

Passagiersprofielen en meldpatronen

Bepalen van nieuwe meldpatronen voor KLM op Schiphol

Wendeline Candel-Vergroesen

Business Mathematics and Informatics (BMI)
Afstudeerproject

Vrije Universiteit Amsterdam
De Boelelaan 1081a, 1081 HV Amsterdam

KLM Tactical Planning
Havenmeesterweg 401, 1118 BG Luchthaven Schiphol

15 september 2011

Voorwoord

Voor het afronden van mijn studie Business Mathematics and Informatics (BMI) aan de VU in Amsterdam, heb ik acht maanden deeltijd stage gelopen bij KLM op de afdeling Tactical Planning. Tijdens deze periode heb ik onderzoek gedaan naar het moment waarop de lokale passagiers zich melden voor vertrek van hun vlucht, de zogenaamde meldpatronen. Ground Services (GS) is gebaat bij een zo goed mogelijke voorspelling van de bedrijfsdrukke in de vertrekhal, zodat zij zo efficiënt en effectief mogelijk eigen personeel en oproepkrachten kunnen inzetten. Het was een boeiende zoektocht naar de juiste balans tussen details en eenvoud en tussen gevoel, verstand en pragmatisme.

Ik ben begeleid door zowel de KLM als de VU. Hiervoor een speciaal woord van dank aan Serdar Cifoglu, Joris de Kaey, Nic Wessels en Martin Bakker van KLM en Sandjai Bhulai van de VU. Bedankt voor jullie geduld met mijn vele vragen en voor jullie ondersteuning en goede raad.

Wendeline Candel-Vergroesen

9 september 2011, Luchthaven Schiphol

Samenvatting

De Koninklijke luchtvaartmaatschappij (KLM) is de grootste luchtvaartmaatschappij op Schiphol. Zij handelt in vertrekhal twee vele duizenden passagiers per dag af. Om deze passagiers zo goed mogelijk van dienst te kunnen zijn, is een goede voorspelling van de aantallen passagiers nodig. Met behulp van deze voorspelling kan het personeel dan zo goed mogelijk worden ingezet. Dit draagt enerzijds bij aan het doel de wachttijden binnen de gestelde targets voor klanttevredenheid te houden. Anderzijds wordt zo het budget, voor de inhuur van uitzendkrachten, niet overschreden. Voor de voorspelling van de meldtijd van de passagiers zijn meldpatronen nodig. Tijdens deze stage is onderzoek gedaan naar de factoren die de meldtijd van de passagier beïnvloeden. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden op de volledige check-in database van 2010. Vastgesteld is dat het soort vlucht en het tijdstip waarop de vlucht zal vertrekken de grootste invloed hebben op het meldtijdstip van de passagier. Het soort vlucht geeft aan of een passagier naar een Europese of een intercontinentale bestemming vliegt. Het meldtijdstip wordt relatief ten opzichte van de vertrektijd genomen. Het blijkt dat de passagiers zich in de loop van de dag steeds vroeger melden. Uit het onderzoek blijkt dat factoren als het seizoen of de dag van de week niet of nauwelijks invloed hebben op het meldtijdstip van de passagier.

Er is een proces ingericht waarmee de meldpatronen vastgesteld kunnen worden. Het doel is om dit proces jaarlijks te herhalen, daarom is het proces eenvoudig en overzichtelijk gehouden en zijn er heldere handleidingen geschreven. In het onderzoek wordt aangetoond dat men met 12 verschillende meldpatronen de voorspelling van de bedrijfsdrukte in de vertrekhal kan gaan verrichten. De huidige voorspelling wordt met 128 meldpatronen uitgevoerd en is voor 98% gelijk aan de nieuwe voorspelling. Met dit lagere aantal meldpatronen wordt de hanteerbaarheid verbeterd en zijn de patronen makkelijker bij te houden.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	4
1 Introductie	7
2 Procesbeschrijving planning bedrijfsdrukte	9
2.1 Plaats van Tactical Planning binnen Ground Services	9
2.2 Planningcycli van Tactical Planning	9
2.3 Plannen van de bedrijfsdrukte voor vertrekhal twee	9
2.4 Huidige meldpatronen	11
2.5 Stappenplan voor bepalen meldpatronen	11
2.6 Aannames en uitgangspunten	12
3 Datamining	15
3.1 Mogelijke invloedfactoren voor de meldtijd van een passagier	15
3.2 Welke gegevens zijn er in de database beschikbaar?	16
3.3 Corrigeren en aanvullen van de gegevens	16
3.4 Achtergrond DataMining Tool	19
3.5 Resultaten Datamining	19
4 Zoektocht naar de juiste meldpatronen	27
4.1 Evalueren van de verschillende meldpatronen	28
4.2 Onderzoek naar verdeling fit	31
4.3 Onderzoek naar tijdsverschuiving	32
5 Resultaten	35
5.1 MSE en MAPE resultaten	35
5.2 Visuele evaluatie van de resultaten	36
5.3 Validatie	38
5.4 Discussie	44
6 Conclusie	45
Bibliografie	47
Appendices	49
A Luchtvaartmaatschappijen die door KLM afgehandeld worden in vertrekhal twee	49
B Handleiding meldpatronen maken en inrichten	50

