiktheid
- Prestatie-efficiëntie
- Onderhoudbaarheid
- Beveiligbaarheid

3.2.3 Ontwerpcriteria vanuit de literatuur

Ook vanuit de literatuur worden er eisen gesteld voor use cases. In deze paragraaf worden eerst een aantal standaard eisen gepresenteerd waaraan elke use case moet voldoen en vervolgens worden er op basis van de use case point method (UCP method) criteria toegelicht waarvan er meerdere gebruikt kunnen worden om te gebruiken bij het opstellen van de ontwerpeisen voor de use cases (Ochodek, Nawrocki, & Kwarciak, 2011). Deze methode berekend hoe groot de uiteindelijk use case moet worden en hoeveel tijd het kost om deze op te stellen en is gebaseerd op een aantal factoren van de use cases namelijk: de technische en de omgevingsfactoren.

De omgevingsfactoren worden niet toegelicht omdat deze niet relevant zijn voor dit specifieke project. Dit zijn voornamelijk factoren met betrekking tot de gebruikers en beheerders, deze factoren worden bij dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Hierbij moet gedacht worden aan de motivatie, ervaring met use cases et cetera. Deze factoren worden ook wel ervaringsfactor genoemd en zijn om die rede niet geschikt als ontwerpcriteria (Carroll, 2005).

Tabel 3-3 Technische complexiteits- en omgevingsfactoren. Vrij vertaald in het Nederlands (Banerjee, 2004 ;Ochodek, Alchimowicz, Jurkiewicz, & Nawrocki, 2011;Carroll, 2005).

Nr.	Technische complexiteitsfactor	Toelichting
1	Architectuur	In welke mate is de architectuur opgebouwd uit meerdere lagen / systemen. Er kan bijvoorbeeld onderscheid worden gemaakt tussen bijvoorbeeld een Windows-venster en een server. Dan bestaat het systeem uit meerdere lagen.
2	Prestatie	Hoe snel moet het systeem reageren op de vraag van de gebruiker.
3	Efficiëntie eindgebruiker	In welke mate is de efficiëntie van de eindgebruiker afhankelijk van het product.
4	Interne complexiteit	Bestaat het systeem uit verschillende algoritmes of is het een simpele database.
5	Herbruikbaarheid ontwerp	Is het uiteindelijke ontwerp opnieuw te gebruiken bij toekomstige projecten of is het een eenmalig ontwerp.
6	Installatiegemak	Kan het systeem gemakkelijk geïnstalleerd worden?
7	Gebruiksgemak	Hoe eenvoudig moet het uiteindelijke product gebruikt kunnen worden?
8	Toepasbaarheid	Moet het uiteindelijke product toepasbaar zijn op meerdere platformen (Windows, Mac et cetera).
9	Aanpasbaarheid	Moet het in de toekomst mogelijk zijn voor de gebruiker om aanpassingen te doen in het ontwerp en zodoende het product steeds verder te optimaliseren.
10	Overlap	Zijn er andere databases welke overlap hebben met het nieuw te ontwerpen product?
11	Veiligheid	Zijn er veiligheidsrisico's aanwezig en dient er onderscheid te worden gemaakt tussen de toegankelijkheden van verschillende gebruikers.
12	Afhankelijkheid van derden	Is het product gebaseerd op externe producten en is deze daar dus ook afhankelijk van.
13	Training gebruikers	Is er training benodigd om het uiteindelijk model succesvol te kunnen toepassen?

Relevante technische complexiteitsfactoren worden gebruikt als ontwerpcriteria in de hierop volgende paragraaf. Daarom is er ook voor gekozen om de bovenstaande factoren kort toe te lichten en te bepalen of ze als eis meegenomen worden. Deze uitwerking is gebaseerd op de uitleg van Sehlhorst die zijn uitleg heeft gebaseerd op het oorspronkelijke model van Gustav Karner (Sehlhorst, 2007).

Ongeschikte criteria

Niet alle technische complexiteitsfactoren zijn geschikt als ontwerpcriteria voor de use cases, daarom zal door middel van een korte toelichting de relevante criteria worden geselecteerd.

Afhankelijkheid van derden (12)

Er valt een aantal criteria af, zo valt de afhankelijkheid van derden (12) af omdat dit een losstaand product moet worden welke niet afhankelijk is van derden en niet gebaseerd zal zijn op externe producten.

Efficiëntie eindgebruiker (3) en Veiligheid (11)

Er vallen een aantal criteria af omdat deze niet van toepassing zijn op use cases hoeven worden toegepast. Dit zijn de factoren: Efficiëntie eindgebruiker (3) en Veiligheid (11). De efficiëntie van de eindgebruiker wordt pas relevant indien ProRail na aanleiding van het resultaat van dit onderzoek besluit om verder te gaan met de use cases. Daarnaast zijn er voor deze use cases geen veiligheidsrisico's aanwezig mede omdat ProRail ernaar streeft om de uiteindelijke use cases vrij te publiceren. En er hoeft momenteel nog geen onderscheid worden gemaakt tussen de toegankelijkheden per gebruiker omdat het systeem nog in ontwikkeling is.

Architectuur (1), Interne complexiteit (4), Toepasbaarheid (8) en Overlap (10)

Ook valt er een aantal criteria af omdat deze te specifiek voor software zijn gespecificeerd, dit zijn de criteria Architectuur (1), Interne complexiteit (4), Toepasbaarheid (8) en Overlap (10). Zo bij de factor Architectuur gerefereerd naar meerdere lagen (windows server en een server), de architectuur (in deze rapportage ook wel wijze van vastlegging genoemd) wordt later afgewogen (zie paragraaf 4.4). Daarnaast zijn de factoren interne complexiteit en toepasbaarheid bedoeld voor databases en platformen wat voor deze use cases valt onder de wijze van vastlegging. En als laatste de factor overlap is voor dit product niet aanwezig omdat het een uitwerking is van de huidige klanteisen specificatie.

Geschikte criteria

Nu blijven er een aantal criteria over welke geschikt zijn als criteria voor use cases, dit zijn de criteria:

- *Prestatie (2)*: Vanzelfsprekend wordt de factor prestatie wel meegenomen in de ontwerpeisen, deze eisen dienen snel te kunnen worden achterhaald. Dus hoe snel geven de use cases de uitkomst weer en wat is de prestatie binnen de use case zelf.
- *Herbruikbaarheid ontwerp (5)*: De use cases moeten uiteindelijk voor toekomstige projecten ook te gebruiken zijn, daarom moet het ontwerp herbruikbaar zijn.
- *Gebruiksgemak (7)*: De use cases moeten gemakkelijk te gebruiken zijn voor de eindgebruikers daarom wordt deze factor ook opgenomen als criteria.
- *Aanpasbaarheid (9)*: Het is erg belangrijk dat het ontwerp aanpasbaar is zodat deze eventueel verder uitgewerkt kan worden.
- *Training gebruikers (13)*: De benodigde kennis om het product succesvol te gebruiken is vanzelfsprekend wel belangrijk omdat dit een beperkende ontwerpeis kan zijn.

3.3 Conclusie

In deze paragraaf worden de verzamelde criteria vanuit zowel ProRail als vanuit de literatuur samengevoegd. De criteria beschreven in paragraaf 3.1.1 worden compleet overgenomen omdat deze vanuit ProRail zijn opgesteld, daarom vormen deze criteria de vijf basiscriteria ze zijn gesorteerd op prioriteit door ProRail. De overige criteria zijn gefilterd uit de ISO 25010 (paragraaf 3.1.3) waar uiteindelijk de relevante criteria zijn geselecteerd, hetzelfde geldt voor de UCP methode (paragraaf 3.1.4) waar ook criteria uit zijn gefilterd. De uiteindelijke ontwerpcriteria zijn gepresenteerd in de volgende paragraaf in tabel 3-4. Deze worden in paragraaf 3.2.3 verder uitgewerkt en er worden hier eisen aan gekoppeld alsmede de meetbaarheid van de betreffende eis.

3.3.1 Ontwerpcriteria

Zoals in de inleiding al is toegelicht worden in deze paragraaf de uiteindelijke ontwerpcriteria gepresenteerd welke gebaseerd zijn op de criteria vanuit ProRail, ISO 25010 en UCP methode.

Tabel 3-4: Dit zijn de uiteindelijke ontwerpcriteria voor de use cases, deze zijn gebaseerd eisen van ProRail, de ISO 25010 en eisen vanuit de UCP methode.

Prioriteit	ProRail	ISO 25010	UCP methode
1	Onderbouwing	Functionele geschiktheid	
2	Bruikbaarheid	Beveiligbaarheid	
3	Onderhoudbaarheid	Onderhoudbaarheid	Herbruikbaarheid ontwerp Aanpasbaarheid
4	Gebruiker		Gebruiksgemak Training gebruikers
5	Snelheid	Prestatie-efficiëntie	Prestatie

De ontwerpcriteria van ProRail worden als basis genomen en worden verder uitgewerkt door gebruik te maken van de ontwerpcriteria uit de ISO 25010 en de UCP methodiek.

3.3.2 Ontwerpeisen

In dit geval worden de ontwerpeisen gebaseerd op de vanuit ProRail gegeven behoefte alsmede vanuit de literatuur bekende ontwerpcriteria.

Het is verder belangrijk om de opgestelde eisen meetbaar te maken zodat het succes of juist het falen, kan worden aangetoond. Wanneer dit niet gelukt is zal het niet mogelijk zijn om te bepalen of het uiteindelijke product voldoet aan de gestelde ontwerpeisen. Het kan wel voorkomen dat eisen te ruim worden gedefinieerd en voor het uiteindelijke model van toepassing zijn maar nu nog niet bepaald kunnen worden.

Voor de overige eisen geldt dat deze geverifieerd dienen te worden. Dit zal dan ook gebeuren in hoofdstuk 5 waarin de opgezette use cases getest worden.

Tabel 3-5 De ontwerpeisen voor de use cases. Afgeleid van de geselecteerde criteria zoals te zien in tabel 3-4.

Nr.	Eis	Toelichting	Meetbaar
1	Onderbouwing		
1.1	Functionele geschiktheid	Het systeem dient een directe relatie te hebben met de eisen of de procedures indien van toepassing.	Verifiëren door de relaties uit te proberen.
1.2	Functionele geschiktheid	Vanuit de eisenlijst dient te worden verwezen naar de betrokken use case(s).	Verifiëren door vanuit de eisenlijst de verwijzing te gebruiken.
1.3	Functionele geschiktheid	De eisen vanuit de eisenlijst moeten zijn geverifieerd bij interne experts.	Verificatie door middel van testfasen, en directe interne controle.
1.4	Functionele geschiktheid	Het systeem dient gebaseerd te zijn op de nieuwe handboeken.	Verificatie / validatie door gebruik te maken van het nieuwste handboek en een collega.
1.5	Functionele geschiktheid	Het systeem dient relevante eisen weer te geven in de use case beschrijving.	Verifiëren door alle eisen langs te lopen.
1.6	Functionele geschiktheid	Het systeem dient geen overlapping te hebben tussen use cases van verschillende niveaus.	Verifiëren of er een overlap aanwezig is door te kijken of er dubbele use cases aanwezig zijn.
1.7	Functionele geschiktheid	Het systeem dient weer te geven welke use cases wel en welke niet zijn uitgewerkt zodat een gebruiker kan zien wat er is uitgewerkt. En hoe hij/zij hieraan een bijdrage kan leveren.	Verifiëren of dit verwerkt is in het ontwerp. Bekijk of bij elke use case duidelijk is of deze verder is uitgewerkt.
2	Bruikbaarheid		
2.1	Beveiligbaarheid	Het systeem dient er voor te zorgen dat er geen extra inlogprocedure nodig is buiten de normale inlogprocedure.	Verifiëren in het ontwerp of er zonder een extra inlogprocedure toegang kan worden verkregen.
2.2	Beveiligbaarheid	Het systeem dient er voor te zorgen dat het mogelijk is om autorisaties te configureren.	Verifiëren door een autorisatie toe te voegen en weer te verwijderen.
3	Onderhoudbaarheid		
3.1	Herbruikbaarheid ontwerp	Het systeem dient herbruikbaar te zijn.	Verifieer of het systeem modulair is en daardoor herbruikbaar.
3.1	Aanpasbaarheid	Het systeem dient een nieuwe beheerder de mogelijkheid te bieden om het systeem uit te breiden.	Verificatie door het systeem door een mogelijke beheerder te laten uitbreiden.
3.2	Aanpasbaarheid	Het systeem dient weer te geven hoe deze is opgebouwd zodat aanpassingen kunnen worden doorgevoerd.	Verificatie door een aanpassing door te voeren in het systeem.
4	Gebruiker		
4.1	Training gebruikers	Het systeem dient door een nieuwe gebruiker binnen 5 minuten te begrijpen zijn.	Verifiëren door dit met de eindgebruikers te testen.
4.2	Gebruiksgemak	Het systeem dient zowel door collega met als zonder SE achtergrond te begrijpen te zijn.	Verifiëren door dit met de eindgebruikers te testen.
5	Snelheid		
5.1	Prestatie	Het systeem dient de gezochte eisen binnen 2 minuten weer te geven.	Verifiëren door dit met eindgebruikers te testen.
5.2	Prestatie	Het systeem dient er voor te zorgen dat de gebruiker na maximaal 5 CTRL + muisklikken bij de door hem / haar gezochte use case is.	Verifiëren door dit met eindgebruikers te testen.

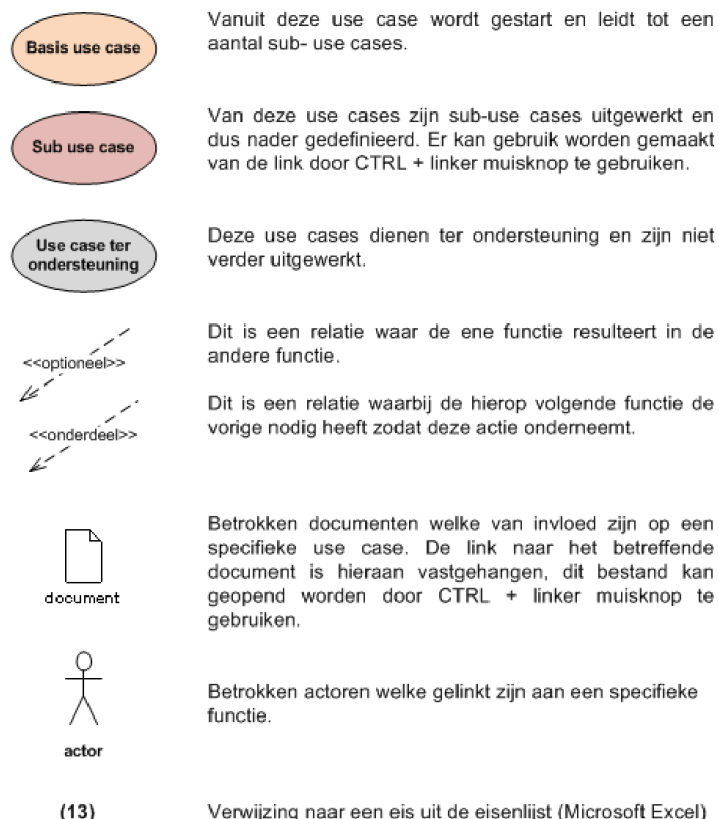
4 Ontwerp Use Case

In hoofdstuk 2 theoretisch framework wordt het basis ontwerp voor de use cases gepresenteerd gebaseerd op de literatuur. In dit hoofdstuk zal aan de hand van dit basis ontwerp het uiteindelijke ontwerp worden gepresenteerd en toegelicht. Daarom is de opbouw van dit hoofdstuk gebaseerd op de opbouw uit paragraaf 2.3. Er wordt begonnen met de uitleg van het use case diagram startend met de gebruikswijzer. Hierop volgt de toelichting van de verschillende relaties binnen de use cases. En hierna wordt de use case beschrijving nader beschreven en uitgelegd waarna uiteindelijk een aantal ontwerpkeuzes worden beargumenteerd zoals de wijze van weergeven van de onderhoudseisen alsmede de wijze van vastlegging.

