



B	302	LUXEMBURG	930
AZ	419	TURIN	935
LH	1122	NEAPEL	935
LH	1906	MADRID	935
LH	1022	STUTTGART HBF	935
AF	1701	LYON	940
AY	822	HELSINKI	940
AA	071	ST. FRANCISCO-DALLAS	945
AF	743	PARIS	945
LH	1118	VENEDIG	945
DL	023	DALLAS	950
	892	AMSTERDAM	950

17.282.05 • januari 2018

Business case

Device voor pushbackchauffeur

Business Case

Device voor pushbackchauffeur

Knowledge & Development Centre Mainport Schiphol
P.O. Box 75002
1117 ZN Schiphol

To70
Postbus 85818
2508 CM Den Haag
tel. +31 (0)70 3922 322
fax +31 (0)70 3658 867
E-mail: info@to70.nl

Door:
Vincent Bijsterbosch, Karin Elbers & Adrian Young

Den Haag, januari 2018, versie 2.0

Inhoudsopgave

1	Introductie.....	4
1.1	Achtergrond.....	4
1.2	Aanpak.....	4
1.3	Uitgangspunten.....	4
1.4	Leeswijzer.....	5
2	Het huidige operationeel concept.....	6
2.1	Het probleem.....	6
2.2	De oplossing.....	8
3	Doelstellingen en conceptuele eisen.....	9
3.1	Te behalen doelstellingen.....	9
3.2	Conceptuele eisen aan de oplossing.....	9
3.3	Het ontwerpproces.....	10
4	Oplossingsrichtingen.....	11
4.1	Parameters.....	11
4.2	Baseline scenario.....	11
4.3	Huidige middelen.....	11
4.4	Off-the-shelf systemen.....	11
4.5	Eigen ontwerp.....	14
4.6	Niet gekozen oplossingsrichtingen.....	15
4.7	Oplossingsrichtingen.....	16
5	Kosten-en batenanalyse.....	17
5.1	Verwachte baten.....	17
5.2	Verwachte investering.....	19
6	Overzicht en advies.....	21
	Bijlage A. Voorgesteld proces met device.....	23
	Bijlage B. Niet gekozen oplossingsrichtingen.....	24

1 Introductie

1.1 Achtergrond

Het Knowledge & Development Centre (KDC) heeft in opdracht van het Ground Movement Safety Team (GMST) de vraag gesteld om een business case te maken voor een device voor de pushbackchauffeur. Het doel van dit device is de pushbackchauffeur te ondersteunen en daarmee de pushbackveiligheid te vergroten.

Het KDC vraagt een business case voor een device dat de volgende functionaliteit biedt:

- Het kunnen tonen van de geldende standaard pushbackprocedure;
- Het kunnen tonen van relevante CDM-tijden, en
- Het kunnen versturen van CDM-tijden.

Om deze business case te maken geeft dit rapport een aantal oplossingsrichtingen weer, tezamen met bijbehorende kosten en baten. Dit overzicht zal besluitvorming ondersteunen door de beoogde doelstellingen en financiële gevolgen in kaart te brengen. Het is niet de bedoeling dat dit rapport een gedetailleerd ontwerpvoorstel doet. Echter, om de functionaliteit helder te definiëren worden enkele functionaliteiten vastgesteld.

1.2 Aanpak

In deze studie hebben wij ons gebaseerd op operationele kennis en de ervaringen die zijn opgedaan met het pushbackproces van vliegtuigopstelplaats naar de rijbaan. Middels een deskstudie zijn de pushbackprocedures bestudeerd.

Daarnaast is er in dit onderzoek gebruik gemaakt van voorvallen data en performance data aangeleverd door LVNL en AAS. Beide data sets zijn gebruikt om het baseline scenario te definiëren.

In het onderzoek is door middel van interviews input geleverd van de volgende betrokken partijen:

- Grondafhandelaren (Aviapartner, Dnata, KLM Ground Services, Menzies en Swissport);
- Amsterdam Airport Schiphol (Beheerder sleep & pushback, Works and Asset planning);
- Luchtverkeersleiding Nederland;
- Hard- en software experts (waaronder SITA, Inform, M2Mobi, Airport community app, Smart4Aviation en Rockwell Collins).

1.3 Uitgangspunten

Bij het uitwerken van de business case zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het device moet toepasbaar zijn voor alle grondafhandelaren op Schiphol;
- Het gebruik van het device levert geen onacceptabele veiligheidsrisico's op;
- De software is zodanig ontwikkeld dat de verstrekte pushback en CDM informatie 24/7 aanpasbaar is zonder de tussenkomst van een IT-afdeling, en

- De hardware is voldoende toekomstbestendig zodat softwareveranderingen in de functionaliteit niet zal leiden tot vervanging van de hardware.

1.4 Leeswijzer

De huidige situatie, ofwel baseline scenario, wordt in hoofdstuk 2 gepresenteerd. Hierin wordt de aanleiding van de business case geschetst. Hoofdstuk 3 bevat de beoogde doelstellingen en conceptuele eisen ten aanzien van de oplossingsrichting. De parameters en oplossingsrichtingen zijn beschreven in hoofdstuk 4. Tevens worden niet gekozen alternatieven benoemd. De mogelijke oplossingsrichtingen worden getoetst aan de doelstellingen en conceptuele eisen. In hoofdstuk 5 wordt de kosten- en batenanalyse uitgevoerd voor alle oplossingsrichtingen die aan de doelstellingen en eisen voldoen. Dit rapport sluit af met een overzicht en een advies.

2 Het huidig operationeel concept

2.1 Het probleem

In de afgelopen jaren is de hoeveelheid sleep- en pushbewegingen gegroeid door een significante toename van verkeer en beperkingen in de infrastructuur. De manoeuvring area, sleep- en pushbackprocedures zijn onder andere hierdoor complex geworden. De huidige complexiteit en verwachte groei zijn potentieel oorzaken die de pushbackveiligheid, efficiëntie en capaciteit reduceren.

Op Schiphol zijn meerdere partijen actief met een pushback. AAS zorgt voor de infrastructuur en de procedures. De ground controllers van LVNL geven de instructies en regisseren het pushback proces. De grondaafhandelaren voeren de daadwerkelijke pushback uit. Er zijn vijf grondaafhandelaren operationeel, zie Tabel 1. Zij zorgen samen voor alle pushbackbewegingen op Schiphol. De communicatiemiddelen die worden gebruikt verschillen per grondaafhandelaar. Telefoons voor privé gebruik worden geweerd op het platform.