C Organigram	52
D Programma's aanpassen veld BellyBags	53
E Programma aanpassen veld class	58
F Programma Resource	59
G Programma Gamma Fit	61
H Handleiding Database klaarzetten	63
I Onderzoek naar de zaterdag	68
J Hal Cascade	72
K Discussiestuk wachtrij metingen	73

1 Introductie

KLM is een organisatie met een missie: door een uitstekende luchtvaartmaatschappij te runnen en deel te nemen in de meest succesvolle luchtvaartalliantie ter wereld wil de KLM waarde creëren voor klanten, medewerkers en aandeelhouders [1]. Bij KLM werkten per 31 maart 2010 31.787 mensen. Er werden 20,7 miljoen passagiers vervoerd [5] waarvan ongeveer 70% uit transfer passagiers bestaat en 30% uit lokale passagiers [12].

Op de afdeling Tactical Planning worden voorspellingen op korte en middellange termijn gemaakt voor alle processen van KLM Ground Services. In de vertrekhal zijn de KLM medewerkers gebaat bij een zo goed mogelijke voorspelling van de passagiersaantallen per tijdseenheid. Hiermee kan het personeel zo efficiënt en effectief mogelijk worden ingezet. De passagiersvoorspellingen hangen af van een aantal factoren zoals een goede voorspelling van de bezettingsgraad van een vliegtuig, goede voorspelling van het percentage lokale passagiers en een goede inschatting van het tijdstip waarop de lokale passagier zich meldt in de vertrekhal. Over dit meldtijdstip van de passagier en de patronen die het gedrag van de passagiers vertonen, gaat dit onderzoek en verslag.

Passagiers die vanaf Schiphol vertrekken kunnen op meerdere manieren inchecken voor hun vlucht. Zij kunnen voor het inchecken gebruik maken van internet check-in, een kiosk in de vertrekhal en in speciale gevallen van een balie. Vertrekhal twee is in twee gebieden georganiseerd. Een gebied voor de economy passagiers en een gebied voor de business passagiers. De economy passagiers worden gestimuleerd om via internet of een kiosk in te checken. Alleen als dat niet lukt, mogen ze gebruik maken van een balie. Voor bagage afgifte kunnen zij gebruik maken van self service bagage afgifte of afgifte aan een balie. Dit worden de diensten genoemd die een passagier ter beschikking staan. De business passagiers kunnen zelf kiezen van welke dienst ze gebruik maken.

Dit onderzoek beperkt zich tot de lokale passagiers die door KLM afgehandeld worden in vertrekhal twee. Sinds begin 2011 wordt een deel van hal twee verbouwd en is een gedeelte van de afhandeling van hal twee naar hal drie verplaatst. Aangezien dit een tijdelijke situatie is en er gegevens van 2010 worden geanalyseerd, wordt de situatie van hal twee voordat er verbouwd werd als uitgangspunt genomen. Passagiers die via internet inchecken en geen ruimbagage meenemen, maken geen gebruik van diensten in de vertrekhal. Voor deze groep worden er in dit onderzoek geen meldpatronen opgesteld. Passagiers met ruimbagage, al dan niet ingecheckt, dragen wel bij aan bedrijfsdrukke in de vertrekhal. Gezien de grote aantallen passagiers die gebruik maken van de vertrekhal, is het noodzakelijk om betrouwbare prognoses op te stellen voor het aantal benodigde balies en personeelsleden. Voor de inzet van personeel worden er per week budgetten beschikbaar gesteld op basis van de verwachte passagiers aantallen. Daarnaast zijn er targets opgesteld voor de wachttijden van passagiers per dienst en gebied. Een nauwkeurige voorspelling van de bedrijfsdrukke helpt bij het maken van een planning die binnen het budget valt en waarmee de targets gehaald kunnen worden.