4.1 Use case diagram

De use cases starten met een gebruikswijzer waarop de verschillende onderdelen van een use case worden toegelicht. Zoals te zien is zijn er een aantal aanpassingen doorgevoerd na aanleiding van de gestelde ontwerpseisen. Zo is er onderscheid gemaakt tussen het type use case om duidelijk te krijgen welke use cases zijn uitgewerkt en welke niet. En ook is er een nieuw onderdeel toegevoegd "document" waarmee een directe link met bepaalde documentatie kan worden aangetoond. Hier zal ook een hyperlink aan worden toegevoegd zodat het document vanuit de use cases direct benaderbaar is. De laatste aanpassing welke is doorgevoerd is het implementeren van de onderhoudseisen in de use case beschrijving, dit is gedaan door aan het eind van een stap in de use case beschrijving de eis toe te voegen.

Gebruikswijzer



Figuur 4-1 De gebruikswijzer voor de use cases.

ProRail

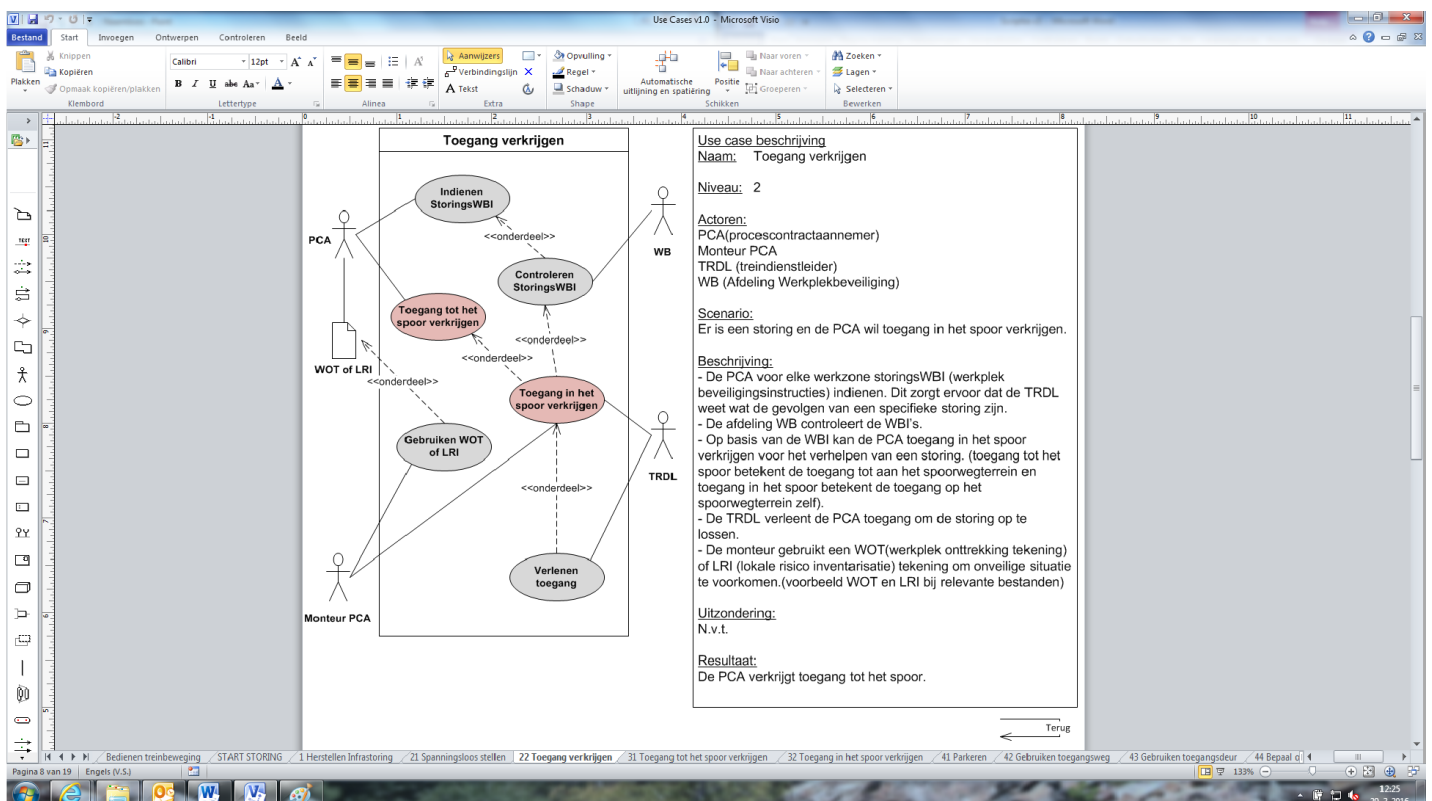
Dit uitgewerkte scenario dient als basis voor de uitwerking van de andere scenario's. Er is gekozen voor storing omdat het hierbij het belangrijkste is om snelle toegang en bereikbaarheid van het storend object te verkrijgen. Dit is in mindere mate bij de scenario's onderhoud en calamiteit omdat dan het spoor buiten dienst wordt genomen. De use case storing is zelf weer onderverdeeld in infrastoringen en calamiteiten, en voor deze testfase worden de infrastoringen uitgewerkt omdat bij dit type storing de bereikbaarheid en de toegankelijkheid lastig is omdat het spoor in dienst blijft. Vanuit het Handboek Storingsmanagement worden de volgende omschrijvingen gegeven (Weenen & Pieters, 2014):

“Calamiteit: een onregelmatigheid waarbij de calamiteitenorganisatie van ProRail in werking treedt of zal gaan treden.

Infra-calamiteit: een calamiteit waarbij er grote infra-schade is of dreigt te ontstaan. Deze omschrijving wordt met name gebruikt in het werkveld tussen OBI en aannemer.

Infra: De bij ProRail in beheer zijnde spoorweginfrastructuur, waaronder de gebouwen en terreinen.”

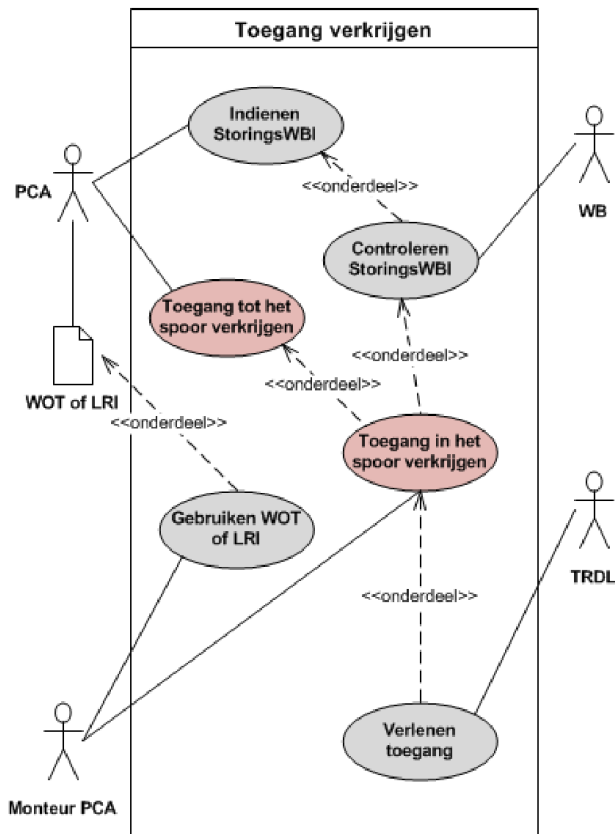
Er is één use case geselecteerd, deze is geselecteerd vanwege de aanwezigheid van alle al eerder beschreven relaties. De geselecteerde use case “Toegang verkrijgen” is onderdeel van de use case “Herstellen infrastoring” en is benodigd om de storingslocatie te kunnen bereiken. In figuur 4-2 hieronder is een screenshot weergegeven van de geselecteerde use case. Zoals te zien is bestaat de use case uit zowel de use case zelf als een use case beschrijving, beide onderdelen worden later in dit hoofdstuk toegelicht (dit is inclusief alle relaties).



Figuur 4-2: Een screenshot uit Visio van de use case "Toegang verkrijgen". Er kan binnen de use case doorgedrukt worden via de rood gekleurde use cases.

4.2 Use case voorbeeld

Van de geselecteerde use case wordt in deze paragraaf de daadwerkelijke use case toegelicht en uitgelegd hoe deze werkt. De relaties worden in de volgende paragraaf toegelicht en daarna wordt de hierbij behorende use case beschrijving nader toegelicht.



Figuur 4-3: Een compleet uitgewerkte use case. De overige use cases zijn gepresenteerd in bijlage 1. Deze use case wordt uitgelegd in de volgende paragraaf.

4.2.1 Actoren

De actoren worden bij de use cases altijd buiten het systeem weergegeven, in deze paragraaf worden alleen de actoren beschreven welke betrokken zijn bij de bovenstaande use case “Toegang verkrijgen”. De actoren van de andere use cases (bijlage 1) zijn toegelicht in bijlage 2. De betrokken actoren in deze use case zijn:

PCA (ProcesContractAannemer)

De aannemers hebben de verantwoordelijkheid voor het onderhoud, operationeel beheer en definitief functieherstel (storingseinde) van de infra binnen een contractgebied. Het OBI (handelt de storings af, voor extra uitleg zie bijlage 2) meldt storings aan de infra aan de storingscoördinator van de aannemer, stemt daarbij af over het urgentieniveau en het verloop van functieherstel en storingseinde. De aannemer is in dit verband opdrachtnemer van het OBI. Het OBI is gedelegeerd opdrachtgever inzake functieherstel namens ProRail.

Treindienstleider Verkeersleiding (TRDL)

Bij het vervoeren van reizigers en goederen over het spoor speelt de treindienstleider (TRDL) een belangrijke rol. Hij zorgt voor de spoorwegveiligheid binnen het hem toebedeelde gebied

zodat infragebruikers de treindienst of het gepland werk veilig en volgens plan kunnen uitvoeren. Hij bedient o.a. de seinen en de wissels en treft hij veiligheidsmaatregelen indien er werkzaamheden aan het spoor worden verricht.

De TRDL ontvangt soms ook storingsmeldingen via de eigen bedienapparatuur en/of direct van machinisten. In beide gevallen worden de meldingen telefonisch doorgezet naar het OBI. Verder gaat de communicatie tussen TRDL en het OBI met name over de functionaliteitsbehoefte van de railinfra op dat moment (prioritering) en het verloop van functieherstel en storingseinde (de link tussen de TRDL en het OBI is in een andere use case weergegeven zie bijlage 1). Bij een storing neemt de TRDL passende maatregelen zo sturen ze bijvoorbeeld het treinverkeer bij. Ze doen dit volgens de WBI (werkplekbeveiligingsinstructie), dit zodat de aannemer de storing veilig kan herstellen. Indien er voor onderhoud een buitendienststelling noodzakelijk is dan stelt de TRDL een werkcontract op zowel met de LWB (leider werkplekbeveiliging) en ook het OBI.

WB (werkplekbeveiliging)

Dit betreft een interne afdeling binnen ProRail en deze is verantwoordelijk voor het controleren van de ingediende WBI (werkplekbeveiligingsinstructie) voor zowel storingen als periodiek onderhoud. Door gebruik te maken van deze instructie kan er veilig aan het spoor gewerkt worden. De WBI beschrijft onder andere de aard van de werkzaamheden, tijd en datum en de aanwezigheid van bijzondere voertuigen.

4.2.2 Documenten

Bij deze use case zijn de verschillende functies afhankelijk van de volgende documenten:

WOT (Werkplek onttrekkingstekening)

Deze tekening dient ter ondersteuning van de WBI en wordt gemaakt door de aannemers en is de weergave van de werkplek en werkgebieden. Zo wordt onder andere het gebied dat buiten dienst is gesteld weergegeven alsmede bijvoorbeeld de locatie waar het voertuig kan worden geparkeerd.

LRI (Lokale risico inventarisatie)

Op de LRI tekeningen zijn de inspectiepaden en de zichtlijnen weergegeven. Ze geven inzicht waar er veilig kan worden gelopen en zijn dus van toepassing op plaatsen waar het spoor nog in dienst is.

4.2.3 Use case relaties

Zoals in paragraaf 2.3.1 is weergegeven zijn er in totaal vier verschillende relaties te onderscheiden. Binnen de zojuist gepresenteerde use case (figuur 4-2) zijn deze aanwezig en worden hieronder toegelicht. Deze zijn sequentieel toegelicht.

Vorbereiding

Voordat een procescontractaannemer aan het werk kan in een door hem contractgebied is hij verplicht om de volgende documentatie te overhandigen aan ProRail.

WOT en LRI tekeningen (Procescontractaannemer)

Om veilig te kunnen werken in het spoor is de procescontractaannemer verplicht om een LRI en een WOT te gebruiken. Deze moet hij zelf opstellen en moeten er zorg voor dragen dat de procescontractaannemer weet waar veilig gewerkt kan worden. Het document WOT of LRI

Indienen StoringsWBI (Procescontractaannemer)

De procescontractaannemer is verplicht om StoringsWBI's in te dienen zodat storingen snel en veilig opgelost kunnen worden.

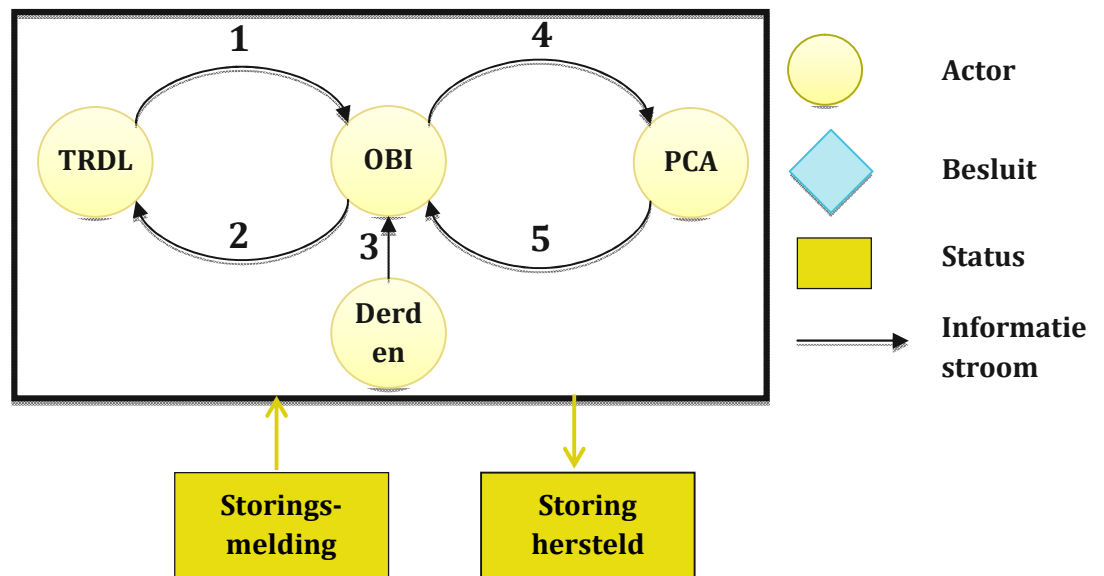
Bevindt zich buiten het systeem omdat deze al opgesteld is voordat er toegang wordt verkregen voor een storing.

Controleren StoringsWBI (Afdeling werkplekbeveiliging)

De afdeling werkplekbeveiliging controleert de werkplekbeveiligingsinstructies voor storingen. Deze worden geoptimaliseerd zodat de onttrekking in het geval van een storing zo klein mogelijk is. Deze ontvangen ze dan de procescontractaannemer dus vandaar de relatie met de use case “Indienen StoringsWBI”.

Herstellen storing

Nu aan alle eisen is voldaan door de procescontractaannemer kan hij veilig aan het werk en dus ook infrastoringen herstellen. In het figuur hieronder is een processchema weergegeven waarop te zien is welke actoren betrokken zijn bij het herstellen van een infrastoring (dit proces is in een bovenliggende use case verwerkt zie bijlage 1). De werking van dit proces wordt nu kort toegelicht, dit begint met de storingsmelding van een storingsmelder (treinmachinist, procescontractaannemer, inspecteur ProRail of derden). De storing wordt gemeld bij het OBI en wordt doorgezet naar de treindienstleider (TRDL) en deze neemt zijn maatregelen. Vervolgens stuurt het OBI de melding door naar de PCA en deze handelt de storing verder af.



Figuur 4-4: Processchema van het herstellen van een infrastoring.

Binnen de gekozen use case gaat het om het toegang verkrijgen bij het infrastoring. Hierbij dienen de volgende stappen te worden genomen:

Toegang tot het spoor verkrijgen

Om toegang in het spoor te kunnen verkrijgen is het nodig om toegang tot het spoor te hebben. Dit houdt in dat de procescontractaannemer het spoor met zijn voertuig of lopend moet kunnen bereiken.