Tabel 1 Grondaafhandelaren en middelen

Grondaafhandelaar	Bevoegde pushbackchauffeurs	Pushbackvoertuigen	Communicatie middelen
Aviapartner	35	11	Telefoon
Dnata	12	4	Telefoon, in de toekomst een handheld
KLM Ground Services	160	30	Telefoon en handheld met planningssysteem, in de toekomst iPad
Menzies	30	6	Telefoon
Swissport	30	11	Smartphone en handheld
Totaal	267	62	N.v.t.

Veiligheid

Om flexibiliteit in het grondproces te behouden, wordt een pushbackprocedure normaliter uitgevoerd conform een standaard manier of een door de ground controller geïnstrueerd alternatief. Door operationele redenen kan AAS de standaard procedure permanent of tijdelijk wijzigen. De beheerder sleep en pushback stelt permanente wijzigingen op, de afdeling Works and Asset planning is verantwoordelijk voor het publiceren van de tijdelijke wijzigingen. AAS verspreidt deze wijziging onder de grondaafhandelaren, waarna de afhandelaar verantwoordelijk is het operationele personeel in kennis te stellen. Gemiddeld zijn er 2 permanente wijzigingen en 20 tijdelijke wijzigingen per jaar¹. Uit een eerder onderzoek blijkt dat onder andere de frequente wijzigingen en huidige manier van communiceren de oorzaken zijn van een aantal veiligheidsvoorvallen².

¹ Bron: Beheerder sleep & pushback, Works and Asset planning

² Bron: To70 (2016). Onderzoek naar het pushback proces op Schiphol v1.1

In de periode 2010 tot 2017 zijn er 1.277.731 pushbackbewegingen uitgevoerd. Uit voorvallen data van LVNL blijkt dat in deze periode 1.321 keer een voorval heeft voorgedaan, waarvan 684 keer is afgeweken van de pushback instructie (Tabel 1Tabel 2).

Tabel 2 Oorzaken afwijken pushback instructie (Bron: LVNL, 2017)

Achterliggende oorzaak	Aantal voorvallen	Aandeel in %
Vliegtuig of pushbackchauffeur gaat uit zichzelf pushen na conditionele klaring	58	8 %
Pushback wordt vergeten waardoor conflict met ander verkeer ontstaat	2	1 %
Vliegtuig pusht anders dan geïnstrueerd	225	33 %
Vliegtuig pusht niet terwijl wel geklaard	31	4 %
Vliegtuig pusht anders dan de standaard	363	53 %
Anders/Onbekend	5	1 %
Totaal	684	100 %

Efficiëntie en capaciteit

Sinds eind 2015 is Airport- Collaborative Decision Making (A-CDM) lokaal live op Schiphol (CDM@AMS). Met de komst van CDM worden de pushbackchauffeurs aangestuurd op de Target Start up Approval Time (TSAT) van een vlucht. De pushbackplanning is gebaseerd op de TSAT, echter hebben niet alle chauffeurs toegang tot de geldende TSAT. In de huidige operatie beschikt ongeveer 20% van de vluchten niet over real time CDM informatie. Onvoldoende toegang tot CDM-tijden kan leiden tot verkeerde aannames met als gevolg dat vliegers regelmatig buiten de TSAT oproepen of de Target Off-Block Time (TOBT) wordt niet aangepast. Dit verstoort het beeld bij de Outbound Planner (OPL), verhoogt de werklust, en geeft een mogelijk verlies van gate-, stand- en baancapaciteit.

Zodra de pushback bij een vliegtuig aanwezig is en de overige turnaround processen gereed zijn, meldt de vlieger zich volgens het operationeel concept klaar bij de OPL. Echter komt het regelmatig (gemiddeld 1 keer per 12 vluchten voor³) voor dat de vlieger zich klaar meldt terwijl de grondafhandeling niet klaar is of het pushbackvoertuig niet aanwezig is. Op dit moment is de OPL niet in staat om vast te stellen dat een vlucht die zich "ready" meldt ook daadwerkelijk klaar is. Het CDM@AMS project heeft de behoefte voor een Actual Ready Departure Time (ARDT) gedefinieerd. Deze ARDT bestaat uit verschillende meetmomenten waarvan "pushback ready" er één is. In de toekomst zal de pushbackchauffeur de ARDT loggen via een elektronische timestamp. Het dient te worden vermeld dat het CDM@AMS project bezig is de ARDT en het bijbehorende concept te definiëren.

³ Bron: Operationele experts LVNL

2.2 De oplossing

Als verbetervoorstel voorziet het Ground Movement Safety Team (GMST) en het CDM@AMS programma de introductie van een device voor de pushbackchauffeur.

Het device kan de chauffeur ondersteunen door per stand op dat moment geldende pushbackprocedure te tonen. Hierdoor is te allen tijde de geldende procedure bekend bij de chauffeur, resulterend in een verhoogde situational awareness en een reductie in het aantal voorvallen.

Naast voordelen op het gebied van pushbackveiligheid, kan een device voor pushbackchauffeurs ook baten genereren voor CDM@AMS. Het device kan actuele CDM-tijden vertonen wat mogelijk bijdraagt aan de kwaliteit van voorspellen wanneer een vliegtuig klaar is voor vertrek. Daarnaast kan een device de mogelijkheid bieden voor het loggen of versturen van de ARDT.

3 Doelstellingen en conceptuele eisen

3.1 Te behalen doelstellingen

Het doel van een device voor de pushbackchauffeur is driedig:

1. het reduceren van pushbackvoorvallen. Het betreft met name de voorvallen waarin wordt afgeweken van de standaard pushback instructie,
2. het mogelijk maken van situational awareness in het A-CDM proces ten einde een betere voorspelling in het operationeel proces te verwezenlijken, en
3. het kunnen loggen of versturen van de Actual Ready Departure Time.

3.2 Conceptuele eisen aan de oplossing

Aan de hand van interviews met grondaafhandelaren, AAS en LVNL zijn conceptuele eisen aan de oplossing geïdentificeerd. De eisen aan de oplossing zijn gecategoriseerd in functionele en niet functionele eisen. Functionele eisen beschrijven specifieke functies die de oplossing dient te vervullen, onderverdeeld in de basis functionaliteit, additionele functionaliteit en toekomstige functionaliteit (Tabel 3).