Het doel van dit onderzoek is nu als volgt geformuleerd:

*Het inrichten van een **reproduceerbaar** proces dat **hanteerbare** meldpatronen oplevert, die een **toegevoegde waarde** hebben voor de betreffende planningsprocessen van Tactical Planning en daarmee voor heel KLM.*

De rest van dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt het hele proces van gegevens verzamelen tot de voorspelling van bedrijfsdrukte beschreven. In hoofdstuk 3 wordt het proces voor het vinden van passagiersprofielen uit de doeken gedaan. In hoofdstuk 4 wordt beschreven hoe meldpatronen worden samengesteld en op welke manier deze met elkaar vergeleken kunnen worden. Hoofdstuk 5 beschrijft de resultaten met daarbij een aantal kanttekeningen. Tenslotte volgt in het laatste hoofdstuk de conclusie.

2 Procesbeschrijving planning bedrijfsdrukte

2.1 Plaats van Tactical Planning binnen Ground Services

KLM Ground Services (GS) is verantwoordelijk voor de grondaafhandeling van KLM vluchten, vluchten van haar partners Air France (AF) en Delta (DL) en buitenlandse maatschappijen die een contract met de KLM hebben afgesloten. Het gaat hierbij niet alleen om processen als check-in, bagageafhandeling en belading van de vliegtuigen, maar ook om push-back, de-icen, tanken en schoonmaken. De organisatie van KLM GS is onderverdeeld in de volgende onderdelen: Passenger Services, Baggage Turnaround Services, Aircraft Services en de business unit Customer Ground Handling [2].

Binnen Ground Services is de afdeling Tactical Planning verantwoordelijk voor de werkdruk- en infrastructurele capaciteitsplanning van Ground Services. Tactical Planning zorgt dat er tijdig een integrale afstemming wordt gemaakt tussen de vraag van Netwerk, de afdeling die de dienstregeling opstelt, en het capaciteitsaanbod van Ground Services. Tevens worden scenario's opgesteld om kosten en performance van de grondprocessen te optimaliseren [2].

In figuur 21 op pagina 52 in bijlage C wordt de positie van Tactical Planning binnen Ground Services in beeld gebracht.

2.2 Planningcycli van Tactical Planning

De planning processen van Tactical planning bestaan uit [12]:

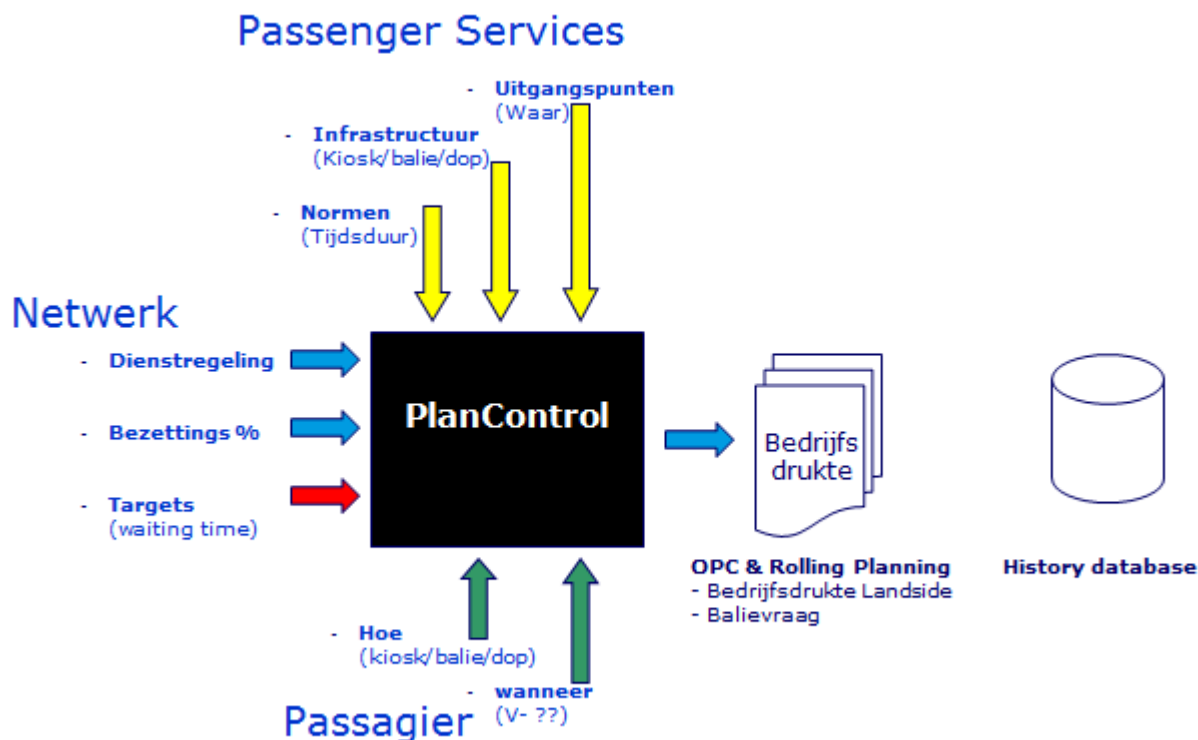
Mid en Longterm Planning (MLT)	ieder jaar, vijf jaar vooruit
General Strategic Framework (GSF)	ieder jaar, één tot drie jaar vooruit
Mid Term Target (MTT)	ieder jaar, één tot drie jaar vooruit, uitwerking GSF
Operational Planning Cycle (OPC)	twee keer per jaar, winter en zomer dienstregeling
Rolling Planning (RP)	iedere maand, drie maanden vooruit
Production Planning	iedere week, vier weken vooruit
Efficiency Quotient Personnel (EQP)	iedere dag, een week vooruit (dit is in ontwikkeling)