Toegang in het spoor verkrijgen & Verlenen toegang

Voordat er toegang kan worden verkregen in het spoor moet dit overlegd worden met de Treindienstleider Verkeersleiding, dit gebeurt in het geval van storing op basis van de StoringsWBI. De analyse van de storing wordt altijd gehonoreerd alleen indien de storing niet

direct verholpen kan worden kan de treindienstleider anders beslissen om zo de overlast tot een minimum te beperken.

Monteur PCA (Gebruiken WOT of LRI)

Voordat de monteur gebruik kan maken van zijn WOT of LRI moet hij wel toegang in het spoor hebben verkregen. De monteur van de procescontractaannemer is verplicht om een WOT en een LRI te gebruiken indien hij gaat werken in of naast het spoor om op deze manier veilig te kunnen werken.

4.2.4 Use case beschrijving

In paragraaf 2.3.2 is een use case beschrijving toegelicht op basis van de literatuur. In deze paragraaf wordt de use case beschrijving behorende bij de use case “Toegang verkrijgen” nader toegelicht. Deze is weergegeven in figuur 4-5. Deze begint met de naam van de use case: Toegang verkrijgen. Vervolgens wordt het niveau ingevuld, dit zorgt ervoor dat de gebruiker weet hoeveel use cases er nog boven deze use case hangen, in dit geval zijn dat er 2 (niveau 1 en 0).

Hierna komt het meer inhoudelijke deel van de use case waar eerst de actoren worden opgesomd en ook het start scenario. Hierop volgt de daadwerkelijke beschrijving waarin stapsgewijs de use case wordt doorlopen en wat ook de logische volgorde is.

<u>Use case beschrijving</u>
<u>Naam:</u> Toegang verkrijgen
<u>Niveau:</u> 2
<u>Actoren:</u> PCA(procescontractaannemer) Monteur PCA TRDL (treindienstleider) WB (Afdeling Werkplekbeveiliging)
<u>Scenario:</u> Er is een storing en de PCA wil toegang in het spoor verkrijgen.
<u>Beschrijving:</u> - De PCA voor elke werkzone storingsWBI (werkplek beveiligingsinstructies) indienen. Dit zorgt ervoor dat de TRDL weet wat de gevolgen van een specifieke storing zijn. - De afdeling WB controleert de WBI's. - Op basis van de WBI kan de PCA toegang in het spoor verkrijgen voor het verhelpen van een storing. (toegang tot het spoor betekent de toegang tot aan het spoorwegterrein en toegang in het spoor betekent de toegang op het spoorwegterrein zelf). - De TRDL verleent de PCA toegang om de storing op te lossen. - De monteur gebruikt een WOT(werkplek onttrekking tekening) of LRI (lokale risico inventarisatie) tekening om onveilige situatie te voorkomen.(VII, VIII)
<u>Uitzondering:</u> N.v.t.
<u>Resultaat:</u> De PCA verkrijgt toegang tot het spoor.

Figuur 4-5: Een voorbeeld van een use case beschrijving welke hoort bij de weergegeven use case in figuur 4-3.

De bovenstaande use case is de use case “Toegang verkrijgen”. Deze bevindt zich zoals te zien in de use case beschrijving in niveau 2, dit betekend dat er nog twee niveaus use cases zich hierboven bevinden. Deze toegang is noodzakelijk zodat de PCA de storing op kan lossen. De use case kan bekeken worden vanuit de ogen van de verschillende actoren, daarom worden de te ondernemen acties per actor beschreven.

4.3 Onderhoudseisen

Uiteindelijk zijn de use cases gekoppeld met de onderhoudseisen welke verzameld zijn gedurende de interviews. Door het nader uitwerken van de use cases ontstaan er steeds nieuwe eisen maar het kan ook andersom gebeuren dat er een eis wordt ingebracht waardoor de use cases aangepast dienen te worden.

Alle eisen hebben een eigen eisnummer meegekregen waarnaar gerefereerd kan worden. Binnen de use cases wordt binnen de use case beschrijving gerefereerd naar de eisen. Er zal dan tussen haakjes een eisnummer te zien zijn (bijvoorbeeld: **(3)**). In het voorbeeld op de vorige pagina wordt er verwezen naar een aantal voorbeeld tekeningen, hiermee wordt bijvoorbeeld de noodzaak van het bepalen van de aanlooproutes mee aangetoond. De totale eisenlijst is weergegeven in bijlage 2.

4.4 Wijze van vastlegging

Om de use cases goed te kunnen vullen zal de vergaarde informatie goed moeten worden opgeslagen. Alle informatie wordt opgeslagen in Microsoft Excel en zal daarin gestructureerd worden zodat confronterende informatie snel naar voren komt en hierop geanticipeerd kan worden.

Onderbouwing onderhoudseisen

In Microsoft Excel worden dus alle vergaarde onderhoudseisen verzameld, en naast deze eisen worden hierin ook de interne procedures beschreven zodat alles wat gebruikt wordt in de uiteindelijke use cases in één bestand gestructureerd is. Natuurlijk kan er bij sommige eisen verwezen worden naar de bijbehorende documentatie en dit zal gebeuren door een aantal hyperlinks toe te voegen. Dit wordt later in dit rapport ook wel de eisenlijst genoemd.

Use Cases

Om de use cases in kaart te brengen en volgens de juiste structuur op te bouwen dient er gebruik te worden gemaakt van een zogeheten case tool. Dit zijn programma's waarin use cases goed kunnen worden opgesteld (inclusief de links tussen de verschillende use cases).

Er zijn zowel commerciële als open source (gratis) case tools beschikbaar. De open source tools (bijvoorbeeld ArgoUML of Umbrello) zijn niet bedoeld voor commerciële doeleinden en mogen om die reden door ProRail niet “gratis” gebruikt worden. En omdat dit onderzoek in eerste instantie bedoeld is om te testen of use cases geschikt zijn voor de toepassing is het niet nodig om een “dure” commerciële tool (bijvoorbeeld Visual Architect of Together) aan te schaffen. Daarom zal er voor dit onderzoek gebruik worden gemaakt van Microsoft Visio, dit programma is niet specifiek voor use cases ontwikkeld maar bezit wel een shape (Visio-shapes zijn kant-en-klare afbeeldingen welke gebruikt kunnen worden bij het tekenen. Zij vormen de basis van het model) welke hiervoor gebruikt kan worden.

5 Testfase

Deelvraag 3:

In hoeverre bieden de opgestelde use cases een meerwaarde voor ProRail?

In dit hoofdstuk zal door gebruik te maken van meerdere methoden deelvraag 3 worden beantwoord. Er wordt begonnen met drie testfases waarbij samen met de eindgebruikers het product wordt bekeken en zo nodig aanpassingen worden doorgevoerd. Hierop volgt een verificatie waarbij de opgestelde use case naast de ontwerpeisen wordt gelegd om te bekijken in welke mate deze voldoet. Daarna zal met drie eindgebruikers de werking van de use cases worden getest door middel van een validatieproces, hiermee wordt ook aangetoond of de use cases voldoen aan het interne onderzoeksdoel en dus een meerwaarde bieden voor ProRail.

5.1 Eindgebruikers

De eindgebruikers zijn de Planontwikkelaar van Projecten, Rail Systems Engineer (RSE) van projecten en de Plancoördinatoren van AM.

Planontwikkelaar van Projecten: De planontwikkelaar bereidt infrastructurele projectbesluit voor in de voorfase, alternatievenfase en planuitwerkingsfase. Hierbij faciliteert de planontwikkelaar een integrale afweging tussen de ontwerpalternatieven en varianten op basis van criteria zoals gebruikswaarde, omgevingswaarde en toekomstwaarde. Ze zetten zich dus in om ervoor zorg te dragen dat ontwerpproces en het project zelf effectief verloopt.

Rail Systems Engineer (RSE): De RSE is verantwoordelijk voor de inhoudelijke specificatie, verificatie en validatie van de ontwikkeling. Hiervoor gebruiken ze de aangeleverde eisen van meerdere afdelingen om een goede klanteisen specificatie op te stellen. Ze focussen zich op de oplevering van nieuwe en/of gewijzigde (deel) systemen in infraprojecten, en dus een bijdrage te leveren aan een optimaal functionerende infrastructuur.

Plancoördinator van AM: De plancoördinator stelt in zijn functie het uitvoeringsplan (korte termijn), het productieplan (middellange termijn) en het lange termijn plan op. En stuurt hieruit vanzelfsprekend het werk aan dat daaruit voortvloeit en optimaliseert dit werk op het gebied van interne en externe randvoorwaarden. Dit behelst onder andere het bepalen van de levensduur kosten en hiermee de onderhoudskosten te minimaliseren.

5.2 Iteratieve Testfase

In de laatste fase van de eigenlijke ontwikkeling van de use case zal deze getest worden. De werking van de use case zal intern getest worden. Om dit goed te kunnen controleren zal één of enkele specifieke onderdelen compleet worden uitgewerkt, op deze manier kan de bruikbaarheid van use case voor deze toepassing getest worden. Voor dit onderzoek zal de toegankelijkheid en de bereikbaarheid met betrekking tot het herstellen van een storing uitgezocht.

Er worden in totaal drie testfases uitgevoerd, dit zal betekenen dat de use case ook verbeterd wordt na elke testfase. Dit komt mede doordat er een aantal externe interviews gedurende de testfase worden uitgevoerd wat kan leiden tot nieuwe eisen en hierdoor ook aangepaste use cases. Deze testfasen dienen als doel de use cases te optimaliseren en zo nodig aan te passen indien nodig.

Daarom zullen zij tezamen de use cases met bijbehorende onderhoudseisen testen, er is gekozen om bij iedere testfase iemand van elke functie in het testteam te voegen. Dit omdat zij ieder een andere kijk hebben op deze eisen en het model vanwege hun achtergrond en kennis.

Testfase 1: In de eerste testfase worden de ontwikkelingen binnen ProRail met betrekking tot use cases en het onderbouwen van de onderhoudseisen toegelicht. Dit wordt direct gekoppeld aan het onderzoeksdoel. Vervolgens wordt de werking van use cases uitgelegd waarna we de opgestelde use cases gaan doorlopen en testen of ze kloppen. De eerste testfase eindigt met een overzicht van mogelijke use cases, waarbij de gezamenlijk wordt bekeken in welke Systems Engineering fase de betreffende use case gebruikt moet worden.

Testfase 2: In de tweede testfase wordt ook eerst een korte introductie gegeven over het onderzoeksdoel en ook worden de use case uitgelegd. Doordat er na de eerste testfase meerdere externe interviews zijn geweest kan er veel informatie / use cases worden toegevoegd. Dit betekent dat de nieuw opgestelde use cases getest kunnen worden en kan worden bekeken of de relaties tussen de verschillende use cases kloppen.

Testfase 3: In de laatste testfase wordt na wederom een korte introductie en bijbehorende uitleg over de use cases de use case voor de laatste keer getest. Met de op en aanmerkingen van de laatste testfase worden er nog een aantal aanpassingen gedaan en hierna zal het eindproduct af moeten zijn.

Bij deze testfase wordt dus niet alleen het product getest maar ook wat er nog aangevuld dient te worden. Dit iteratieve proces zorgt ervoor dat de compleetheid en de correctheid van dit product wordt verbeterd. Of het product daadwerkelijk compleet is en voldoet aan de gestelde eisen zal worden aangetoond in de volgende paragrafen (§5.3 & §5.4).

5.3 Verificatie eindproduct

Er zal aan de hand van de opgestelde ontwerpeisen worden geverifieerd, hierbij wordt elke gestelde eis langs gelopen en door middel van bewijs / argumentatie aangetoond of aan deze eis is voldaan.

Zoals zojuist toegelicht worden de eerder opgestelde ontwerpeisen geverifieerd. Hierbij wordt tabel 3-5 uit paragraaf 3.2.2 gebruikt en wordt uitgelegd hoe aan een gespecificeerde eis is voldaan. Op de volgende pagina wordt in tabel 5-1 deze verificatie uitgevoerd.

Tabel 5-1 De verificatie van de ontwerpeisen uit tabel 3-5.

Eis nr.	Eis	Toelichting	Nakoming	Bewijs / argumentatie
1	Onderbouwing			
1.1	Functionele geschiktheid	Het systeem dient een directe relatie te hebben met de eisen of de procedures indien van toepassing.	Voldoet	De eisen of aanbevelingen zijn gekoppeld door middel van een nummering bij de use case beschrijving. Indien er naar documentatie wordt gerefereerd is er een afbeelding te zien van een document (inclusief naam).
1.2	Functionele geschiktheid	Vanuit de eisenlijst dient te worden verwezen naar de betrokken use case(s).	Voldoet	Aan elke eis of aanbeveling is een use case gekoppeld (het use case nummer wordt weergegeven).
1.3	Functionele geschiktheid	De eisen vanuit de eisenlijst moeten zijn geverifieerd bij interne experts.	Voldoet	Veel eisen zijn opgehaald bij interne experts en direct met hun geverifieerd.
1.4	Functionele geschiktheid	Het systeem dient gebaseerd te zijn op de nieuwe handboeken.	Voldoet	Er is gebruik gemaakt van de nieuwste handboeken en deze klopt op dit moment.
1.5	Functionele geschiktheid	Het systeem dient alleen de eisen weer te geven die van invloed zijn op de storingswerkzaamheden.	Voldoet	Er zijn alleen eisen te zien die alleen op storingen van invloed zijn, maar soms is er wel een overlap met onderhoud maar dat is binnen het spoor niet vreemd.
1.6	Functionele geschiktheid	Het systeem dient weer te geven welke use cases wel en welke niet zijn uitgewerkt zodat een gebruiker kan zien wat er is uitgewerkt. En hoe hij / zij hieraan een bijdrage kan leveren.	Voldoet	In dit ontwerp is ervoor gekozen om de niet uitgewerkte use case grijs te maken zodat de lezer in één oogopslag kan zien dat deze niet is uitgewerkt.
2	Bruikbaarheid			
2.1	Bruikbaarheid	Het systeem dient te bedienen te zijn door middel van een software applicatie.	Voldoet	Het systeem is opgesteld door middel van Microsoft Office. Zodat iedereen deze kan openen.
2.2	Overlap	Het systeem dient geen overlapping te hebben tussen use cases van verschillende niveaus.	Voldoet	Er is binnen de use cases geverifieerd of er geen overlapping plaats vindt en dit is niet het geval.
2.3	Beveiligbaarheid	Het systeem dient er voor te zorgen dat er geen extra inlogprocedure nodig is buiten de normale inlogprocedure.	Voldoet	De use cases en de eisenlijst zijn vrij toegankelijk en vereisen geen inlogprocedure.
2.4	Beveiligbaarheid	Het systeem dient er voor te zorgen dat het mogelijk is om autorisaties te configureren.	Voldoet	Het is zowel binnen Microsoft Visio als Microsoft Excel mogelijk om autorisaties toe te voegen om ervoor te zorgen dat het systeem niet ongewenst aangepast wordt.
3	Onderhoudbaarheid			
3.1	Uitbreidbaarheid	Het systeem dient een nieuwe beheerder de mogelijk te bieden om het systeem uit te breiden.	Voldoet	Doordat er gebruik is gemaakt van Microsoft Excel en Microsoft Visio kan door het simpel toevoegen van een "blad" het systeem worden uitgebreid.
3.2	Aanpasbaarheid	Het systeem dient weer te geven hoe deze is opgebouwd zodat aanpassing kunnen worden doorgevoerd.	Voldoet	Binnen de use cases zijn niveaus geïmplementeerd, ook hebben ze allemaal een nummer waardoor duidelijk is waar ze op gebaseerd zijn.