Tabel 3 Functionele eisen aan de oplossing

Functioneel	
Categorie	Eis
Basis	Het tonen van de standaard pushbackprocedure voor een stand en type vliegtuig
Basis	Live update van permanente en tijdelijke wijzigingen
Basis	Het tonen van de actuele datum en tijd
Basis	Het tonen van de TSAT
Basis	Verifiëren of invoeren stand en type vliegtuig door pushbackchauffeur
Additioneel	Inloggen door middel van een persoonlijke code pushbackchauffeur
Additioneel	Bevestigen kennisneming wijziging per pushbackchauffeur
Additioneel	Het tonen van hotspots
Additioneel	Het kunnen versturen van de ARDT naar het Torensysteem van LVNL
Toekomst	Het tonen dat er een alternatieve klaring is gegeven
Toekomst	Het tonen van de alternatieve klaring in tekstvorm via Datalink
Toekomst	Door middel van geolocatie de pushbackprocedure weergeven

Niet-functionele eisen beschrijven kwaliteitsattributen zoals beheersbaarheid, gebruikerseisen en onderhoud (Tabel 4).

Tabel 4 Niet-functionele eisen aan de oplossing

Niet-functioneel	
Categorie	Eis
Beheersbaarheid	Het device in het pushbackvoertuig plaatsen
Beheersbaarheid	Het device kan alleen ge-update worden door de beheerders
Gebruikerseisen	Voertaal Nederlands
Gebruikerseisen	Mogelijkheid om de Engelse taal te selecteren
Gebruikerseisen	Kleurgebruik aanhouden van de huidige standaard pushback kaart ter herkenning
Gebruikerseisen	Het tonen van de figuren van de huidige standaard pushback kaart ter herkenning
Gebruikerseisen	Zo min mogelijk workarounds/klikken in het device
Onderhoud	Het device zal 24/7 moeten functioneren
Onderhoud	De interface tussen leverende systemen en het device dient 24/7 te werken

Diverse software leveranciers hebben een tweetal voorkeuren aangegeven ten aanzien van niet-functionele eisen:

- Vanwege veiligheidsoverwegingen wordt aangeraden een eventuele app niet in het openbaar aan te bieden. De app kan door middel van een *sideloader*⁴ (e.g. *MobileIron Mobile Device Management*) worden gedownload. Zakelijke apps worden hier beschikbaar gesteld aan de gebruikers en mogelijke updates kunnen snel aan de klanten worden gebracht.
- Daarnaast hebben software leveranciers een voorkeur uitgesproken voor het gebruik van Android en niet een Windows of Apple operating system. Echter, is KLM ground services reeds actief met IOS en ervaart geen problemen met de distributie en beheer van vlucht kritische applicaties. Tijdens een ontwerpproces zal vastgesteld worden op welk platform een eventuele app wordt aangeboden. Een app zou tevens op beide platforms aangeboden kunnen worden.

3.3 Het ontwerpproces

Het dient te worden opgemerkt dat de beschreven eisen globaal zijn. Indien er wordt besloten een device te implementeren, is er een zorgvuldig ontwerpproces benodigd waar op detail niveau business eisen, gebruikers eisen en systeem eisen worden geïdentificeerd ten einde de benodigde en gewenste functionaliteit van het systeem te ontwerpen. Ook dienen de back-up procedures, onderhoudsprocedures en eigenaarschap aan bod te komen in het ontwerpproces.

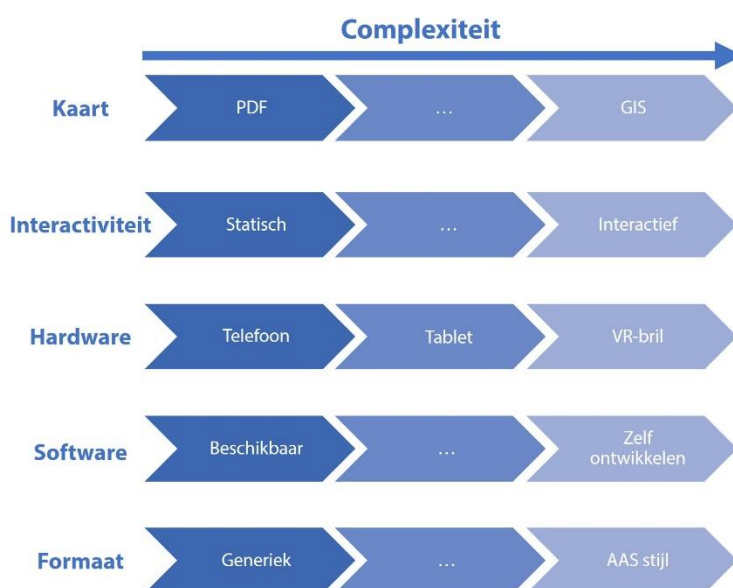
Op basis van de gesprekken is een high-level procedure beschreven over het functioneren van het systeem, zie Bijlage A.

⁴ Een gebruikelijke term in automatisering voor het installeren van een app zonder tussenkomst van Google Play Store of vergelijkbaar.

4 Oplossingsrichtingen

4.1 Parameters

Binnen de in Hoofdstuk 3 geschetste doelstellingen en conceptuele eisen zijn er een aantal parameters waarmee gevarieerd kan worden. De keuzes hebben een directe impact op de complexiteit, wat weer zijn weerslag heeft op de tijd en kosten die gepaard gaan met het ontwikkelen van de oplossing. De voornaamste globale parameters zijn weergegeven in Figuur 1, waarbij de opties in toenemende complexiteit worden geschetst.



Figuur 1 Globale parameters voor oplossingsrichtingen

4.2 Baseline scenario

Het huidige operationeel concept blijft gehandhaafd. Er wordt niets gewijzigd aan de huidige werkwijze. Het veiligheidsniveau en de efficiëntie blijven behouden zoals beschreven in hoofdstuk 2.