2.3 Plannen van de bedrijfsdrukte voor vertrekhal twee

Passenger Services is onderverdeeld in een afdeling airside en een afdeling landside. De afdeling landside is weer onderverdeeld in aankomst en vertrek. Dit onderzoek valt onder Passenger Services Landside, onderdeel vertrek. Voor de verschillende planningsprocessen, zoals beschreven in de vorige paragraaf, zijn de meldpatronen één van de input factoren. Om bedrijfsdrukte planningen voor hal twee te kunnen maken zijn vele verschillende inputgegevens nodig. Voor het bepalen van een bedrijfsdrukte verwachting wordt het programma

PlanControl gebruikt. Onder bedrijfsdrukte wordt de totale behoefte aan mankracht verstaan per tijdseenheid.

In figuur 1 wordt grafisch weergegeven wat het planningsprogramma nodig heeft om een



Figuur 1: Overzicht van de inputfactoren voor PlanControl

bedrijfsdrukte te kunnen bepalen. De meldpatronen verzorgen de input “wanneer” en de halcascade de input “hoe”. De halcascade (een voorbeeld staat in bijlage J op pagina 72) geeft voor de verschillende diensten in de hal het percentage passagiers dat van die dienst gebruik maakt. Deze beide input factoren worden door Tactical Planning bepaald aan de hand van empirische data.

De dienstregeling en bezettingspercentages worden geleverd door de afdeling Netwerk. De targets voor de wachttijden zijn terug te vinden in de planningsuitgangspunten (PUG) van Passage. Een voorbeeld van een target is: 90% van de economy passagiers mag maximaal acht minuten wachten om hun bagage te kunnen afgeven [3]. De infrastructuur en de normtijden voor afhandelen van een passagier worden door Passage geleverd. Hieruit blijkt dat vele factoren het resultaat beïnvloeden. Voor dit onderzoek is het belangrijk dat het planningsproces dusdanig wordt ingericht, dat de effecten van nieuwe meldpatronen zuiver gemeten kunnen worden.

De bedrijfsdrukte per half uur, die met behulp van PlanControl wordt bepaald, is de basis

Tabel 1: Tijdsintervallen huidige meldpatronen

EUR	ICA
06:00–08:00	06:00–09:00
08:00–12:00	09:00–12:00
12:00–20:00	12:00–20:00
20:00–24:00	20:00–24:00

voor de personeelsplanning van de hal. In deze voorspelling wordt bijvoorbeeld nog geen rekening gehouden met de pauzes voor het personeel. Medewerkers van de afdeling Passage nemen de planning vanaf hier over. Daar wordt iedere week, voor twee weken vooruit, bepaald voor hoeveel uur er uitzendkrachten ingehuurd kunnen worden binnen het budget dat afgegeven is. Op de dag van uitvoering wordt er een dagplanning gemaakt, waarin ieder personeelslid per tijdseenheid een bepaalde taak toegewezen krijgt en dan worden ook de pauzes verdeeld. De afdeling Tactical Planning is bij deze definitieve planning en inzet van personeel wel nauw betrokken, maar niet eindverantwoordelijk.

2.4 Huidige meldpatronen

Op dit moment worden er 128 verschillende meldpatronen gebruikt. Deze zijn sinds het voorjaar van 2010 in gebruik. Bij deze meldpatronen gelden de volgende onderscheidende factoren:

Soort vlucht	Europa (EUR)/ Intercontinentaal (ICA)
Weekend	Y/N
Class	C/M
4 dagdelen	zie tabel 1
Check-in type	Common/Ici ¹ /Kiosk
Bagage	Y/N (alleen voor Ici en Kiosk)

Een meldpatroon loopt nu van 30 minuten voor vertrek tot 400 minuten voor vertrek en heeft per vijf minuten een percentage. PlanControl is momenteel ook ingericht op een meldpatroon per vijf minuten.