ProRail

4	Gebruiker			
4.1	Training gebruikers	Het systeem dient door een nieuwe gebruiker binnen 5 minuten te begrijpen zijn.	Voldoet	Er is bij een 3 “nieuwe” gebruikers de tijd opgenomen totdat zij een bepaalde eis hadden gevonden door middel van de use cases. Dit was zonder uitleg. Gemiddeld kostte het een nieuwe gebruiker 4 minuten om de eis te vinden.
4.2	Gebruiksge mak	Het systeem dient zowel door collega met als zonder SE achtergrond te begrijpen te zijn.	Voldoet	Bij 3 collega's zonder SE achtergrond is wederom de tijd opgenomen. Bij hen was iets meer uitleg noodzakelijk vanwege de onbekendheid met SE. Na de uitleg begrepen ze de use cases en vonden ze ook makkelijk in gebruik.
5	Snelheid			
5.1	Prestatie	Het systeem dient de gezochte eisen binnen 2 minuten weer te geven.	Voldoet	Voor een “ervaren” eindgebruiker is het systeem ook getest op snelheid, het bleek dat de use cases de eisen binnen 2 minuten weergeven. Hier moet wel een kanttekening bij worden geplaatst omdat dit mede komt door de huidige grootte (nog niet compleet) van de use cases.
5.2	Prestatie	Het systeem dient er voor te zorgen dat de gebruiker na maximaal 5 CTRL + muisklikken bij de door hem / haar gezochte use case is.	Voldoet	Dit is verwerkt in de use cases als niveaus en betekent dat er maximaal 5 niveaus mogen zijn. Dit is geverifieerd en klopt. Dit voorkomt dat de use cases te ver worden uitgediept en zo minder nuttige informatie weergeven.

5.4 Validatie eindproduct

Door middel van een validatie zal de mening van de eindgebruikers omtrent use cases en de toepassing hiervan bekend worden. Dit is nodig zodat kan worden aangetoond of de opgestelde use cases meerwaarde bieden voor ProRail en daarom verder uitgewerkt dienen te worden. Met de validatie wordt het eindproduct gecontroleerd of deze voldoet aan de verwachtingen van de eindgebruikers. Er wordt dus samen met de eindgebruikers getoetst of het huidige ontwerp voldoet aan de verwachtingen.

De validatie (toets proces) is onderverdeeld in twee onderdelen namelijk de werking van de use cases waarmee er onder andere verdere invulling wordt gegeven aan de verificatie uit paragraaf 5.3 en de toegevoegde waarde van use cases waarbij aangetoond wordt in welke mate de use cases voldoen aan de verwachting en of dit het juiste ontwerp is.

Volgens de standaarden binnen de systems engineering dient naast de verificatie het ontwerp ook gevalideerd te worden. Bij de validatie gaat het om het aantonen dat het ontwerp overeenkomt met de behoefte van de eindgebruikers. Ze stellen zich hierbij de volgende vragen, hierop zijn de voor deze validatie opgestelde vragen gebaseerd:

- Tot op welke hoogte is het nuttig om de wijze van onderhoud in kaart te brengen en expliciet te maken, dit om de onderhoudseisen inzichtelijk te krijgen en te onderbouwen?
- Komt het onderzoeksdoel overeen met jouw eigen behoefte omtrent de onderhoudseisen van AM (Afdeling Asset Management)?
- Vervullen de use cases de behoefte omtrent het in kaart brengen van de wijze van onderhoud?

Vanuit deze vragen wordt er terug gekoppeld naar het eerste hoofdstuk van deze scriptie, zo wordt gevalideerd of het onderzoeksdoel is behaald en ook of het beoogde eindproduct is gerealiseerd. Beide zijn hieronder weergegeven en worden meegenomen in het validatieproces. Het validatieproces is toegevoegd als bijlage (bijlage 4).

5.4.1 Resultaat validatie

Door middel van het bovenstaande validatieproces kan er worden aangetoond of use cases daadwerkelijk meerwaarde bieden bij het in kaart brengen van de onderhoudseisen. Op basis van interne gesprekken zijn criteria met bijbehorende ontwerpeisen opgesteld, deze eisen zijn geverifieerd waarmee is aangetoond dat het uiteindelijke ontwerp voldoet aan de gestelde eisen. Maar of de use cases daadwerkelijk meerwaarde bieden wordt aangetoond door middel van dit validatieproces. Alle onderstaande uitspraken zijn vrij vertaald vanuit het validatieproces en ook door de gevalideerde gecontroleerd wordt (Validatieproces, 2016). Binnen dit validatieproces is er een aantal vragen gesteld waarbij de eindgebruiker door middel van een cijfer (1 tot en met 5) de vraag kon beantwoorden en vervolgens zijn antwoord kon toelichten.

- Tot op welke hoogte is het nuttig om door middel van use cases de wijze van onderhoud in kaart te brengen en expliciet te maken, dit om de onderhoudseisen inzichtelijk te krijgen en te onderbouwen?

Dat het nuttig is om het onderhoud door middel van use cases in kaart te brengen wordt door alle eindgebruikers die valideren bevestigd (2 eindgebruikers beoordeelden deze vraag met een 4 en de rest met een 5), mede omdat ProRail de verantwoording draagt voor goed onderhoud. Hiervoor is het noodzakelijk om het onderhoud in kaart te brengen en op deze wijze de procescontractaannemer goed te faciliteren. En door het in kaart brengen van het onderhoud kan gedurende het ontwerpproces hier rekening mee worden gehouden en op deze wijze worden geoptimaliseerd (Validatie 2).

Ook kan door het in kaart brengen van het onderhoud per locatie de benodigde onderhoudsvoorzieningen worden bepaald. Door de use cases hiervoor te gebruiken kunnen deze gebruikt worden om de locatie specifieke eisen te genereren (Validatie 1). Tot op heden waren er alleen generieke eisen welke niet of nauwelijks gebruikt werden, door deze project specifiek te maken of zoals hiervoor benoemd locatie specifiek is men verplicht om deze onderhoudseisen in een vroegtijdig stadium mee te nemen in het ontwerpproces (Validatie 5).

De opgestelde klanteisen kunnen door middel van het in kaart gebrachte onderhoud beter onderbouwd worden, de use cases zijn hier een bruikbaar en goed systeem voor en zijn daarom een goede basis voor de toekomst (Validatie 4). Dit kan ook helderheid geven en vormt een basis waarop projecten kunnen teruggevallen om de gevolgen van het ontwerp te benoemen (Validatie 6). Door de use cases te gebruiken om de instandhoudingsgevolgen in kaart te brengen kan het ontwerp worden aangepast, door de use cases op deze manier vorm te geven moet een project de onderhoudseisen betrekken bij het ontwerp.

Dat use cases nuttig zijn om de wijze van onderhoud in kaart te brengen en hierdoor de onderhoudseisen inzichtelijk te krijgen en te onderbouwen is bewezen en daarom zullen de use cases nog verder moeten worden uitgewerkt om zo daadwerkelijk locatie specifieke onderhoudseisen te kunnen genereren.

- In hoeverre vullen deze use cases dit onderzoeksdoel in en ook jouw eigen behoefte omtrent de CRS onderhoudseisen van AM?

Over het algemeen zijn de eindgebruikers positief over deze wijze van invulling van het onderzoeksdoel maar er zijn wel de nodige aandachtspunten welke aangepakt dienen te

worden voordat het als volwaardig systeem gebruikt kan worden. Dit is niet verwonderlijk omdat de use cases nog niet compleet zijn. Er wordt door de eindgebruikers bevestigd dat de use cases het onderzoeksdoel voor een groot deel vervullen (vier eindgebruikers geven een vier op als score), maar er waren ook twee eindgebruikers die een drie geven zij zien nog veel verbeterpunten en vonden de use cases op zichzelf nog niet voldoende. Zo stelt eindgebruiker 3 dat er een logische architectuur moet worden opgesteld zodat de use cases bruikbaar worden. Een andere eindgebruiker (eindgebruiker 6) ziet juist verbeterpunten met het oog op de organisatorische invulling, dit wordt door ProRail als volgende stap gezien tezamen met de verdere uitwerking.

Maar dat dit onderzoek noodzakelijk is wordt ondersteund door eindgebruiker 4 want hij stelt dat er te weinig onderbouwing aanwezig is voor de klanteisenspecificatie van de afdeling Asset Management. Deze wordt vervuld door de use cases en vullen op deze wijze dus het gat in tussen de afdeling Asset Management en de afdeling Projecten, dit wordt ook ondersteund door eindgebruiker 5 omdat hij stelt dat de use cases helpen bij het voeren van het gesprek tussen beide partijen.

- In hoeverre vervullen de use cases aan jouw eigen behoefte omtrent het in kaart brengen van de wijze van onderhoud?

Op deze vraag antwoorden de eindgebruikers overwegend positief al komt de mate van uitwerking wederom naar voren welke moet worden verbeterd voordat de gebruikersbehoefte volledig vervuld kan worden. Er zijn twee eindgebruikers (Validatie 3 & 4) die stellen dat de use cases de eigen behoefte volledig vervullen. Er zijn nog wel wat aandachtspunten benoemd, zo hangt dit volgens eindgebruiker 1 sterk af van de details van de use cases.

Uiteindelijk is het onderbouwen van de onderhoudseisen het voornaamste doel, uit het validatieproces is naar voren gekomen dat de use cases het aanwezige “gat” (ontbrekende onderbouwing) tussen AM en Projecten kunnen invullen. Het eindproduct kan als communicatie- / hulpmiddel gebruikt worden en spreekt voor beide partijen meer tot de verbeelding. Het is geschikt om een dialoog tussen beide partijen te ondersteunen en er voor zorg te dragen dat er goede afwegingen worden gemaakt (Validatie 4 & 5).

De use cases geven uiteindelijk de randvoorwaarden voor een bepaald onderdeel weer, hiermee weet een eindgebruiker wat de onderbouwing van de onderhoudseisen is (Validatie 3).

6 Conclusies en Discussie

Dit zesde hoofdstuk van dit onderzoek staat in het teken van conclusies. Op basis van het theoretische framework (beschreven in hoofdstuk twee) en de resultaten vanuit de testfase (beschreven in hoofdstuk vijf) zal eerst de centrale vraag beantwoord worden. Nadat de centrale vraag is beantwoord zal door middel van een discussie de sterke en zwakke punten van dit onderzoek toegelicht worden. In het hierop volgende hoofdstuk worden de aanbevelingen gepresenteerd.

Centrale vraag:

In hoeverre bieden use cases meerwaarde bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van een storing voor ProRail?

6.1 Conclusies

Om een onderbouwd antwoord te kunnen geven op de centrale vraag van dit onderzoek zullen de theorie en het praktijkonderzoek moeten worden gekoppeld. Dit betekent dat de verzamelde informatie omtrent use cases en de daadwerkelijk use cases met de bijbehorende verificatie en validatie samen worden gevoegd tot een gefundeerd antwoord.

Het doel van dit onderzoek was om te achterhalen in welke mate use cases een meerwaarde bieden bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van een storing voor ProRail. Vanuit het uitgevoerde literatuuronderzoek kwam naar voren dat use case uitermate geschikt zijn voor het in kaart brengen van de eisen voor bijvoorbeeld een tunnelproject. Tevens werden use case benoemd in de systems engineering literatuur waarbij ze kunnen worden toegepast in de fase waarbij de eisen worden opgesteld tezamen met de behoefte van de eindgebruiker. Dit gaf al een eerste indicatie dat use cases geschikt zijn voor deze toepassing.

De use cases bieden een meerwaarde indien deze helpen bij het in kaart brengen van de onderhoudseisen en tevens moet dan in de use cases de onderbouwing voor deze onderhoudseisen zijn weergegeven. Door middel van het verificatieproces is aangetoond dat de opgestelde use cases voldoen aan de gestelde ontwerpeisen. Door aan deze ontwerpeisen te voldoen bieden de use cases een meerwaarde voor ProRail, hierbij werd met name gefocust op de onderbouwing van de eisen. Deze is eenvoudig te herleiden door gebruik te maken van de use case en zo de betreffende “asset” of proces kan opzoeken. Ook zijn de use cases gebruiksvriendelijk doordat een nieuwe gebruiker binnen vijf minuten het systeem begrijpt en hier mee kan werken.

Het is in dit onderzoek aangetoond (validatieproces) dat use cases een meerwaarde bieden bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van een storing voor ProRail. Zo kunnen de use cases gebruikt worden om de onderhoudseisen op te stellen en kunnen hierdoor ook gebruikt worden als communicatiemiddel tussen te verschillende afdelingen om zo het belang van het onderhoud in het daadwerkelijke ontwerp mee te kunnen nemen. Ook kan door het in kaart brengen van het onderhoud de focus verplaatst worden van de nieuwbouw naar de onderhoudsperiode mede doordat duidelijk is wat hier allemaal bij komt kijken en welke faciliteiten een onderhoudsaannemer allemaal nodig heeft.

Ook kan door het in kaart brengen van het onderhoud per locatie de benodigde onderhoudsvoorzieningen worden bepaald. Door de use cases hiervoor te gebruiken kunnen deze gebruikt worden om de locatie specifieke eisen te genereren.

Het is meerwaarde want de use cases geven een visuele weergave van het onderhoud zodat het ook voor andere afdeling duidelijk is op welke wijze het onderhoud wordt uitgevoerd. Dit wordt ondersteund door de eindgebruikers die door de visuele weergave de onderbouwing van de eisen kunnen achterhalen en hierop de keuzes te baseren. De visuele weergave biedt meerwaarde omdat dan collega's met minder kennis van het onderhoud kunnen achterhalen waar de onderhoudseisen op gebaseerd zijn. Hierdoor hoeft AM dit minder vaak toe te lichten. De use cases hebben potentieel, want door middel van de use cases kunnen er project specifieke onderhoudseisen worden opgesteld waar op dit moment nog generieke onderhoudseisen worden gebruikt. Dit kan doordat door middel van de use cases kan worden bepaald wat het uiteindelijke gebruik gaat zijn en door dit inzicht kunnen de eisen project specifiek worden gemaakt.

De use cases bieden veel meerwaarde indien deze zijn uitgewerkt, dit betekent dat ze compleet moeten zijn en elke onderhoudseis binnen de use case onderbouwd dient te worden. Hierdoor zal er veel tijd moeten worden gestoken in het nader uitwerken van de use cases. Ook zoals eerder benoemd in deze conclusie zal het noodzakelijk zijn om locatie specifieke use cases op te stellen om zo relevante onderhoudseisen te verkrijgen.

Uiteindelijk kan worden geconcludeerd dat de use cases een geschikte methodiek is om het onderhoud in kaart te brengen en hiermee ook de onderhoudseisen op te stellen.

6.2 Discussie

Deze paragraaf bestaat uit drie verschillende onderdelen, als eerst worden de theoretische implicaties toegelicht waarbij de resultaten naast de literatuur wordt gelegd. Waarna vervolgens de praktische implicaties worden beschreven waarin de praktische waarde wordt uitgelegd. En er wordt afgesloten met een paragraaf beperkingen waarin de beperkingen van dit onderzoek kort worden toegelicht.

6.2.1 Theoretische implicaties

Met dit onderzoek is ten opzichte van vorige onderzoeken en literatuur omtrent use cases aangetoond dat use cases een meerwaarde kunnen bieden bij het in kaart brengen van eisen voor het herstellen van storing. Dit betekent dat door de wijze van het herstellen van de storing een aantal onderhoudseisen in kaart kunnen worden gebracht. Om dit te gebruiken als asset manager is nog niet eerder onderzocht en zal daarom van toegevoegde waarde zijn voor de wetenschap. Ook wordt door middel van de use cases de eisen direct onderbouwd en dit laat zien aan de ontwerpende partij in welke mate ze de eisen moeten toepassen op het ontwerp en hoe belangrijk deze zijn. Doordat door dit onderzoek duidelijk is geworden dat de use cases ook geschikt zijn om de wijze van onderhoud in kaart te brengen kan ten opzichte van eerdere onderzoeken over use cases worden geconcludeerd dat de use cases niet alleen voor de ICT geschikt zijn maar ook voor asset management.

6.2.2 Praktische implicaties

In welke mate kunnen de resultaten van waarde zijn voor de praktijk? De opgedane resultaten in dit onderzoek kunnen door ProRail worden gebruikt maar mogelijk ook door andere asset managers zoals RET voor bijvoorbeeld tunnels (Croon Elektrotechniek, 2015). Door in kaart te brengen hoe de tunnels worden onderhouden kan met de eisen hierop aanpassen en zo een onderhoudsvriendelijk ontwerp verkrijgen voor de onderhoudsperiode.