4.3 Huidige middelen

Zoals in Tabel 1 in Sectie 2.1 is weergegeven beperken de huidige middelen van vrijwel alle grondafhandelaren zich tot het gebruik van een telefoon. Alleen in het geval van KLM Ground Services en Swissport wordt er (ook) gebruik gemaakt van een handheld device of een smartphone. Gezien er gezocht wordt naar een toepassing die voor alle grondafhandelaren kan gelden, is er binnen de huidige beschikbare middelen gekeken naar een oplossing. Echter is er binnen de huidige middelen geen eenduidig communicatiemiddel beschikbaar om tot een oplossingsrichting te komen.

4.4 Off-the-shelf systemen

Er zijn meerdere app-ontwikkelaars actief in de luchtvaartsector die deels aansluiten bij de in Sectie 3.2 genoemde conceptuele eisen aan de oplossingsrichtingen. Echter, zijn er geen off-the-shelf apps beschikbaar die volledig aansluiten bij de eisen voor dit systeem. Daardoor is een commercial off-the-shelf systeem (COTS) niet mogelijk.

Echter kan een COTS wel doorontwikkeld worden zodat het systeem voldoet aan de conceptuele basis functionaliteiten. Binnen het scenario off-the-shelf systemen zijn er twee oplossingsrichtingen gedefinieerd: een tablet of smartphone met de Airport Community App.

Tablet met Airport Community App

De Airport Community App is de meest geschikte off-the-shelf app, omdat het een veelgebruikte applicatie is die momenteel in *proof-of-concept* fase door Schiphol personeel gebruikt wordt. De behoefte voor deze applicatie is ontstaan bij floormanagers, het regiecentrum en security, maar wordt inmiddels door alle afdelingen intern op Schiphol gebruikt. Het doel van deze app is het samenbrengen van informatie en data, waaronder wachttijden bij processen, vlucht informatie, CDM-tijden, weerberichten, procedures en handleidingen, plattegronden, etc.

Uit een gesprek met de ontwikkelaar blijkt dat het technisch gezien mogelijk is deze app uit te breiden met aanvullende functionaliteiten, bijvoorbeeld met het tonen van pushback procedures. Tevens is een uitbreiding naar locatie bepaling op basis van GPS-locatie een mogelijkheid. De app toont alleen informatie, op het moment is er geen invoer mogelijk. In de toekomst kan dit mogelijk ingebouwd worden, echter staat het niet vast of de leverancier deze ontwikkeling gaat starten. Daarmee is het onduidelijk of het versturen van de Actual Ready Time (ARDT) naar de OPL gerealiseerd kan worden.

Gezien de soms extreme weersomstandigheden (harde wind en neerslag), biedt een tablet met beschermhoes uitkomst. Doordat het scherm doorgaans groter is dan bij een smartphone, is de bediening van een app meestal makkelijker op een tablet doordat invoerknoppen groter worden afgebeeld. Daarnaast kunnen instructies en teksten groter weergegeven worden, waardoor de kans op misinterpretatie kleiner wordt. Andere voordelen van het gebruik van tablets ten opzichte van smartphones zijn een langere levensduur van de batterij, en dat ze zijn ontworpen voor het uitvoeren van werkzaamheden.

Tabel 5 geeft een beoordeling weer van de voor- en nadelen, randvoorwaarden, risico's en slagingskans.

Tabel 5 Beoordeling tablet met Airport Community App

	Tablet met Airport Community App
Voordelen	Bestaande Schiphol-specifieke app die volgens ontwikkelaars vrij eenvoudig uit te bouwen is met de gevraagde functionaliteit. App is breed bekend bij Schiphol personeel en wordt al volop gebruikt. Door groot scherm van tablet kunnen instructies goed zichtbaar gemaakt worden.
Nadelen	Doordat de app nu al meerdere vormen van informatie laat zien, kan de chauffeur moeite hebben zijn weg te vinden binnen de app.
Randvoorwaarden	Aan functionele basis eisen kan worden voldaan. Op dit moment kan er echter nog geen informatie ingevoerd worden door gebruikers, ofwel de additionele functionele eisen. De vraag is of deze app zich daar ook voor leent, en of dat wenselijk is.
Risico's	Onvoorziene doorontwikkelkosten om de bestaande app uit te bouwen zodat aan de specifieke eisen voldaan kan worden.

Slagingskans	Doorlooptijd: ca. 3 à 4 maanden voor door ontwikkeling app. Uitbesteding: ontwikkeling wordt gedaan door IT-team van Schiphol zelf. Toekomstbestendig: additionele en toekomstige functionaliteiten kunnen mogelijk worden toegevoegd aan de app.
--------------	--

Smartphone met off-the-shelf app

De beschreven eigenschappen van deze oplossingsrichting komen qua software ontwikkeling overeen met de oplossingsrichting tablet. In tegenstelling tot een tablet, wordt voor de hardware van deze oplossingsrichting een smartphone aangedragen. Tabel 6 geeft een beoordeling weer van de voor- en nadelen, randvoorwaarden, risico's en slagingskans.

Een smartphone is doorgaans een stuk kleiner dan een tablet en daardoor draagbaarder en makkelijker mee te nemen. Daarnaast heeft het als voordeel dat het ook als telefoon gebruikt kan worden voor communicatiedoeleinden. Twee van de vijf grondafhandelaren beschikken reeds over een smartphone, waardoor de investering in hardware kan dalen.

Smartphones worden niet wenselijk geacht door alle grondafhandelaren, gezien het potentiële risico op reductie van situational awareness van de pushback chauffeur.

Tabel 6 Beoordeling smartphone met Airport Community App

	Smartphone met Airport Community App
Voordelen	Bestaande Schiphol-specifieke app die volgens ontwikkelaars vrij eenvoudig uit te bouwen is met gevraagde functionaliteit. App is breed bekend bij Schiphol personeel en wordt al volop gebruikt. Smartphone is draagbaar op zak. Diverse afhandelaren beschikken reeds over een smartphone.
Nadelen	Doordat de app nu al meerdere vormen van informatie laat zien, kan de chauffeur moeite hebben zijn weg te vinden binnen de app. (Privé-) gebruik smartphone wordt onwenselijk geacht.
Randvoorwaarden	Aan functionele basis eisen kan worden voldaan. Op dit moment kan er echter nog geen informatie ingevoerd worden door gebruikers, oftewel de additionele functionele eisen. De vraag is of deze app zich daar ook voor leent, en of dat wenselijk is.
Risico's	Onvoorziene doorontwikkelkosten om de bestaande app uit te bouwen zodat aan de specifieke eisen voldaan kan worden.
Slagingskans	Doorlooptijd: ca. 3 à 4 maanden voor door ontwikkeling app. Uitbesteding: ontwikkeling wordt gedaan door IT-team van Schiphol zelf. Toekomstbestendig: additionele en toekomstige functionaliteiten kunnen mogelijk worden toegevoegd aan de app.