Deze 128 meldpatronen zijn gebaseerd op een data analyse van drie weken check-in gegevens van november 2009. De directie van Tactical Planning wenst dat het aantal meldpatronen omlaag gebracht wordt. Daarom is een grondig onderzoek gebaseerd op meer gegevens dan drie weken noodzakelijk.

2.5 Stappenplan voor bepalen meldpatronen

Om nieuwe meldpatronen te kunnen bepalen, zullen de volgende stappen doorlopen worden:

¹Ici staat voor passagiers die via internet ingecheckt zijn.

- Stap 1* Bouw een database met de check-in gegevens van een heel jaar. Verrijk de data waar nodig en controleer op juistheid. Analyseer de gegevens en bepaal de meest belangrijke factoren voor het voorspellen van de meldtijd van een passagier (zie hoofdstuk 3 op pagina 15).
- Stap 2* Bepaal voor verschillende passagiersprofielen het meldpatroon tussen de 10 en 400 minuten voor vertrek.
- Stap 3* Kies minimaal drie dagen, waarvan je voorspellingen met de werkelijkheid gaat vergelijken en verzamel de werkelijke aantallen passagiers per vlucht. Bepaal per vlucht het bijbehorende meldpatroon en bepaal een totaal meldpatroon voor iedere dag. Bepaal een maat waarmee de dag-meldpatronen vergeleken kunnen worden (zie hoofdstuk 4 op pagina 27).
- Stap 4* Vergelijk de resultaten van de verschillende meldpatronen met elkaar (zie hoofdstuk 5 op pagina 35).
- Stap 5* Maak een keuze voor een bepaald passagiersprofiel met bijbehorende meldpatronen aan de hand van de criteria hanteerbaarheid, reproduceerbaarheid en toegevoegde waarde.
- Stap 6* Valideer de resultaten.

2.6 Aannames en uitgangspunten

Er wordt gezocht naar meldpatronen voor vertrekhal twee op Schiphol. Het onderzoek beperkt zich tot check-in gegevens die betrekking hebben op de door KLM afgehandelde passagiers in vertrekhal twee. De huidige tijdelijke situatie waarbij een gedeelte van vertrekhal drie wordt gebruikt, wordt niet in het onderzoek meegenomen.

Momenteel wordt bedrijfsdrukte voorspeld per half uur aan de hand van voorspelde passagiersaantallen. Het proces is er nog niet op ingericht om voorspellingen per dienst in de vertrekhal te maken. Dit onderzoek beperkt zich tot het voorspellen van het totaal aantal passagiers.

Passagiersprofielen zijn de bepalende factoren die aankomstgedrag van passagiers in de vertrekhal voorspellen. Een specifiek profiel dat uit drie factoren bestaat is bijvoorbeeld: **Europa** passagiers die **voor 9 uur** in de ochtend vertrekken en per **internet** inchecken. Een meldpatroon is het werkelijke tijdsverloop van de aanmeldingen relatief ten opzichte van de standaard vertrektijd, bijvoorbeeld: percentage **Europa** passagiers tussen 400 en 30 minuten voor vertrek per vijf minuten.

Onder meldtijd wordt verstaan het eerste moment dat een passagier zich meldt voor een dienst in de vertrekhal. Voor dit onderzoek is de meldtijd relatief ten opzichte van de vertrektijd van belang. Deze meldtijd wordt berekend in aantal minuten voor vertrek. In formule wordt dit:

$$Meldtijd_{rel} = (vertrektijd - meldtijd_{exact}), \text{ in minuten} \quad (1)$$

$$Meldtijd_{exact} = checkinTijd - serviceTijd - wachttijd. \quad (2)$$

Het onderzoek spitst zich toe op het voorspellen van check-in patronen. Waar gesproken wordt over meldtijd of meldpatroon wordt check-in tijd of check-in patroon bedoeld, tenzij anders vermeld. Op dit moment wordt er geen exacte meldtijd geregistreerd. Er zijn wel pogingen gedaan om een onderzoek naar de exacte meldtijden of wachttijden op te zetten, maar deze liepen vast op betrouwbaarheid en nauwkeurigheid onder de gegeven omstandigheden. Momenteel, eind augustus 2011, loopt er een proef waarin bluetooth signalen van passagiers worden gebruikt om wachttijd te meten [4]. Wellicht komen deze gegevens in de toekomst beschikbaar voor analyse.