6.2.3 Beperkingen

De lezer moet er rekening mee houden dat de eindresultaten mede gebaseerd zijn op de validatie van zes eindgebruikers, maar mede door de positieve feedback zal dit waarschijnlijk

geen of weinig invloed hebben op de conclusies. Tevens is de informatie in dit onderzoek verzameld door collega's te interviewen, de informatie die hieruit voortkwam is geverifieerd tijdens de testfase maar het kan zo zijn dat er informatie ontbreekt. De correctheid van de informatie zal in een later stadium door ProRail geoptimaliseerd moeten worden door met meer collega's, ingenieursbureaus en procescontractaannemers te spreken. In dit onderzoek zijn er interviews uitgevoerd met 4 mensen van de procescontractaannemers, dit zal moeten worden uitgebreid om op die manier de use cases compleet te maken. De eindgebruikers in dit onderzoek zijn interne collega's maar het uiteindelijke doel is dat de verschillende ingenieursbureaus ook met de use cases gaan werken, daarom is het belangrijk dat zij ook worden betrokken bij het uitwerken van de use cases. Dat is in dit onderzoek niet gedaan omdat dit het herstellen van een storing betrof en de ingenieursbureaus daar niet direct bij betrokken zijn.

Ook is er in dit onderzoek maar één specifieke methodiek onderzocht en dat zijn de use cases, er is onderzocht of de use cases een meerwaarde bieden bij het in kaart brengen van de onderhoudseisen. Maar het kan zo zijn dat een andere methodiek veel geschikter is voor deze toepassing maar dit is dus niet onderzocht. Dit gaat voorbij aan het doel van deze studie en is om die rede niet onderzocht.

De use cases zijn op dit moment alleen voor "Herstellen infrastoring" opgesteld, dit betekend dat de use cases nog niet compleet zijn en nog verder uitgewerkt dienen te worden. Door de beperkte uitwerking komen het volledige potentieel en de tekortkomingen niet helemaal naar voren.

De beperkte kennis van de onderzoeker van het spoor kan invloed hebben gehad op de compleetheid van de use cases al zijn deze wel met collega's (wie in het bezit zijn van deze kennis) besproken.

7 Aanbevelingen

Gedurende dit onderzoek is er een aantal overige uitkomsten naar voren gekomen welke bijdragen aan de meerwaarde van de use cases, maar omdat deze niet nader onderzocht zijn worden ze hier kort toegelicht. In de hierop volgende paragraaf worden de aanbevelingen gegeven voor ProRail, wat zijn de vervolgtacties om de use cases een succes te maken.

7.1 Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn zo opgesteld dat deze eigenlijk een actieplan zijn voor ProRail om de use cases een succes te maken. De aanbevelingen verschillen in abstractieniveau omdat er op al deze verschillende niveaus beslissingen moeten worden genomen.

- **Capaciteit / Beheer**

In hoeverre wil ProRail capaciteit vrijmaken om de use cases bij te houden. Uiteindelijk zijn de use cases een product welke constant in ontwikkeling zijn, dit geldt voornamelijk voor de gekoppelde eisen welke beheerd dienen te worden om zo de eisen steeds specifieker te kunnen maken. Denk dus goed na over het beheer van de use cases (wie is verantwoordelijk voor het bijhouden en wijzigen ervan). Moeten de use cases iedere keer worden aangepast indien er bijvoorbeeld een nieuwere versie van een document is verschenen welke invloed heeft op de use cases.

Het moet een formeel document / tekening worden die beheerd wordt. Ook zal deze idealiter opvraagbaar en gedocumenteerd zijn middels de selectie van specifieke objecten.

- **Software**

Vanuit de validatie kwam naar voren dat de gebruikte software (Microsoft Visio en Microsoft Excel) niet geschikt is om de use cases en de eisen in te verwerken mede door de complexiteit en hoeveelheid. Daarom wordt er aanbevolen om gebruik te maken van een ander softwarepakket zoals bijvoorbeeld Relatics. Binnen ProRail wordt er al gebruik gemaakt van Relatics, hierin is de klanteisenspecificatie (CRS) al verwerkt maar wordt nog niet breed toegepast. Momenteel wordt Relatics verder ontwikkeld en uiteindelijk kunnen er ook use cases in dit platform worden opgesteld en direct gekoppeld kunnen worden aan de gestelde eisen. Daarom is het ten eerste aan te bevelen om de use cases met bijbehorende eisen te verwerken in Relatics ook omdat systeem speciaal hiervoor is opgesteld en daarom beter geschikt is. De use cases worden dan toegepast om de wijze van onderhoud visueel te maken en zo de onderbouwing weer te geven voor specifieke onderhoudseisen. Tevens kunnen door middel van de use cases de onderhoudseisen worden gekoppeld aan meerdere onderhoudssituaties. Volgens zichzelf biedt Relatics de mogelijkheid om informatie gestructureerd te organiseren, bijvoorbeeld volgens de Systems Engineering standaarden.

- **Structuur bepalen**

Op dit moment zijn de use cases opgedeeld in diverse modus (Storing, Onderhoud en In Dienst) maar of dit de beste optie is voor de uiteindelijke use cases moet nog bepaald worden. Zo kwam uit de validatie voort dat er een prestatie eis aan de use cases toegevoegd dient te worden. Zo kan er bijvoorbeeld geprioriteerd worden op corridor (belangrijkheid van route) en kan op deze manier het gebruik gekoppeld worden aan een prestatie welke samen leiden tot een klanteis. Uiteindelijk kan het zo zijn dat voor specifieke locaties de use cases moeten worden uitgebreid, zoals bijvoorbeeld voor tunnels.

- **Uitwerken use cases**

Vraag voor een emplacement een aantal WOT (werkplekonttrekkings) tekeningen op bij de onderhoudsaannemers, hierop kunnen nieuwe onderhoudseisen met betrekking tot toegankelijkheid en bereikbaarheid gebaseerd worden.

- **Betrekken stakeholders**

Intern is er ruim voldoende kennis aanwezig om grote delen van de use cases in te kunnen vullen. Zo kunnen diverse bouwmanagers en inspecteurs worden ondervraagd om op deze wijze de use cases verder in te kunnen vullen, ook zullen zij zich op deze manier betrokken voelen en daardoor in een latere fase hun kennis zullen delen en willen toevoegen aan de use cases. Tevens moeten de onderhoudsaannemers ondervraagd worden, en kan door het rapporteren van vele onderhoudswerkzaamheden de use cases steeds verder gevuld worden.

Omdat de ingenieurbureaus hier ook de nodige kennis van hebben dienen zij ook betrokken te worden, ze begeleiden vaak projecten voor ProRail en kunnen aangeven waar zij hun besluiten op baseren gedurende de ontwerpfase. Uiteindelijk leidt het ondervragen van alle stakeholders die invloed hebben op het spoor tot use cases welke een branchebreed draagvlak hebben.

7.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek

Voor de wetenschap is aangetoond dat use cases nog breder kunnen worden toegepast dan al bekend was, maar nog steeds blijft het lastig om te bepalen hoe de use cases gebruikt moeten worden binnen de systems engineering. En dan voornamelijk gericht op asset management omdat hierbij wordt uitgegaan van een herhalend proces (onderhoud). Hoe dit precies vorm moet worden gegeven zal nader moeten worden onderzocht.

Tevens kan er worden onderzocht welke mogelijkheden er zijn om de wijze van onderhoud in kaart te brengen en welke het meest geschikt is voor asset management.

7.3 Overige uitkomsten

Door het opstellen van use cases wordt de koppeling van de onderhouds- of herstelactiviteiten met de procedures inzichtelijk en is deze te herleiden. Ook de acties welke de procescontractaannemer dient uit te voeren worden zichtbaar en zijn te koppelen aan specifieke use cases. Verder kan door het in kaart brengen van alle procedures kan de eindgebruiker de bijbehorende documentatie en de contactpersonen identificeren, op deze wijze ontstaan er korte lijnen tussen collega's omdat duidelijk is waar de informatie vandaan komt (Testfase & Validatieproces).

Tevens ontstaan door het opstellen van de use cases veel eisen met betrekking tot het standaard ontwerp. Wat er eigenlijk gebeurd is een begin maken met het "ontwerpen" van onderhoud, welke onderhoudseisen worden er gesteld aan een specifieke "asset". Hiermee kan er onderscheid worden gemaakt tussen verschillende onderdelen met betrekking tot onderhoud (Testfase).

De koppeling van use cases met onderhoud en met de ontwerpvoorschriften van ProRail. De koppeling van use cases met het onderhoud kan worden gemaakt door voor elk onderdeel de use case uit te werken en hieraan een aantal use cases met betrekking tot toegankelijkheid en bereikbaarheid toe te voegen. Ook de werkzaamheden voor dit onderhoud zijn dan direct meegenomen omdat deze onderdeel uitmaken van zowel de toegankelijkheid als de bereikbaarheid.

8 Referenties

Alchimovicz, B., Jurkiewicz, J., Ochodek, M., & Nawrocki, J. (2010). Building benchmarks for use cases. *Computing and Informatics* , 27-44.

Banerjee, G. (2004). Use Case Estimation Framework. *Use Case Estimation Framework*, (p. 12). Noida, India.

Bittner, K., & Spence, I. (2003). *Use Case Modelling*. Boston, Verenigde Staten: Pearson Education, Inc.

Bustard, D., He, Z., & Wilkie, F. (2000). Linking soft systems and use-case modelling through scenarios. *Interacting with Computers* 13 , 97-110.

Capgemini. (2012). *Keuze ontwikkelmethode*. Utrecht.

Carroll, E. R. (2005). Estimating Software Based on Use Case Points. *Object-Oriented Programming, Systems, Languages & Applications*. San Diego, California, USA: Agilis Solutions.

Cockburn, A. (2001). *Writing Effective Use Cases*.

Croon Elektrotechniek. (2015, oktober 13). Kennis en ervaring use cases. (J. Prinsen, Interviewer)

Curtis, S., Gesler, W., Smith, G., & Washburn, S. (2000). Approaches to sampling and case selection in qualitative research: examples in the geography of health. *Socail Science & Medicine* , 1001-1014.

Déandreis, C., Pagé, C., Braconnot, P., Barring, L., Bucchignani, E., Som de Cerff, W., et al. (2014). Towards a dedicated impact portal to bridge the gap between the impact and climate communities : Lessons from use cases. *Climate Change* , 333-347.

Dijkman, R. M., & Joosten, S. M. (2002). *Deriving Use Case Diagrams from Business Process Models*. Enschede.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review* , 532-550.

Gazendam, H. (1998). *Modelleren van gebruiksmogelijkheden (use cases)*. Enschede & Groningen: Universiteit Twente & Rijksuniversiteit Groningen.

Georgiades, M. G., & Andreou, A. S. (2012). Formalizing and Automating Use Case Model Development. *The Open Software Engineering Journal* , 21-40.

IBM. (2016, januari 8). *IBM Knowledge Center*. Opgehaald van <http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/?lang=nl>

International Council on Systems Engineering. (2016, Maart 3). *Wat is Systems Engineering?* Opgehaald van International Council on Systems Engineering: www.incose.nl

- Jacobson, I., Spence, I., & Bittner, K. (2012). *USE-CASE 2.0 Handboek voor het succesvol toepassen van Use Cases*. Ivar Jacobson International.
- Jamwal, D. (2010). Analysis of Software Quality Models for Organizations. *International Journal of Latest Trends in Computing* , 19-23.
- Jurkiewicz, J., & Nawrocki, J. (2015). Automated events identification in use cases. *Information and Software Technology* 58 , 110-122.
- Kirmani, M. M., & Wahid, A. (2015). Revised Use Case Point (Re-UCP) Model for Software Effort Estimation. (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* .
- Montagud, M., Boronat, F., Stokking, H., & van Brandenburg, R. (2012). Inter-destination multimedia synchronization: schemes, use cases and standardization. *Multimedia Systems* .
- Naseem, J., & Tahir, W. (2009). *Study and analysis of the challenges, and guidelines of transitioning from waterfall development model to Scrum*. Ronneby.
- Object Management Group. (2007). *OMG Unified Modeling Language (OMG UML)*. OMG.
- Ochodek, M., Alchimowicz, B., Jurkiewicz, J., & Nawrocki, J. (2011). Improving the reliability of transaction identification in use cases. *Information and Software Technology* 53 , 885-897.
- Ochodek, M., Nawrocki, J., & Kwarciak, K. (2011). Simplifying effort estimation based on Use Case Points. *Information and Software Technology* 53 , 200-213.
- Olanrewaju, A. L. (2013). A Critical Review of Value Management and whole Life Costing on Construction Projects. *International Journal of Facility Management* , Vol.4, No.1.
- Penna, G. D., Intrigila, B., Laurenzi, A. R., & Orefice, S. (2006). An XML environment for scenario based requirements engineering. *The Journal of Systems and Software* 79 , 379-403.
- ProRail. (2015). *Handboek Systems Engineering (SE)*. Utrecht.
- ProRail. (2015). RailMaps Intern. Utrecht.
- Ratcliffe, M., & Budgen, D. (2005). The application of use cases in systems analysis and design specification. *Information and Software Technology* 47 , 623-641.
- Rijkswaterstaat. (2009). *Werkwijzebeschrijving 00044 Verificatie en Validatie*. Rijkswaterstaat.
- Royal HaskoningDHV. (2015, oktober 2). Kennis en ervaring use cases. (J. Prinsen, Interviewer)
- Sehlhorst, S. (2007, Februari 13). *Software Cost Estimation With Use Case Points - Technical Factors*. Opgehaald van Tyner Blain: <http://tynerblain.com/blog/2007/02/13/software-cost-estimation-ucp-2/>
- SYSQA B.V. (2011). *ISO 25010: 2011 Een introductie*. Almere: SYSQA B.V.
- Technische Universiteit Eindhoven. (2015, Oktober 8). *Use Case Modelling*. Opgehaald van SlidePlayer: <http://slideplayer.nl/slide/1940455/>

Teehan, A., & Keating, J. G. (2010). Appropriate Use Case modeling for humanities documents. *Literary and Linguistic Computing*, Vol. 25, No. 4 .

(2016, Maart 16). Validatieproces. (J. Prinsen, Interviewer)

Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2005). *Het ontwerpen van een onderzoek*. Utrecht: Uitgeverij Lemma.

Weenen, A., & Pieters, M. (2014). *Handboek Storingsmanagement*. ProRail , AM Infrabeschikbaarheid, Utrecht.

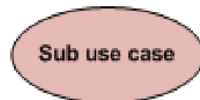
9 Bijlagen

Bijlage 1: Uitwerking Use Cases

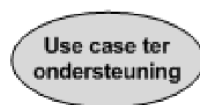
Gebruikswijzer



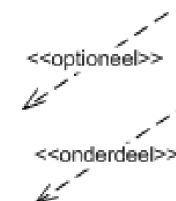
Vanuit deze use case wordt gestart en leidt tot een aantal sub- use cases.



Van deze use cases zijn sub-use cases uitgewerkt en dus nader gedefinieerd. Er kan gebruik worden gemaakt van de link door CTRL + linker muisknop te gebruiken.



Deze use cases dienen ter ondersteuning en zijn niet verder uitgewerkt.



Dit is een relatie waar de ene functie resulteert in de andere functie.

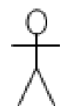


Dit is een relatie waarbij de hierop volgende functie de vorige nodig heeft zodat deze actie onderneemt.



document

Betrokken documenten welke van invloed zijn op een specifieke use case. De link naar het betreffende document is hieraan vastgehangen, dit bestand kan geopend worden door CTRL + linker muisknop te gebruiken.