4.5 Eigen ontwerp

De oplossingsrichtingen die volledig eigen ontwerp zijn hebben het voordeel dat het systeem ontwikkeld kan worden naar eigen inzichten. Door het zelf ontwerpen van de app kunnen de basis, functionele en toekomstige eisen stap voor stap ontwikkeld worden. Een “eigen ontwerp” traject brengt kosten met zich mee voor begeleiding van een externe partij, en kent een langere doorlooptijd.

Er is met meerdere softwareontwikkelaars gesproken om de mogelijkheden te onderzoeken. De experts geven allemaal aan in staat te zijn om:

- Luchtvaart specifieke apps te maken die aansluiten bij relevante ICAO-regelgeving;
- Apps te kunnen maken die voor meerdere platforms geschikt zijn;
- ADS-B en GPS data uit te lezen voor positiebepaling;
- Te kunnen verbinden met 4G en WiFi netwerken voor communicatie;
- Data uitwisseling met databases als SQL/Oracle/etc.;
- Graphics te maken middels het gebruik van vector diagrams;
- Het leveren van 24/7 customer service support.

Binnen het scenario eigen ontwerp zijn er twee oplossingsrichtingen gedefinieerd: een tablet of smartphone met een zelf te ontwerpen app.

Tablet met zelf te ontwerpen app

Een volledig zelf te ontwikkelen app biedt het voordeel dat aan alle conceptuele eisen aan de oplossingsrichtingen kan worden voldaan. Daarnaast biedt het de mogelijkheid om later te definiëren specificaties en wensen van de gebruikers mee te nemen in de definitie en ontwerpfase. De mogelijkheden wat betreft de eerder gedefinieerde parameters in Sectie 4.1 zijn groot, men kan het zo complex en uitgebreid maken als wenselijk is. Tabel 7 geeft een beoordeling weer van de voor- en nadelen, randvoorwaarden, risico's en slagingskansen.

Tabel 7 Beoordeling tablet met zelf te ontwerpen app

	Tablet met zelf te ontwerpen app
Voordelen	App is helemaal naar eigen wens te ontwerpen. Visuele aspecten kunnen volledig afgestemd worden op gebruik. Door zelf app te ontwikkelen kunnen mogelijke wijzigingen/updates snel worden geïmplementeerd. Door groot scherm van tablet kunnen instructies goed zichtbaar gemaakt worden.
Nadelen	Ontwikkeltijd van software kan lang duren door test en trialfase, waardoor traject tot implementatie lang duurt. Zelf geen controle over ontwikkeling en uitvoering. Zodra wijzigingen aangebracht moeten worden zal altijd de externe partij erbij betrokken zijn. Mogelijk hoge ontwikkel- en testkosten.
Randvoorwaarden	Doordat de app zelf ontwikkeld wordt kan aan alle randvoorwaarden worden voldaan.
Risico's	Uitlopende doorlooptijd. Onvoorziene ontwikkelkosten.

	Afhankelijk van externe partij.
Slagingskans	Doorlooptijd: 8 tot 12 maanden voor het gehele ontwikkeltraject. Uitbesteding: ontwikkeling software wordt uitbesteed aan ontwikkelaars. Toekomstbestendig: doordat de app van scratch gemaakt wordt kan er rekening gehouden worden met eventuele toekomstige aanvullende functionaliteiten, waardoor deze app toekomstbestendig is.

Smartphone met zelf te ontwerpen app

De beschreven eigenschappen van deze oplossingsrichting komen qua software ontwikkeling overeen met de vorige oplossingsrichting. In tegenstelling tot een tablet, wordt voor de hardware van deze oplossingsrichting een smartphone aangedragen. Tabel 8 geeft een beoordeling weer van de voor- en nadelen, randvoorwaarden, risico's en slagingskans.

Tabel 8 Beoordeling smartphone met zelf te ontwerpen app

	Smartphone met zelf te ontwerpen app
Voordelen	App is helemaal naar eigen wens te ontwerpen. Visuele aspecten kunnen volledig afgestemd worden op gebruik. Door zelf de app te ontwikkelen kunnen mogelijke wijzigingen/updates snel worden geïmplementeerd. Smartphone is draagbaar op zak. Diverse afhandelaren beschikken reeds over een smartphone.
Nadelen	Ontwikkeltijd van software kan lang duren door test en trialfase, waardoor traject tot implementatie lang duurt. Zelf geen controle over ontwikkeling en uitvoering. Zodra wijzigingen aangebracht moeten worden zal altijd de externe partij erbij betrokken moeten worden. Mogelijk hoge ontwikkel- en testkosten. (Privé-) gebruik smartphone wordt onwenselijk geacht.
Randvoorwaarden	Doordat de app zelf ontwikkeld wordt kan aan alle randvoorwaarden worden voldaan.
Risico's	Uitlopende doorlooptijd. Onvoorziene ontwikkelkosten.
Slagingskans	Doorlooptijd: 8 tot 12 maanden voor het gehele ontwikkeltraject. Uitbesteding: ontwikkeling software wordt uitbesteed aan ontwikkelaars. Toekomstbestendig: doordat de app van scratch gemaakt wordt kan er rekening gehouden worden met eventuele toekomstige aanvullende functionaliteiten, waardoor deze app toekomstbestendig is.

4.6 Niet gekozen oplossingsrichtingen

De volgende oplossingsrichtingen zijn niet uitgewerkt aangezien deze niet haalbaar worden geacht binnen een kort termijn. Echter zijn deze richtingen noemenswaardig, gezien de toekomstige functionaliteit. Er zijn vijf mogelijkheden bekeken:

1. Gebruik van geolocatie systemen;
2. Gebruik van een virtual reality (VR)-bril;
3. Inbouwen van een heads-up display (HUD) in het pushbackvoertuig;
4. Toepassen van CPLCD datalink procedures voor het verlenen van de pushback klaring, en
5. Zelf te ontwikkelen hardware apparaten.