Aangezien er bedrijfsdrukke per half uur opgeleverd gaat worden, is de gemiddelde wachttijd van 3'27" te verwaarlozen. Voorlopig wordt voorondersteld dat check-in patronen genoeg voorspellende waarde hebben voor de meldpatronen. De discussie in hoofdstuk 5.4 op pagina 44 gaat uitgebreider in op de invloed van het ontbreken van voldoende en betrouwbare wachtrij gegevens.

Er worden check-in gegevens gebruikt, die geregistreerd staan in het Codeco offline bestand. Codeco staat voor Computerised Departure Control en is een computersysteem dat onder andere op Schiphol wordt gebruikt ten behoeve van het inchecken voor een vlucht. Er worden drie dagen gekozen om de analyses op uit te voeren. Minder dagen levert te veel kans op uitzonderingsgevallen en meer levert erg veel extra werk op. Deze dagen zijn willekeurig gekozen onder de drie voorwaarden: er moet één dag uit de winter- en één dag uit de zomerdienstregeling in zitten, er moet een drukke en een rustige dag tussen zitten en het moeten drie verschillende dagen van de week zijn.

De meldpatronen worden per vijf minuten aangemaakt, aangezien PlanControl daarvoor is ingericht.

Op de gekozen drie dagen worden alle andere input factoren constant gehouden, zodat de gevolgen van meldpatronen zuiver kunnen worden waargenomen.

3 Datamining

In deze eerste fase van het onderzoek wordt achterhaald welke factoren bepalend zijn voor de meldtijd van een passagier. Dit is een uitwerking van *stap 1* uit het stappenplan op pagina 11.

3.1 Mogelijke invloedfactoren voor de meldtijd van een passagier

In een brainstormsessie heeft een aantal collega's met elkaar nagedacht over de mogelijke omstandigheden, die het meldtijdstip van de passagier kunnen beïnvloeden. In de onderstaande lijst is het resultaat op een rijtje gezet:

- Leeftijd
- Luchtvaartmaatschappij
- Afstand tot Schiphol
- Groepssamenstelling (bijvoorbeeld: zitten er kleine kinderen in de groep?)
- Doel van de reis (zakelijk of toerist)
- Afstand van de reis (Europa of Intercontinentaal (ICA))
- Duur van de reis (Hoe lang blijft de passagier weg?)
- Hoeveelheid bagage (geen, 1, meer dan 1 stuk)
- Vertrektijd
- Dag van de week
- Business class of economy
- Boarding pass nog printen
- Internet check-in (Ici)
- Frequent Flyer
- Het weer
- Rijdt het openbaar vervoer volgens dienstregeling?
- Fileberichten
- Geslacht
- Bestemming

- Seizoen
- Is het een terugvlucht of een heenvlucht (Vertrekt de passagier naar huis of is het de start van een reis?)

Het is belangrijk dat de factoren voorspelbaar zijn. Om dit te bereiken, moeten de gegevens regelmatig en minimaal een aantal weken van te voren beschikbaar zijn om de jaarlijkse en maandelijkse voorspellingen te kunnen maken. Zo vallen items als het weer, fileberichten en openbaar vervoer gegevens af. Na bestudering van de velden uit de check-in database vallen ook de velden leeftijd, geslacht, afstand tot Schiphol en duur van de reis af. Dit zijn privacy gevoelige gegevens die deels wel in het boeking systeem worden geregistreerd, maar niet in de check-in database zijn opgenomen.

3.2 Welke gegevens zijn er in de database beschikbaar?

De gegevens die beschikbaar zijn staan in verschillende databases. In februari had Tactical Planning nog geen rechtstreekse toegang tot de Codeco offline gegevens. De check-in gegevens van heel 2010 zijn speciaal voor dit onderzoek opgehaald uit de Codeco database en in acht bestanden aangeleverd. Voor ieder kwartaal waren dat twee bestanden. Het ene bestand bevatte de passagiers gegevens en het andere de bagage gegevens. In Appendix H op pagina 63 staat een uitgebreide handleiding hoe men de geleverde bestanden om kan zetten in één grote bruikbare database in Access. Deze handleiding beschrijft overigens het proces zoals dat begin juli plaats vond. Sinds eind april 2011 worden de check-in gegevens dagelijks ingeladen in drie databases, één voor passagiers gegevens, één voor vlucht gegevens en één voor bagage gegevens. De planning is dat de Codeco database in december over gaat naar Altea. Dit zal weer voor wijzigingen in de procedure zorgen. De database is duidelijk in ontwikkeling, maar het idee blijft wel gelijk.

In 2010 zijn in totaal 6.950.236 passagiers geregistreerd en in de nieuwe database AllPax-Bax2010 opgenomen. AllPaxBax2010 bevat per record de volgende velden: zie tabel 2 op pagina 21.