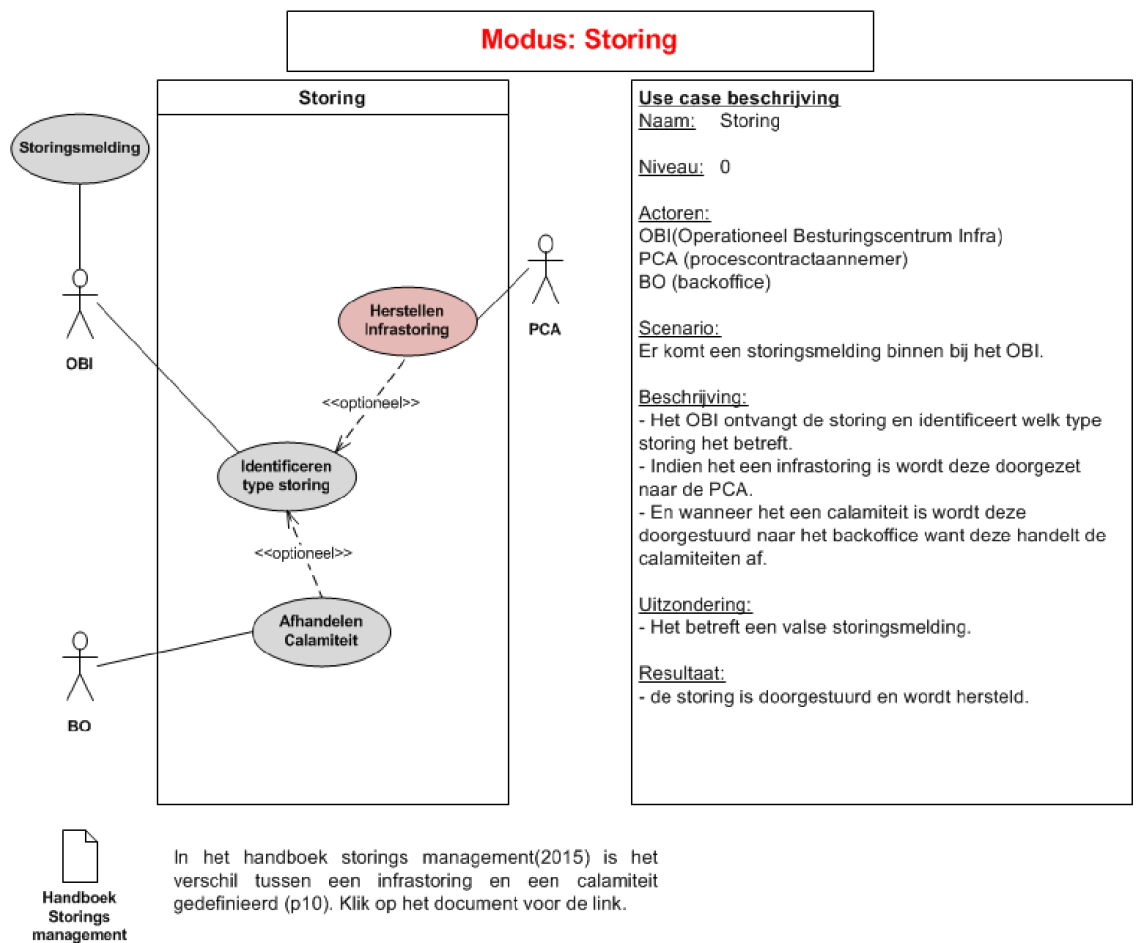


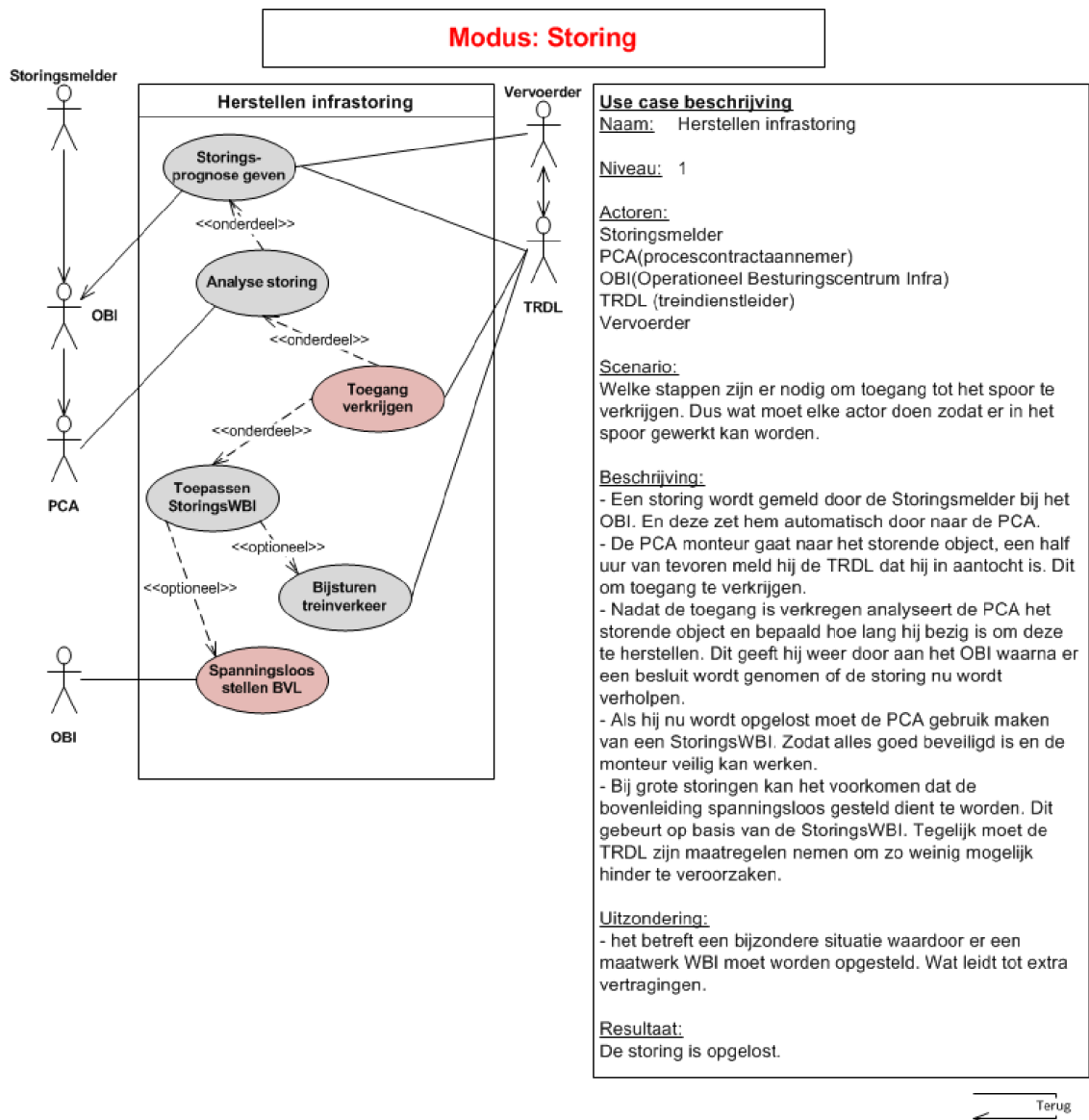
actor

Betrokken actoren welke gelinkt zijn aan een specifieke functie.

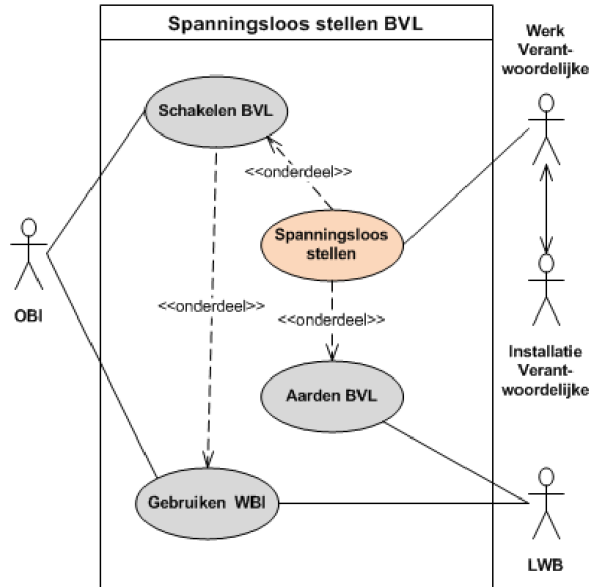
(13)

Verwijzing naar een eis uit de eisenlijst (Microsoft Excel)





Modus: Storing



Use case beschrijving

Naam: Spanningsloos stellen BVL

Niveau: 1

Actoren:

OBI(Operationeel Besturingscentrum Infra)
LWB(leider werkplek beveiliging)
Werkverantwoordelijke(EV PCA)
Installatieverantwoordelijke(EV ProRail)

Scenario:

Het bedienen van de bovenleiding in storingssituaties.
Welke actoren moeten wat kunnen uitvoeren.

Beschrijving:

- Er is een storing waarbij de bovenleiding spanningsloos gesteld dient te worden.
- Er wordt geadviseerd dat de spanningsloosstelling wordt overlegd door de PCA(werkverantwoordelijke) met de installatieverantwoordelijke.
- Het OBI schakelt op basis van de WBI de bovenleiding.
- Bij een storingssituatie aard de LWB de BVL.
- Door het aanbrengen van deze dubbele "schil"(schakelen en aarden) kan er veilig gewerkt worden.

Uitzondering:

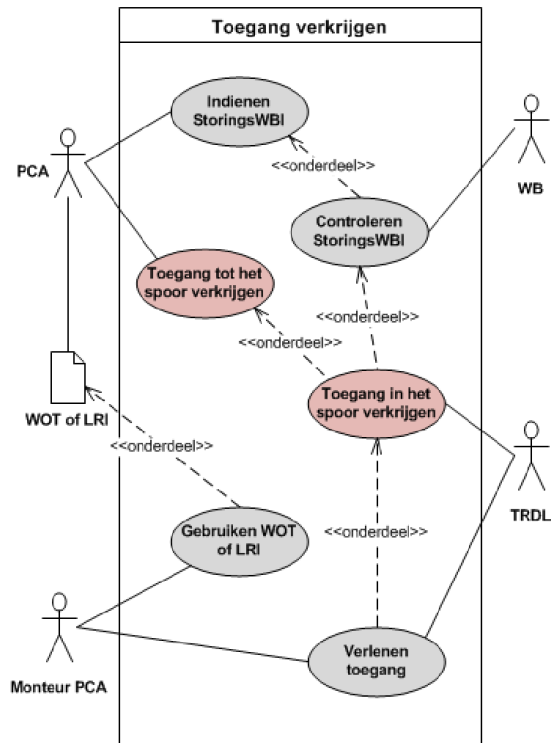
N.v.t.

Resultaat:

De betrokken sectie is spanningsloos gesteld.

← Terug

Modus: Storing



Use case beschrijving

Naam: Toegang verkrijgen

Niveau: 2

Actoren:

PCA(procescontractaannemer)
Monteur PCA
TRDL (treindienstleider)
WB (Afdeling Werkplekbeveiliging)

Scenario:

Er is een storing en de PCA wil toegang in het spoor verkrijgen.

Beschrijving:

- De PCA voor elke werkzone storingsWBI (werkplek beveiligingsinstructies) indienen. Dit zorgt ervoor dat de TRDL weet wat de gevolgen van een specifieke storing zijn.
- De afdeling WB controleert de WBI's.
- Op basis van de WBI kan de PCA toegang in het spoor verkrijgen voor het verhelpen van een storing. (toegang tot het spoor betekent de toegang tot aan het spoorwegterrein en toegang in het spoor betekent de toegang op het spoorwegterrein zelf).
- De TRDL verleent de PCA toegang om de storing op te lossen.
- De monteur gebruikt een WOT(werkplek onttrekking tekening) of LRI (lokale risico inventarisatie) tekening om onveilige situatie te voorkomen.(voorbeeld WOT en LRI bij relevante bestanden)

Uitzondering:

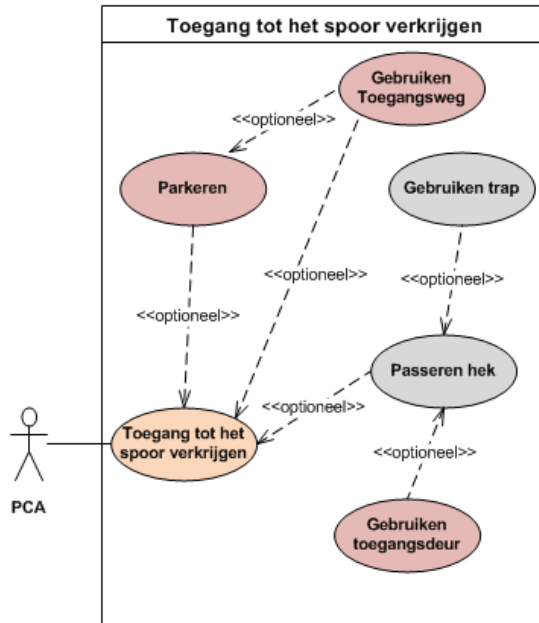
N.v.t.

Resultaat:

De PCA verkrijgt toegang tot het spoor.

Terug

Modus: Storing



Use case beschrijving

Naam: Toegang tot het spoor verkrijgen

Niveau: 3

Actoren:

PCA (procescontractaannemer)

Scenario:

Om aan of langs het spoor te kunnen werken moet er toegang worden verkregen. En in deze use case wordt beschreven welke mogelijkheden er zijn en waar deze dan van afhankelijk zijn.

Beschrijving:

- Iemand wil toegang tot het spoor verkrijgen, iemand van de PCA.
 - Om toegang te kunnen verkrijgen moet de PCA vaak zijn voertuig parkeren, waarbij het kan voorkomen dat hij gebruik moet maken van een toegangsweg of een toegangshek.
 - Wanneer de voertuig geparkeerd is zal de PCA toegang kunnen verkrijgen tot het spoor, eventueel zal hij gebruik moeten maken van een hek, waarvoor een toegangsdeur of een trap noodzakelijk kan zijn.
- (13)

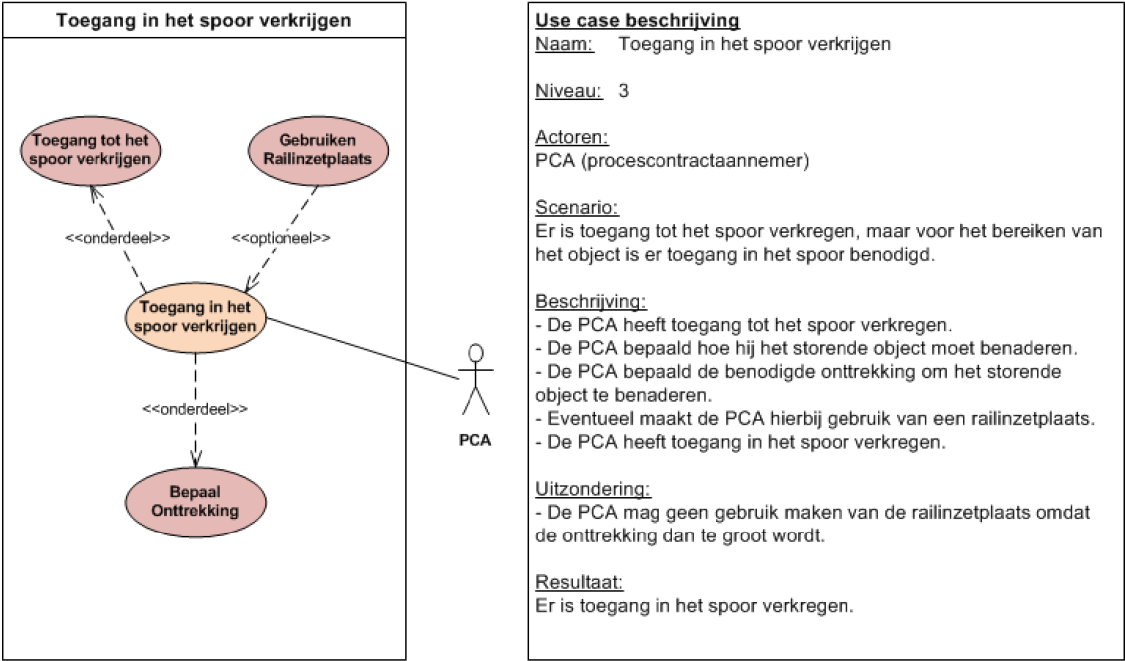
Uitzondering:

Resultaat:

De PCA heeft toegang tot het spoor verkregen.

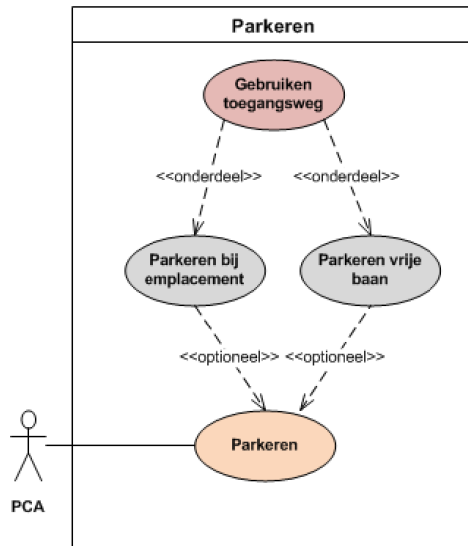
Terug

Modus: Storing



← Terug

Modus: Storing



Use case beschrijving

Naam: Parkeren

Niveau: 4

Actoren:

PCA (procescontractaannemer)

Scenario:

Het parkeren van je voertuig nabij het spoorwegterrein.