Een beknopte beschrijving van deze niet gekozen oplossingsrichtingen staan in bijlage B.

4.7 Oplossingsrichtingen

De selectie van de oplossingsrichtingen die een serieuze slagingskans hebben zijn weergegeven in Tabel 9. Deze oplossingsrichtingen zijn meegenomen in de kosten- en batenanalyse in Hoofdstuk 5.

Tabel 9 Samenvatting oplossingsrichtingen

Categorie	Beschrijving
Huidige middelen	Geen gemeenschappelijk middel beschikbaar bij afhandelaren
Off-the-shelf systemen	Tablet met Airport Community App
	Smartphone met Airport Community App
Eigen ontwerp	Tablet met zelf te ontwerpen app
	Smartphone met zelf te ontwerpen app

5 Kosten-en batenanalyse

De voorziene oplossing is een middel voor verschillende operationele toepassingen, waarbij de kosten en baten niet bij dezelfde stakeholder terecht komen. De kosten en baten zijn daardoor niet uitgesplitst naar stakeholder maar worden als geheel gepresenteerd.

5.1 Verwachte baten

De verwachte baten zijn een verandering als gevolg van het implementeren van een device, die als positief worden ervaren door tenminste één van de betrokken partijen. De baten zijn kwalitatief van aard voor zowel veiligheid als efficiëntie en capaciteit. De verwachte baten zijn afhankelijk van de gerealiseerde basis- en toekomstige functionaliteit van de oplossingsrichtingen. De gehanteerde symboliek is weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10 Toelichting gehanteerde symboliek

Symbool	Betekenis
	Oplossingsrichting met basis functionaliteit levert verbetering op t.o.v. het baseline scenario
	Oplossingsrichting met additioneel/toekomstige functionaliteit levert verbetering op t.o.v. het baseline scenario
0	Oplossingsrichting levert geen verbetering op t.o.v. het baseline scenario

Veiligheid

Op basis van gesprekken met de grondaafhandelaren en operationele experts van LVNL zijn de in sectie 2.1 beschreven achterliggende oorzaken van pushbackvoorvallen geanalyseerd. Hierbij is gekeken naar de basis- en toekomstige functionaliteiten in relatie tot de potentie van reduceren of voorkomen van de voorvallen. Tabel 11 geeft de kwalitatieve baten weer, gestoeld op veiligheid.

Een device met de basisfunctionaliteit zoals gedefinieerd in Sectie 3.2 heeft de potentie om het aantal voorvallen (afwijken van pushback instructie) met 53% te reduceren. Een device met zowel de basis als toekomstige functionaliteit kan potentieel het aantal voorvallen met 88% te reduceren. Dit geldt voor alle oplossingsrichtingen.

De doelstelling ten aanzien van veiligheid is het reduceren van pushbackvoorvallen waarin wordt afgeweken van de standaard pushback instructie. Deze doelstelling wordt door alle oplossingsrichtingen gehaald.

Tabel 11 Verwachten baten veiligheid

Baten	Oplossingsrichtingen				
	Basisscenario	Tablet Airport Community App	Smartphone Airport Community App	Tablet Zelf te ontwikkelen App	Smartphone Zelf te ontwikkelen App
Reductie pushback voorvallen					
Vliegtuig of pushbackchauffeur gaat uit zichzelf pushen na conditionele klaring	0	0	0	0	0
Pushback wordt vergeten waardoor conflict met ander verkeer ontstaat	0	0	0	0	0
Vliegtuig pusht anders dan geïnstrueerd	0	~	~	~	~
Vliegtuig pusht niet terwijl wel geklaard	0	0	0	0	0
Vliegtuig pusht anders dan de standaard	0	✓	✓	✓	✓
Anders/Onbekend	0	0	0	0	0
Potentie totale reductie met basis functionaliteit	0	53 %	53 %	53 %	53 %
Potentie totale reductie met basis en toekomstig functionaliteit	0	88 %	88 %	88 %	88 %

Efficiëntie en capaciteit

Afhankelijk van de basis of toekomstige functionaliteit van de oplossingsrichting is er potentie voor baten op het gebied van efficiëntie en capaciteit. Op basis van expert judgement van de grondaafhandelaren en de A-CDM experts zijn de oplossingsrichtingen geanalyseerd. Er is gekeken of de oplossingsrichtingen de potentie bieden tot verbeterde situational awareness in het A-CDM proces, en het kunnen loggen of versturen van de ARDT. Tabel 12 geeft de kwalitatieve baten weer.

Tabel 12 Verwachte baten efficiëntie en capaciteit

Baten	Oplossingsrichtingen				
	Basisscenario	Tablet Airport Community App	Smartphone Airport Community App	Tablet Zelf te ontwikkelen App	Smartphone Zelf te ontwikkelen App
Verbeterde situational awareness	0	✓	✓	✓	✓
Loggen of versturen van de ARDT	0	0	0	~	~

De doelstelling ten aanzien van efficiëntie en capaciteit is het mogelijk maken van situational awareness in het A-CDM proces en het kunnen loggen of versturen van de ARDT. Deze doelstelling wordt alleen gerealiseerd door een tablet of smartphone met een zelf te ontwikkelen app.

5.2 Verwachte investering

De omvang van de investering is afhankelijk van de gekozen oplossingsrichting. Naast eventuele aanschafkosten van hardware en software zijn de activiteiten op weg naar realisatie in kaart gebracht (Tabel 13).

De aanschafkosten van de hardware zijn berekend voor het aantal pushback voertuigen + 10% voorraad. Waarbij een bandbreedte is opgenomen voor zowel een tablet (€ 300 - € 600) als een smartphone (€ 200 - € 400).

Indien software intern wordt ontwikkeld zal het beheer zeer waarschijnlijk ook intern belegd worden. Bij een ontwikkeling door een externe partij wordt meestal extern het beheer belegd. Dit resulteert tevens in licentiekosten. Voor zowel intern als extern bestaan er jaarlijks terugkerende kosten, zoals onderhoudskosten. Aangezien software experts een grove prijsindicatie afgeven en niet in detail treden in dit stadium van het traject, is het in deze fase nog niet mogelijk de kosten te splitsen in onderhoud & beheer en ontwikkeling van de software.