3.3 Corrigeren en aanvullen van de gegevens

Voordat er met datamining kan worden begonnen, worden de velden onderworpen aan een kritische analyse. Het doel van de datamining is het bepalen van een volgorde van belangrijkheid in de mogelijke factoren die de meldtijd van de passagier bepalen. Om voorspellende waarde van iedere factor goed te kunnen bepalen, moet vast staan dat de inhoud van de velden correct is. Zo blijken de gebruikte tijden in de passagiers- en bagage-gegevens niet in dezelfde tijdzone geregistreerd te worden. De tijden in het bagagebestand zijn omgezet van UTC² naar lokale tijd. De vertrektijd is een van de mogelijke factoren die het meldtijdstip van de passagier kan bepalen, met als gevolg dat alle tijden in plaatselijke tijd geregistreerd worden.

²UTC (Greenwich Mean Time zonder schrikkelseconden [6])

Het onderzoek beperkt zich tot vertrekhal twee. Alle records die horen bij luchtvaartmaatschappijen, die niet door KLM afgehandeld worden in vertrekhal twee, worden verwijderd. Een lijst van de huidige codes van de af te handelen luchtvaartmaatschappijen staat in appendix A op pagina 49.

In het veld ci-type staan codes voor de wijze van inchecken. Er zijn vier soorten: C (Common check-in aan de balie); I (Ici); K (Kiosk) en T (Telefoon). De telefonische check-in gebeurt, net als internet check-in, niet in de hal. Maar als de passagier bagage bij zich heeft, komt hij wel in de hal. Bij de eerste datamining resultaten met een kleinere database met de data van augustus 2010, komt het veld ci-type hoog in de beslisboom terecht. Het bleek dat het aantal records met een “T” in ci-type minder dan een half promille van het totale aantal records was. Door deze records te verwijderen, werd de voorspellende waarde van dit veld veel minder hoog. Het is niet in het belang van het onderzoek om een kleine hoeveelheid records een dermate grote invloed op het resultaat te laten hebben, vandaar dat deze records worden verwijderd.

Voor Ici passagiers, die zonder bagage reizen, is geen meldpatroon nodig. Om deze records te kunnen verwijderen, is het noodzakelijk te weten of men daadwerkelijk zonder bagage reisde. Het gebeurt bijvoorbeeld dat de bagage van één gezin allemaal op één persoon wordt ingecheckt en geregistreerd. Op deze manier lijkt het of de andere gezinsleden zonder koffer reisden, terwijl dat niet zo was. Passagiers die zelf zonder bagage reizen, maar samen met iemand die wel een koffer heeft, zouden ook moeten vallen onder het kopje “met bagage”. Er wordt aangenomen dat zij hun meldtijd aanpassen aan het feit dat ze nog bagage moeten afgeven. Het bleek dat het veld BellyBags alleen gevuld is met “Y” wanneer deze passagier bagage heeft ingecheckt. Met behulp van meerdere Visual Basic (VBA) programma’s is het gelukt om te bepalen of passagiers een groep vormen. Vervolgens kon de inhoud van het veld BellyBags eventueel aangepast worden. De programma’s zijn te vinden in bijlage D op pagina 53.

Class bevat de gegevens van het gekochte ticket, economy (M) of business (C). Frequent Flyer passagiers met een economy ticket en een Silver, Gold of Platinum kaart, de zogenaamde Elite passagiers, mogen echter ook in de business area inchecken. Uit de gegevens is niet te achterhalen of een passagier werkelijk gebruik maakt van dit recht, maar voor de rest van dit onderzoek wordt dit wel aangenomen. Met behulp van een ander programma in VBA (zie bijlage E op pagina 58) wordt er een nieuw veld “class” aangemaakt, waar in de klasse staat waar een passagier heeft ingecheckt.

In het veld Setadd staat een zes posities lange code van letters en cijfers, die verwijst naar de plek waar men heeft ingecheckt. De bedrijfsdrukte in vertrekhal twee op Schiphol is wat er voorspeld gaat worden. Er moeten zodoende geen records meegenomen worden van bijvoorbeeld transfer passagiers die aan airside hebben ingecheckt. Het is wenselijk om zo precies mogelijk te weten waar de passagier is geweest in de hal. Daarmee zou duidelijk worden of een Elite passagier inderdaad is ingecheckt in de business area. Zo is het nuttig om te weten hoeveel balies er op een bepaald moment open waren. Helaas kan het veld Setadd daar niet bij helpen. Na wat navragen op de afdeling LX (Codeco beheer) is er wel een tabel met balieposities bij bepaalde Setadd codes geleverd. Maar bij nadere bestudering blijkt dat een baliepositie alleen die code in het bestand geeft als de balie in gebruik

is voor common check-in. Is de balie alleen in gebruik voor bagage drop-off dan wordt er een andere code gebruikt. Deze is gelijk aan de codes voor de kiosken en deze zijn dan niet meer te onderscheiden. Met behulp van de tabel met balieposities zijn wel alle records verwijderd die horen bij passagiers, die bij de ticketoffice zijn ingecheckt.