Beschrijving:

- de PCA wil dichtbij de storende locatie zijn auto parkeren.
- de PCA kiest de meest optimale locatie om te parkeren.
- Dit kan benodigd zijn bij een emplacement of bij de vrije baan. **(5,6)**
- Ook moet de parkeerplaats zelf bereikbaar zijn, hiervoor kan gerefereerd worden naar de use case voor het gebruiken van een toegangsweg.

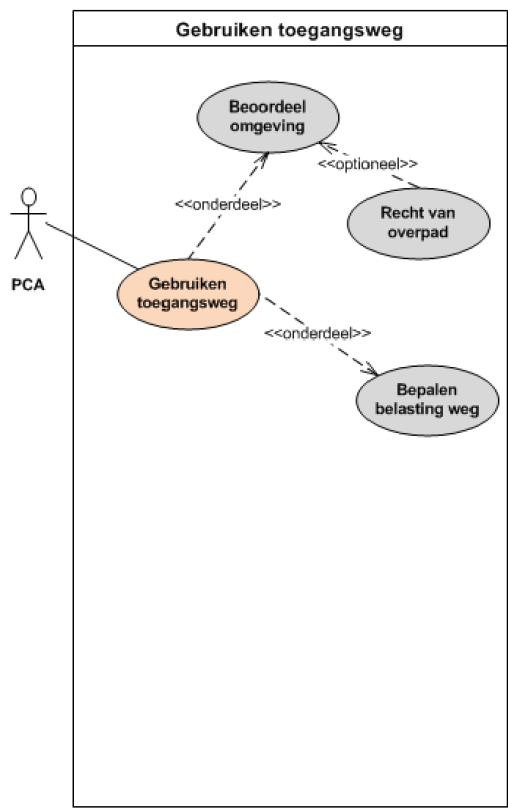
Uitzondering:

Resultaat:

De PCA weet waar hij zijn voertuig kan parkeren.

← Terug

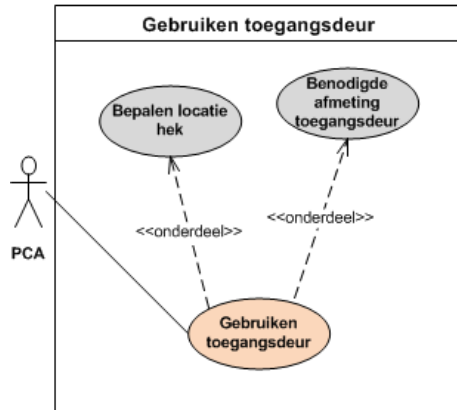
Modus: Storing



Use case beschrijving
Naam: Gebruiken toegangsweg
Niveau: 4
Actoren:
PCA (procescontractaannemer)
Scenario:
De toegangsweg moet eventueel gebruikt worden. Is dit een mogelijkheid?
Beschrijving:
- De PCA wil een toegangsweg gebruiken om toegang tot het spoor te verkrijgen.
- De PCA bekijkt of hij met zijn materieel over de toegangsweg kan. **(17)**
- De PCA bekijkt de omgeving of daar geen beperkende factoren optreden en of hier geen sprake is van recht van overpad **(11)**
Uitzondering:
N.v.t.
Resultaat:
De PCA heeft geïdentificeerd in welke mate hij gebruik kan maken van de toegangsweg.

← Terug

Modus: Storing



Use case beschrijving

Naam: Gebruiken toegangsdeur

Niveau: 4

Actoren:

PCA (procescontractaannemer)

Scenario:

Waar kijkt een PCA naar bij het gebruiken van een toegangsdeur.

Beschrijving:

- Er staat een object en de PCA wil een toegangsdeur gebruiken om toegang tot het spoor te verkrijgen.
 - De PCA bepaald het meest optimale toegangshek.
 - De PCA bepaald of hij met zijn materiaal het toegangshek kan gebruiken.
 - De PCA gebruikt een toegangsdeur voor toegang.
- (3,4,8)**

Uitzondering:

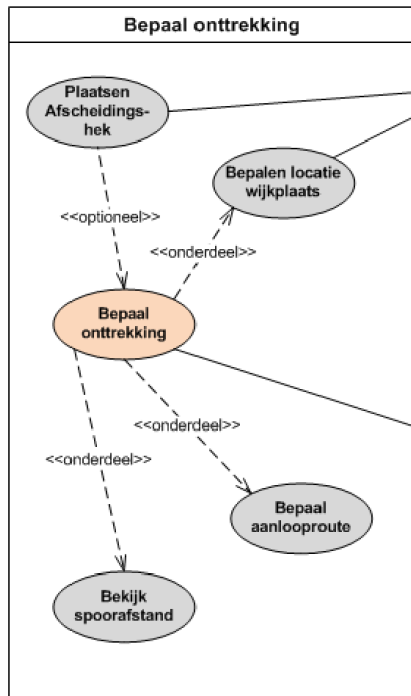
N.v.t.

Resultaat:

Er is bepaald in welke mate er toegang kan worden verkregen.

← Terug

Modus: Storing



VVW 2013

OBE blad

PCA

Use case beschrijving

Naam: Bepaal onttrekking

Niveau: 4

Actoren:

PCA (procescontractaannemer)

Scenario:

Bij het oplossen van een storing moet de onttrekking bepaald worden. In deze use case wordt het bepalen van deze onttrekking beschreven

Beschrijving:

- De PCA wil een storing oplossen en bepaald hiervoor de onttrekking.
- De PCA bepaald de aanlooproute en de locatie van de wijkplaats. Beide bepalen de grootte van de onttrekking. **(15)**
- De grootte van de onttrekking wordt ook nog beïnvloed door de spoorafstand en mogelijke afscheidingshekwerk Hiervoor gebruikt de PCA het OBE blad en eventueel voor het verkleinen van de onttrekking het VVW 2013 **(VI)**.
- De PCA heeft de onttrekking bepaald.

Uitzondering:

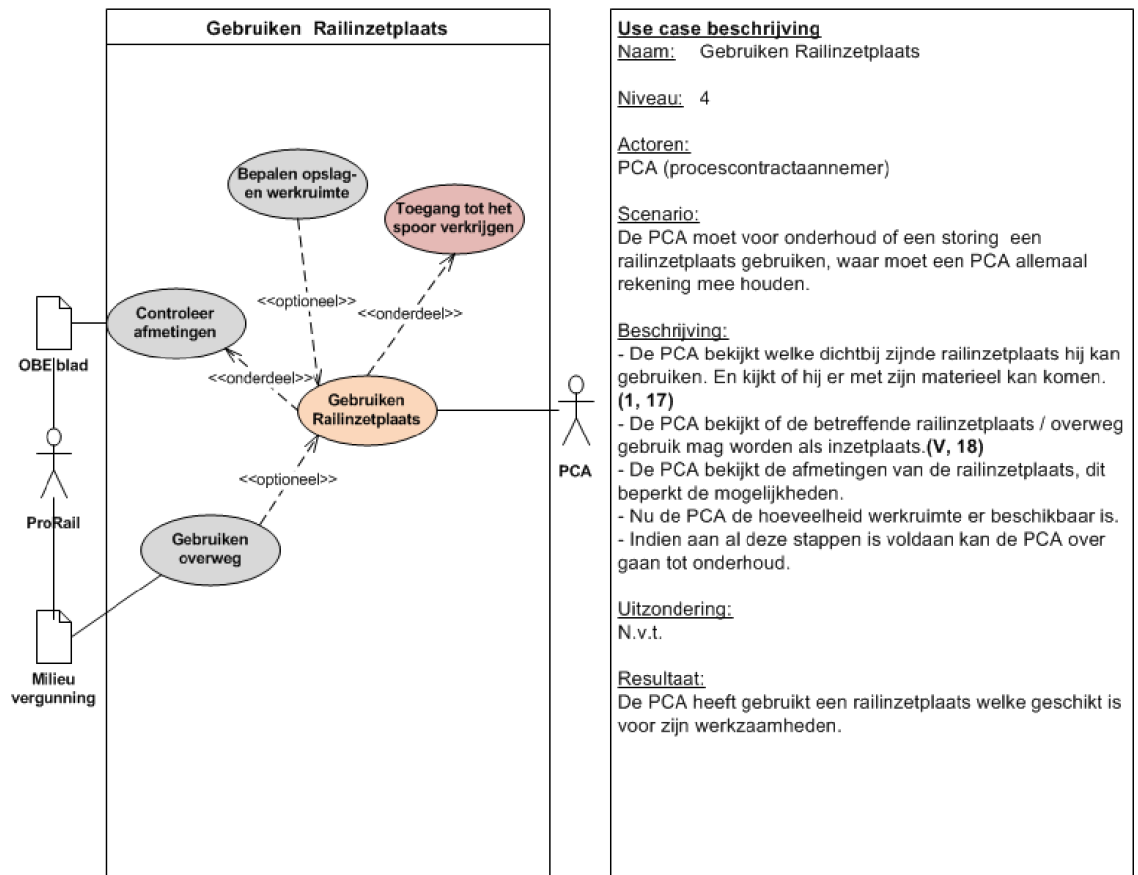
N.v.t.

Resultaat:

Een nieuwe onttrekking is bepaald.

Terug

Modus: Storing



Terug

Bijlage 2: Toelichting actoren use cases

Interne actoren

Operationeel Besturingscentrum Infra (OBI)

Het OBI handelt binnen ProRail alle storings af en is dus verantwoordelijk voor het storingsmanagementproces. Op het Operationeel Besturingscentrum Infra (OBI) ontvangt OBI via diverse kanalen storingsmeldingen aan de infra of een calamiteit, die hij vervolgens doorzet naar de betreffende aannemer. Indien er sprake is van een calamiteit wordt het backoffice ingeschakeld door het OBI.

OBI is in dit verband opdrachtgever naar de aannemer en ziet toe op een effectief verloop van het functieherstel. Het OBI moet bijvoorbeeld de bovenleiding uitschakelen in het geval van storing of onderhoud. Hiervoor is dan wel een werkcontract benodigd welke opgesteld wordt samen met de treindienstleider (in dit contract staat dat de treindienstleider de spoorbaan tijdelijk overdraagt aan de leider werkplekbeveiliging). Indien dit is goedgekeurd kan de bovenleiding spanningsloos worden gesteld.

Backoffice (BO)

Indien er sprake is van een calamiteit dan wordt het backoffice ingeschakeld. Zij sturen de hulpdiensten aan en coördineren de bijkomende randzaken.

Treindienstleider Verkeersleiding (TRDL)

Bij het vervoeren van reizigers en goederen over het spoor speelt de treindienstleider (TRDL) een belangrijke rol. Hij zorgt voor de spoorwegveiligheid binnen het hem toebedeelde gebied zodat infragebruikers de treindienst of het gepland werk veilig en volgens plan kunnen uitvoeren. Hij bedient o.a. de seinen en de wissels en treft hij veiligheidsmaatregelen indien er werkzaamheden aan het spoor worden verricht.

De TRDL ontvangt soms ook storingsmeldingen via de eigen bedienapparatuur en/of direct van machinisten. In beide gevallen worden de meldingen telefonisch doorgezet naar het OBI.

Verder gaat de communicatie tussen TRDL en het OBI met name over de functionaliteitsbehoefte van de railinfra op dat moment (prioritering) en het verloop van functieherstel en storingseinde. Bij een storing neemt de TRDL passende maatregelen zo sturen ze bijvoorbeeld het treinverkeer bij. Ze doen dit volgende de WBI (werkplekbeveiligingsinstructie), dit zodat de aannemer de storing veilig kan herstellen. Indien er voor onderhoud een buitendienststelling noodzakelijk is dan stelt de TRDL een werkcontract op zowel met de LWB (leider werkplekbeveiliging) en ook het OBI.

Inspecteurs AM

Inspecteurs zijn verantwoordelijk voor het monitoren van storingseinde (definitief functieherstel) en het goedkeuren en afsluiten van de storingsmeldingen. Indien nodig communiceert de BD OBI met de inspecteur over het verloop van storings af of stelt hulpvragen over een specifiek techniekveld.

Installatieverantwoordelijke

De installatieverantwoordelijke is verantwoordelijk voor zijn eigen gebied, hierin is hij / zij zoals het woord al zegt verantwoordelijk voor de hoogspanningsinstallaties, leidingen en installaties. Daarom worden zij ingeschakeld indien er activiteiten in de nabijheid van deze installaties plaats vinden. Zo kunnen ze de werkzaamheden coördineren en eventueel vroegtijdig mogelijke obstakels identificeren.

Leider werkplekbeveiliging (LWB)

Binnen het gebied waarop de werkplekbeveiliging van toepassing is heeft de LWB de leiding over alle personeel dat een veiligheidstaak uitoefent. Hij onderhoudt het contact met de TRDL en begeleider(s) buitendienst gesteld spoor. De LWB mag niet gelijktijdig op meerdere WBI's ingezet zijn. Indien er meerdere werkplekken zijn moeten er LLV's (*Leider lokale veiligheid*)

Assetmanagement

worden aangesteld. Zij krijgen persoonlijke instructies van de LWB en hebben regelmatig contact met elkaar.

De LWB is verantwoordelijk voor:

- Aantoonbaar beoordelen van de aangeleverde veiligheidsinstructie op veilige en praktische uitvoerbaarheid; beargumenteren van de beoordeling als de maatregelen niet voldoen.
- Aantoonbaar verzorgen van de veiligheidsinstructie aan uitvoerenden.
- (Laten) uitvoeren van de veiligheidsmaatregelen die in de WBI zijn voorgeschreven vóór de start van de activiteiten. Hetzelfde geldt voor het (laten) opheffen van diezelfde maatregelen na het beëindigen van de activiteiten.
- Toezicht houden op de naleving van veiligheidsmaatregelen en zelf het goede voorbeeld geven.
- Vrij en onbelemmerd of eventueel met beperkingen, overdragen van de infra aan de TRDL na het opheffen van de veiligheidsmaatregelen (tweede schil).
- Evalueren van de veiligheidsmaatregelen en de veiligheidsorganisatie na afloop van de activiteiten en doorgeven van de resultaten aan de V&G-coördinator uitvoeringsfase.

Externe actoren

Vervoerder

De vervoerder is een onderneming wiens voornaamste activiteit bestaat uit het leveren van spoorwegvervoerdiensten. In Nederland zijn dit de volgende vervoerders:

- NS (Nationale Spoorwegen)
- Arriva
- Connexxion
- Synthus
- Veolia
- Goederenvervoerders

PCA (ProcesContractAannemer)

De aannemers hebben de verantwoordelijkheid voor het onderhoud, operationeel beheer en definitief functieherstel (storingseinde) van de infra binnen een contractgebied. Het OBI meldt storingen aan de infra aan de storingscoördinator van de aannemer, stemt daarbij af over het urgentieniveau en het verloop van functieherstel en storingseinde. De aannemer is in dit verband opdrachtnemer van het OBI. Het OBI is gedelegeerd opdrachtgever inzake functieherstel namens ProRail.

Werkverantwoordelijke

De equivalent van de installatieverantwoordelijke alleen dan in dienst van de aannemer. De werkverantwoordelijke zorgt dan ook voor de veiligheid in verband met elektrische gevaren van het uit te voeren werk. Hiervoor stelt de werkverantwoordelijke de te nemen veiligheidsmaatregelen op en heeft hij een adviserende rol aan de V&G-coördinator (Veiligheid & Gezondheid) over het V&G-plan voor de uitvoeringsfase alsmede de werkplekbeveiligingsinstructie.

Trein

De trein is binnen de use cases ook een actor, dit omdat systemen de trein detecteren en op deze manier weten waar de trein zich bevindt.

Machinist

De machinist is ook een actor binnen de use cases omdat hij moet reageren op het getoonde seinbeeld en ook contact heeft met de treindienstleider.

ProRail

Hulpdienst

Onder de hulpdiensten vallen de ambulance, de politie en de brandweer, bij het ontwerp moet er rekening worden gehouden met deze hulpdiensten. De locaties moeten goed bereikbaar zijn voor de hulpdiensten. Daarom zijn ze bij sommige use cases ook een betrokken actor.