Om een oplossingsrichting te realiseren dient een sector breed project opgestart te worden waarin diverse activiteiten leiden tot implementatie. De volgende activiteiten zijn minimaal benodigd:

- Opstellen projectplan (initiatiefase)
- Door co-creatie specificaties definiëren (definitiefase)
- Opstellen sector operationeel concept (definitiefase)
- Ontwerpproces (ontwerpfase)
- Procedure ontwerp (ontwerpfase)
- Opstellen systeem integratie document (ontwerpfase)
- Ontwikkelen/aanpassen/prototyping software (realisatiefase)
- Testen (realisatiefase)
- Training (realisatiefase)
- Live trial en implementatie (realisatiefase)
- Evaluatie (nazorgfase).

De activiteiten worden gelijk geacht voor alle oplossingsrichtingen, echter de uitvoering en effort van de activiteiten hangt af van de complexiteit van de oplossingsrichting. De kosten van het totaal aan activiteiten zijn geschat door het uurloon (€100) te vermenigvuldigen met de effort die met de activiteiten gepaard gaan.

Tabel 13 Kostenanalyse

Kosten	Oplossingsrichtingen									
Kosten in €(*1000)	Basisscenario	Tablet Airport Community App		Smartphone Airport Community App		Tablet zelf te ontwerpen app		Smartphone zelf te ontwerpen app		
		Bandbreedte		Bandbreedte		Bandbreedte		Bandbreedte		
Aanschafkosten hardware ⁵	0	21	42	14	28	21	42	14	28	
Ontwikkelkosten software en onderhoud & beheer	0	50	100	50	100	100	200	100	200	
Activiteiten implementatie en realisatie	0	80	150	80	150	100	200	100	200	
Totaal	0	151	292	144	278	221	442	214	428	

⁵ 70 stuks gebaseerd op het huidige aantal pushback voertuigen + ca. 10% extra in voorraad

6 Overzicht en advies

In dit onderzoek zijn diverse belanghebbende partijen alsmede software- en hardware ontwikkelaars geïnterviewd. Er is onderzoek gedaan naar de slagingskansen van verschillende oplossingsrichtingen, variërend van relatief simpel tot complex. De volgende oplossingsrichtingen worden haalbaar geacht:

- Tablet met Airport Community App;
- Smartphone met Airport Community App;
- Tablet met zelf te ontwerpen app, en
- Smartphone met zelf te ontwerpen app.

Voor deze oplossingsrichtingen is een kosten- en batenanalyse uitgevoerd ten behoeve van de doelstellingen: het reduceren van pushbackvoorvallen, het verhogen van situational awareness in het A-CDM proces en het loggen of versturen van de ARDT. In Tabel 14 is een overzicht opgenomen.

Tabel 14 Overzicht oplossingsrichtingen

Oplossingsrichtingen	Kosten (€ *1000)	Baten	Opmerkingen
Basisscenario	0	0	Niets doen
Tablet airport community app	151 – 292	▪ Circa 50% reductie pushbackvoorvallen ▪ Mogelijkheden tot circa 80% reductie pushbackvoorvallen op lange termijn ▪ Verbeteren situational awareness in A-CDM proces	Tablet heeft voorkeur boven een smartphone wegens gebruik
Smartphone airport community app	144 – 278	▪ Circa 50% reductie pushbackvoorvallen ▪ Mogelijkheden tot circa 80% reductie pushbackvoorvallen op lange termijn ▪ Verbeteren situational awareness in A-CDM proces	
Tablet zelf te ontwikkelen app	221– 442	▪ Circa 50% reductie pushbackvoorvallen ▪ Mogelijkheden tot circa 80% reductie pushbackvoorvallen op lange termijn ▪ Verbeteren situational awareness in A-CDM proces ▪ Mogelijkheden voor het loggen/versturen van de ARDT	Een zelf te ontwikkelen app heeft voorkeur boven airport community app vanwege ontwikkeling en beheer
Smartphone zelf te ontwikkelen app	214 – 428	▪ Circa 50% reductie pushbackvoorvallen ▪ Mogelijkheden tot circa 80% reductie pushbackvoorvallen op lange termijn ▪ Verbeteren situational awareness in A-CDM proces ▪ Mogelijkheden voor het loggen/versturen van de ARDT	

Uit bovenstaand overzicht blijkt dat er een voorkeur bestaat voor een tablet boven een smartphone en een zelf te ontwikkelen app boven de Airport Community App. Naar aanleiding van deze analyse wordt geadviseerd oplossingsrichting “tablet met zelf te ontwikkelen app” nader in detail uit te werken, zowel procesmatig als inhoudelijk.

De business case laat zien dat de gestelde doelstellingen gehaald worden met het implementeren en realiseren van een device voor de pushbackchauffeur. Om dit te realiseren adviseert To70 het volgende:

- Besluitvorming over het implementeren van een oplossingsrichting;
- Beleg het projectbeheer bij AAS en initieer een sector breed project;
- Geef het ontwerpproces vorm door middel van co-creatie met de gebruikers, ten einde draagvlak te creëren;
- AAS dient de database met pushbackprocedures te beheren;
- Implementeer het device in verschillende stappen, waarbij per stap meer functionaliteiten worden toegevoegd. Deze aanpak biedt de mogelijkheid om voordelen te behalen op korte termijn. Na het realiseren van stap 1 kan een evaluatie starten alsmede een verbetertraject waarin additionele functionaliteiten worden gerealiseerd. To70 adviseert de volgende stappen:
 1. Realiseer op korte termijn de basisfunctionaliteiten waardoor de standaard pushback procedure te allen tijde beschikbaar is;
 2. Realiseer vervolgens de additionele functionaliteiten waardoor de ARDT gelogd/verstuurd wordt, en
 3. Definieer en ontwerp eventuele vervolgstappen voor het toevoegen van alternatieve klaringen of sleepbewegingen.

Bijlage A. Voorgesteld proces met device

Beschrijving voorgesteld proces met device pushback

Een pushback chauffeur verplaatst zich conform een eerder verstrekte instructie naar een VOP om een vliegtuig te pushen. Eenmaal aangekomen op de VOP, zet hij zijn tablet/smartphone aan en vult zijn gebruiker gegevens in. Hierdoor zoekt de software naar updates. Door middel van de persoonlijke code wordt direct gelogd of een chauffeur met een nieuwe instructie heeft gewerkt.

De chauffeur bevestigt via twee pull down menu's op welk VOP hij staat en welk vliegtuigtype gepusht gaat worden. Door dit handmatig te doen is de chauffeur zelf actief bezig met zijn werkprocessen. De software heeft een link met de operationele software (CDM portal) van AAS waardoor de TSAT zichtbaar is. De chauffeur is hiermee *in the loop* gehouden.

Naast de A-CDM tijden zijn twee pushback procedures getoond; de standaard en de alternatieve pushback richting. Deze beelden blijven zichtbaar. Boven de beelden staat een datum/tijd vermelding van de meest recente amendering van de procedure.

Onderaan staat een groene kop met het woord 'ready'. De chauffeur kan deze knop indrukken wanneer alle te verwachten werkzaamheden gereed zijn onder de vleugel. Dit ter bevordering van het A-CDM systeem.

Na de push / push-pull, kan de chauffeur uitloggen voordat hij verder gaat werken. Uitloggen zorgt dat het systeem weer wordt ge-update op de volgende VOP.

Mocht het systeem uitvallen wordt de huidige werkwijze gehanteerd.

Bijlage B. Niet gekozen oplossingsrichtingen

De volgende oplossingsrichtingen zijn niet uitgewerkt aangezien deze niet haalbaar worden geacht binnen een kort termijn. Echter zijn deze richtingen noemenswaardig, gezien de toekomstige functionaliteit. Er zijn vijf mogelijkheden bekeken:

1. Gebruik van geolocatie systemen;
2. Gebruik van een virtual reality (VR)-bril;
3. Inbouwen van een heads-up display (HUD) in het pushbackvoertuig;
4. Toepassen van CPLCD datalink procedures voor het verlenen van de pushback klaring, en
5. Zelf te ontwikkelen hardware apparaten.

Geolocatie systemen

De softwareontwikkelaars hebben onder andere ervaring in ground fleet management tools, waarbij pushback voertuigen en ander materieel gevolgd worden door middel van geolocatie-systemen. De locaties worden vervolgens weergegeven op een kaart via vector graphics, waarbij het schalen van de kaart mogelijk is om tot gewenste zoom-niveaus te komen. De app bepaalt de gate en bijbehorend vliegtuig waar de pushbacktruck bij staat, en zodra de chauffeur dit bevestigd worden pushbackinstructies gegeven. Hierbij kan worden gedacht aan visuele instructies (pijlen, kleuren, etc) op basis van de locatie en oriëntatie van de pushbacktruck. De implementatie van een dergelijk systeem gaat gepaard met intensieve test en trialfase, zodanig dat de doorlooptijd meerdere jaren kan zijn.

VR-bril

Hardware fabrikant Vuzix heeft, samen met softwarebedrijf Eon Reality, een VR oplossing voor afhandelaar SATS op Singapore Changi Airport ontwikkeld. Hiermee wordt data over een vliegtuig of over vracht kenbaar gemaakt aan grond personeel. Door naar het voorwerp te kijken wordt de data in de bril geprojecteerd op containervracht of op een vliegtuig. Tot nu toe heeft de accu van een bril het vermogen voor een uur. Dit beperkt de grondaafhandelaar tijdens de operatie.

Met zo een dergelijke oplossing wordt het mogelijk om de pushback procedure op een VOP te projecteren. Dit kan alleen functioneren samen met een app of programma dat input levert; de bril moet worden aangestuurd door software. Dit betekent dat een extra apparaat benodigd is.



Figuur 2 Voorbeeld van de data geprojecteerd op de VR-bril (Bron: SATS via To70 Singapore)

HUD in de pushbacktruck

In plaats van een tablet – iets dat relatief makkelijk uit het voertuig mee te nemen is – zou men het voertuig kunnen voorzien van een vast ingebouwde display; een HUD. Deze toepassing komt vaker voor in de automotive industrie. Informatie kan worden geprojecteerd in het zichtveld van de bestuurder, waarbij de bestuurder zo min mogelijk gehinderd wordt.

Deze oplossing is duur; het eist aansturing- en projectiemiddelen. De oplossing is uitsluitend interessant als precieze informatie over de rijrichting ook wordt geprojecteerd. Door de benodigde kosten en infrastructuur dat gepaard gaat met het realiseren van de positie nauwkeurigheid is deze oplossingsrichting niet verder onderzocht.

Datalink in de pushbacktruck

Controller–pilot data link communications (CPDLC) oftewel datalink protocollen worden gebruikt op meerdere luchthavens voor het verstrekken van een departure clearance. Datalink is al enkele jaren in gebruik voor en-route communicatie. Het verruimen van de protocollen om de pushback instructie te verstrekken via datalink is dan niet onlogisch. Echter, het wordt nu nergens in de wereld toegepast. Omdat CPDLC protocollen een standaardisatie in message format eist, is deze oplossing niet verder in detail onderzocht. In de toekomst, met internationale medewerking, is CPDLC wel een mogelijke oplossing. Deze optie is zeer aantrekkelijk wanneer de klaring niet alleen naar de cockpit wordt gestuurd, maar ook, tegelijkertijd, naar het pushbackvoertuig.

Een quickscan van de voorvalldata van VpS / LVNL laat zien dat het mogelijk is om de meerderheid van 766 voorvallen (van een totaal dataset van 1321 voorvallen) te voorkomen door de pushback instructie niet meer met een voice command te verstrekken.

Specifiek gaat het om de volgende voorvalensoorten:

- 4-1-2 Na incorrecte R/T op SUC frequentie pusht vliegtuig uit zichzelf
- 4-2-3 Vliegtuig pusht anders dan geïnstrueerd
- 4-2-5 Vliegtuig pusht anders dan de standaard
- 4-3-2 Verwarring bij (GC) met ander toestel

Zelf te ontwikkelen hardware apparaten

De mogelijkheden van een zelf te ontwikkelen hardware device zijn ook onderzocht. Het voordeel hiervan is maatwerk dat tevens de mogelijkheid heeft voor het inbouwen in het pushbackvoertuig. Er zijn echter grote twijfels bij de maakbaarheid en praktische toepassing van deze oplossingsrichting. Het ontwikkeltraject van hardware, in combinatie met de achterliggende software, zal qua tijd en kosten stukken hoger uitpakken dan wanneer er gebruik wordt gemaakt van de al beschikbare, betaalbare hardware.