Bijlage 3: Onderbouwing onderhoudseisen

ProRail

Nr.	Omschrijving	Toelichting	Informatiebron	Modus	Use Case
	Relevante bestanden				
I	Werkzoneindeling	De invloed op een werkzone moet bepaald worden, er zijn veel standardeisen opgesteld.	OVS61201		44
II	Werkbeveiligingsinstructie	Identificeer de huidige uitwijkmogelijkheden, toegankelijkheid.	Interview Thomas, 2011 Werkwijzebeschrijving WBI, 2012 VVW		44
V	Milieuvergunning	LJV, Beperkt de gebruiker in het aantal bewegingen en ook in bijvoorbeeld de hoeveelheid geluidshinder hij mag veroorzaken. Opvragen indien er een intensievere situatie ontstaat, of wanneer er bijvoorbeeld een inzetplaats wordt verplaatst. • Een voorbeeld was dat bij een bepaald project er geen ballast mocht worden overgeslagen. Dit leidde tot extra werktijd welke niet ingecalculeerd was.	Interview Molema		45
VI	Voorschrift Veilig Werken	Gebruik de VVW bij het ontwerp om de onttrekkingen te verkleinen.	VVW 2013		44
VII	WOT(werkplek onttrekkings tekening)	Bijgevoegd is een voorbeeld StoringsWBI inclusief WOT tekening. Hierop zijn onder andere de toegang weergegeven alsmede alle inzetplaatsen. Dit kan van toegevoegde waarde zijn bij saneringsbesluiten.	Interview AssetRail 2		22
VIII	LRI (voorbeeld)	locale risico inventarisatie tekening	LRI tekening		22
IX	StoringsWBI	Bij emplacementen is voor elk wissel een storingsWBI opgesteld, indien er wissels gesaneerd of gewijzigd worden moet hier naar geïnformeerd worden. Bekijk de betrokken Storings WBI's. Onttrekking is erg belangrijk om het onderhoud te kunnen optimaliseren.	Interview Belgharbi, Sharepoint online Interview AssetRail		1 1; 44
X	Handboek Storingsmanagement	In dit handboek staan alle procedures met betrekking tot de storingsafhandeling beschreven.			0

ProRail

Nr.	Omschrijving	Toelichting	Informatiebron	Modus	Use Case
0	Objecten toegankelijkheid				
1	Railinzetplaats	Railinzetplaats moet aan het einde van de corridors worden gepland, zodat de PCA direct de in storting zijnde corridor kan betreden.	Interview Volker Rail		45
3	Hekwerken / deuren	Deuren bij de vrije baan (80/90cm) moet eigenlijk minimaal 120cm zijn zodat er kleine machines kunnen passeren.	Interview BAM, Interview Volker Rail		43
		Koppeling met parkeerplaats (anders heeft een toegangsdeur weinig (alleen als vluchtmogelijkheid) tot geen toegevoegde waarde.			43
4	Toegangsdeur t.p.v. viaduct	Er dient aan beide zijden van een viaduct een toegangsdeur gerealiseerd worden.	Interview BAM		43
5	Parkeren vrije baan	Er dient een parkeerplaats gecreëerd te worden in de nabijheid van overwegen. Dit zodat er geen confrontaties ontstaan met de omgeving.	Interview BAM		41
6	Parkeren emplacement	Situeer een beveiligde parkeerplaats speciaal voor de PCA, moet een andere toegang hebben anders wordt er door andere actoren ook gebruik van gemaakt. (toepassen driehoeksleutel)	Interview BAM		41
8	Toegang d.m.v. vluchdeur	De vluchdeuren dienen ook als toegangsdeur te gebruiken zijn, zodat bij storingen snel toegang kan worden verkregen.	Interview BAM		43
10	Inspectiepaden	Inspectiepaden dienen onderhoudszaam te worden aangelegd.	n.a.v. Interview van Leeuwen		44
11	Recht van overpad	Vermijd recht van overpad. Dit is vaak problematisch omdat dit leidt tot confrontaties met de omwonenden.	Interview Hazeleger		42,44
13	Taludtrap	Op verhoogde taluds moet een taludtrap worden gerealiseerd. Anders kan de PCA met zijn handgereedschap het talud niet betreden.	Interview Volker Rail		31
14	Bovenleiding	Extra schakelaars in de bovenleiding zodat de onttrekkingen kleiner kunnen worden gemaakt.	Interview Volker Rail, Interview van Leeuwen		21;44
		Afsluiten bovenleiding op werkzones.	Interview Volker Rail		44
15	Aanlooproutes	Maak de aanlooproutes zo kort mogelijk, de nieuw geplande corridors verhinderen ook de snelle aanlooproutes.	Interview Volker Rail		44
		Bij het ontwerp dient bij elke aanlooproute rekening te worden gehouden met de veiligheidsregelgeving waardoor de PCA maar 3 sporen mag oversteken.	Interview Volker Rail		44
16	Verlichting	Tekort aan verlichting op emplacementen, ze nemen vaak eigen aggregaat mee. Voorstel is om bij wisselstraten lampen aan portalen te installeren. Nu leidt dit tekort tot extra inzetijd of tot onveilige situaties.	Interview Volker Rail		45;1
17	Toegangsweg	Maak de toegangswegen breder zodat hierdoor direct opstelruimte wordt gecreëerd.	Interview Volker Rail		42,45
		Toegangswegen door woonwijken zijn problematisch en kan vaak niet met groot materieel.	Interview Volker Rail		42, 45
18	Overwegen	Kan vaak niet als railinzetplaats worden gezien omdat de gemeentes dit niet toestaan.	Interview Volker Rail		
		Aanrijdbescherming voor overwegen.	Interview Volker Rail	Calamiteit	45
2	Aandachtspunten onderhoud wissels				
27	Storingen	Zelfs bij wisselstoringen wordt een beaver zelden gebruikt, ook omdat het inzetten een tijdje duurt en vaak wordt besloten om de storing in een later stadium op te lossen. De enkele keren dat er een stopmachine ingezet moet worden kan deze ook wel iets verder rijden (baanvakseñaliteit).	OVS00232, Interview van Leeuwen, Interview Molema		45,32
4	Aandachtspunten onderhoud seinwezen		Interview Bottelier		
42	Portaalseinen	Storing protaalsein: Bordeswagen (BD & spanning loosstelling nodig)	Interview Bottelier, 2015 Onderhoudseisen seinwezen		32
		Bereikbaar te voet. (BTD niet nodig, lamp geleide techniek aanwezig)	Interview Bottelier, 2015 Onderhoudseisen seinwezen		32
43	Hoge seinen	De trappen bij hoge seinen zijn Arbo afgekeurd, hierdoor moeten deze hersteld worden met een hoogwerker. Dus een BD nodig bij vervangen.	Interview Volker Rail		32
44	Vervangen onderdelen relaiskasten	Vaak te voet bereikbaar, alleen een korte BD nodig wanneer er sporen gekruist moeten worden of wanneer er geen uitwijkmogelijkheid is.	Interview Bottelier, 2015 Onderhoudseisen seinwezen, Interview van Leeuwen		32
45	Onderhoud Relaishuizen / trafohuizen	Bereikbaar zonder BD. Er is dus alleen parkeermogelijkheid nodig voor een werkbus zodat de monteur de storing snel op kan lossen.	Interview Bottelier		32
46	Onderhoud paal of dwergsein	Vaak geen BD alleen wanneer ze binnen een emplacement staan.	Interview Bottelier		32
47	Borden en bakens	Bereikbaar te voet (BD nodig), omdat de borden dichtbij het spoor staan.	Interview Bottelier		32
5	Aandachtspunten storingen		OVS00056-7.3-V003		
51	Storingen	Alleen klein materieel nodig, omdat bij een grote storing toch alles buitendienst gaat. Handgereedschap of eventueel een kruwagen.	Interview AssetRail		1
52	Kortsluitlansen	LWB moet niet te voor lopen voor het plaatsen van de kortsluitlansen (6,5kg). Op emplacementen hebben ze vaak op afstand bedienbare kortsluitlansen geplaatst, dit scheelt veel tijd.	Interview BAM		1;44
		Worden door de PCA vaak op afstand bedienbare kortsluitlansen geplaatst. Zo hebben ze er in Den Haag 44 geplaatst.	Interview BAM		1
6	Aandachtspunten Spoorlayout		OVS00056-7.3-V003		
62	Spoorafstand	Ontwerp de sporen dusdanig dat de onttrekking minimaal is in het geval van storing. Gebruik het VVV hiervoor.	VVV 2012		44

Bijlage 4: Voorbeeld Extern Interview

ProRail

Gesprek met:
Locatie:
Telefoonnummer:

1 Introductie

Introductieronde

Onderwerp

- Onderhoudsgemak optimaliseren
- Functiewijzigingsprojecten

Om het onderhoudsgemak en uiteindelijk de onderhoudskosten te kunnen optimaliseren zal de kennis over de onderhoudsactiviteiten en ook welke wijze van onderhoud hun voorkeur geniet bekend moeten worden. Dit zal gedaan worden door middel van interviews intern bij ProRail, bij de proces aannemers en de ingenieurbureaus.

2 Vragen

2.1 Functie

Wat houdt uw functie precies in? Wat doet jullie afdeling precies en wat houdt jouw eigen functie in?

Welke onderhoudsgebieden heeft XX op dit moment?

Welke koppeling heeft jou functie met de onderhoudsvoorzieningen? Hoe en in welke mate?

2.2 Toegang tot het spoor

Hiermee wordt toegang tot aan de toegangsdeur bedoeld dus tot het spoorwegterrein.

Wat zijn jullie huidige problemen met de toegang tot het spoor? Stedelijk gebied, grote emplacement, vrije baan?

Wat zijn voor jullie kritische objecten om goede toegang te hebben en in hoeverre wordt hier rekening gehouden bij de aanbesteding van nieuwe gebieden?

Wat is jullie ervaring met de grote ombouwing van emplacementen?

Assetmanagement

1/4

ProRail

Welke onderhoudsactiviteiten zijn lastig uit te voeren ten gevolge van de huidige toegangsmogelijkheden? Kun je voorbeelden geven?

2.3 Toegankelijkheid Tekeningen

Ik heb via interne en externe interviews gehoord van de aanwezig van FOT, WOT en LRI tekeningen. Daarom heb ik wat vragen over de tekeningen zelf en de onderlinge verschillen.

FOT(functionele onttrekking tekening)

Deze tekening wordt door ProRail opgesteld, hebben jullie hier nog invloed op of doen jullie wel eens verbetervoorstellen?

Welke FOT gebruiken jullie, de WBI of de TVP FOT?

Waar gebruik je hem voor?

LRI (lokale risico inventarisatie)

In interviews bij andere aannemers kwamen LRI tekeningen naar voren. Stellen jullie ook zelf LRI tekeningen op of maken jullie gebruik van andere tekeningen?

Waar gebruiken jullie LRI tekeningen voor?

WOT (werkplek onttrekking tekening)

Hoe ziet een WOT tekening eruit en wat staat hier allemaal op?

Waarop is de WOT tekening gebaseerd?

Welke afwegingen maken jullie bij het opstellen van een WOT tekening?

Verschillen

Wat is het verschil tussen LRI tekening en een WOT tekening?

Hoe kunnen deze tekeningen gebruikt worden bij het ontwerpproces? Grote ombouw. Zijn deze tekeningen te gebruiken door ProRail.

ProRail

2.4 Objecten toegankelijkheid

Railinzetplaats

Bekende eisen:

- Milieuvergunning beperkt het gebruik.
- Bij elk groot station bij voorkeur 4 railinzetplaatsen, in elke hoek 1 waarvan er één groot moet zijn. Kleine rips zijn vaak voldoende.
- Per werkzone een railinzetplaats.
- Nieuw OVS Railinzetplaats.

Hoe bepalen jullie bij het doen van verbetervoorstellen waar nieuwe railinzetplaatsen moeten komen, hanteren jullie standaard afstanden? Of zijn er andere eisen waaraan de locatie moet voldoen?

Parkeren

Wat is het belang van parkeermogelijkheden op emplacementen bij grote stations? Op welke wijze kan dit verbeterd worden?

Hoe plannen jullie de wijze van parkeren in op een WOT tekening?

Aanlooproutes

Aan de hand van welke tekeningen bepalen jullie de aanlooproutes?

Hoe bepalen jullie deze aanlooproutes en welke eisen stellen jullie hieraan?

Toegangsdeuren

Hoe bepalen jullie bij het doen van verbetervoorstellen waar nieuwe deuren moeten komen, hanteren jullie standaard afstanden?

- Groen onderhoud

Gras maaien en groen onderhoud, geluidscherm onderhoud, snoeien.

Bekende eisen:

- Bij de vrije baan waar gras gemaaid moet worden waar mogelijk toegangsdeuren van 3 meter.
- Indien dit niet mogelijk is deuren van 1,20 a 1,30m zodat kleine machines hier doorheen kunnen, en deze ook met een kruiwagen makkelijk te passeren zijn.

Zijn er op dit moment voldoende toegangsdeuren aanwezig, zo nee waar moeten er extra toegangsdeuren worden gesitueerd om dit te verbeteren? Verhouding groot versus kleine toegang tot een emplacement. En met welk materieel zou hier door heen moeten kunnen?

Hekwerken

Welke voordelen bieden hekwerken op een emplacement en waar zouden deze idealiter gerealiseerd moeten worden?

Assetmanagement

3/4

ProRail

ProRail

Overig

Heeft u nog andere ideeën met betrekking tot onderhouds- of storingsoptimalisatie die bij een functiewijzigingsproject toegepast kunnen worden?

3 Contacten

Mag ik u voor extra vragen benaderen?

Ik ga waarschijnlijk delen van dit interview gebruiken in mijn verslag, is dat akkoord?

Hoe wilt u dat ik naar deze informatie refereer? Gebruik bedrijfsnaam, functie etc.

Assetmanagement

4/4

Bijlage 5: Validatieopzet

Validatie Use Cases

De validatie van de use cases wordt uitgevoerd door de eindgebruikers en dit gebeurt door elke eindgebruiker achter de computer te zetten met de geopende use cases en de bijbehorende eisenlijst.

Intern onderzoeksdoel: Het interne onderzoeksdoel is om de argumentatie van bekende onderhoudseisen en de identificatie van de niet bekende onderhoudseisen in kaart te brengen en vast te leggen hoe het onderhoud daadwerkelijk wordt uitgevoerd. Hiermee kunnen de keuzes met betrekking tot onderhoud beter onderbouwd worden. Op dit moment zijn deze eisen afdoende of onvoldoende onderbouwd en kan AM niet aantonen waarom deze gesteld worden. Use cases kunnen hier mogelijk een meerwaarde voor bieden.

Werking use cases

Opdracht1: Zoek door gebruik te maken van de use cases de eisen voor een toegangsdeur bij een viaduct te tijd van een storing op (training nieuwe gebruikers). Neem de tijd op!

Opdracht2: Zoek door gebruik te maken van de use cases de eisen voor een railinzetplaats ten tijd van een storing op. Neem de tijd op!

Opdracht3: Bekijk in de eisenlijste 11 "Recht van overpad" en bekijk welke onderbouwing hier bij hoort.

Opdracht 4: Zoek op in welke tekening de aannemer de onttrekking en de aanlooproute bij een storing weergeeft. Begin bij de eisenlijst bij eis 15 en zoek hierna op welke tekening dit is en of dit waarde toevoegt bij het ontwerp.

Opdracht 5: Bekijk in de eisenlijst bij relevante bestanden de StoringsWBI en link door naar de bijbehorende website. In welke mate is het toevoegen van zulke links van toegevoegde waarde?

Vraag 1.

Vindt u dit systeem op dit moment geschikt en makkelijk te gebruiken? (5 is geschikt en 1 is ongeschikt)

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

Toelichting: Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Toegevoegde waarde use cases

Vraag 2.

Tot op welke hoogte vindt je het nuttig om de wijze van onderhoud in kaart te brengen en expliciet te maken, dit om de onderhoudseisen inzichtelijk te krijgen en te onderbouwen? (5 is zeer nuttig en 1 is onnuttig)

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

Toelichting: Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Vraag 3.

In hoeverre vullen deze use cases dit onderzoeksdoel in en ook jouw eigen behoefte omtrent de CRS onderhoudseisen van AM?

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

Toelichting: Klik hier als u tekst wilt invoeren.

Vraag 4.

In hoeverre vervullen de use cases aan jouw eigen behoefte omtrent het in kaart brengen van de wijze van onderhoud?

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ 1

Toelichting: Klik hier als u tekst wilt invoeren.