Het veld seizoen wordt toegevoegd. Er worden twee seizoenen onderscheiden; zomer en winter. Deze seizoenen lopen gelijk met de zomertijd (zeven maanden) en de wintertijd (vijf maanden). KLM gebruikt ook twee dienstregelingen; een zomer- en een winterdienstregeling. Deze lopen ook gelijk met de zomer- en wintertijd.

In het veld HallDepMin, dat de *meldtijd_{rel}* bevat, komen waarden tussen de -1 en de 3703 minuten voor vertrek voor. Dit lijkt wat overdreven. Alleen die records met waarden tussen de 400 en 10 minuten voor vertrek blijven in het bestand.

Het laatste veld dat is toegevoegd is het veld Resource. Dit veld heeft de naam van de eerste dienst die een passagier in de hal bezocht heeft, zie bijlage F op pagina 59 voor de code van het gebruikte VBA programma. Dit veld kan van pas komen als er duidelijk onderscheid is in meldpatronen per geleverde dienst. Momenteel wordt de bedrijfsdrukte wel gebaseerd op totale aantallen passagiers, maar in de toekomst kan men toch drukte per dienst (resource) wensen. Hierbij worden de volgende resources onderscheiden:

CKiosk	Dit zijn passagiers die alleen een kiosk in de business area gebruiken
C-Dop	Dit zijn passagiers die Ici (internet check-in) hebben gedaan, wel bagage hebben en in de business area mogen inchecken
CKiosk+DOP	Dit zijn passagiers die een kiosk en bagage afgifte gebruiken in de business area
Elite	Dit zijn de frequent flyer passagiers die aan een balie hebben ingecheckt
CFull-Use	Dit zijn passagiers met een business ticket, die bij een balie hebben ingecheckt
MKiosk	Dit zijn economy passagiers die alleen een kiosk gebruiken
M-Dop	Dit zijn Ici passagiers met bagage in de economy area
MKiosk+Dop	Dit zijn passagiers in de economy area die een kiosk en een bagage afgifte punt bezoeken
M Full-Use	Dit zijn passagiers in de economy area, die vast zijn gelopen op een kiosk of een bagage afgifte punt

In het programma is ook een onbekende resource toegevoegd. Deze blijkt gevuld te worden met passagiers die Common check-in in het veld ci-type hebben staan, maar waar het Setadd geen balie positie oplevert. Dit kunnen passagiers zijn die op de mobiele check-in eenheid zijn ingecheckt, of passagiers die aan airside zijn ingecheckt. Hiervoor kan Setadd helaas niet gebruikt worden. Het zijn 1,5 % van de overgebleven 3.682.472 records en voorlopig blijven ze in het bestand, omdat de passagiers eventueel toch in de hal geweest kunnen zijn. Met deze database (AllPaxBaxKlaarVoorMeldpatronen) kan gestart met datamining.

3.4 Achtergrond DataMining Tool

Deze paragraaf beschrijft de technische achtergrond van de datamining tool die gebruikt is. Onder datamining wordt verstaan: het zoeken naar relaties en patronen in grote databases zonder dat die relaties van tevoren gedefinieerd zijn [9]. Data Mining Add-ins for Office 2007 gebruikt Microsoft SQL Server 2008 en dan met name Analysis Services. De algoritmes die gebruikt worden zijn gebaseerd op de algoritmes die geleverd worden door SQL Server 2008 Analysis Services (SSAS)[7]. Hiervan is het classificeer algoritme gebruikt dat een beslisboom oplevert. Een classificatie model vindt patronen in de data die overeenkomsten vertonen en kan op deze manier helpen voorspellingen te doen gebaseerd op de gegroepeerde gegevens [7]. Verondersteld wordt dat iedere situatie een enkel Bayesian prior network heeft en een schatting van betrouwbaarheid voor dat netwerk [11]. Met gebruik van deze prior networks berekent het algoritme de relatieve kansen van de netwerkstructuren gegeven door de huidige trainingsdata en bepaalt dat netwerk met de hoogste kans [11]. Het Microsoft Decision Trees algorithm gebruikt verschillende methodes om de beste boom te vinden. De gebruikte methode hangt af van de te verrichten taak en kan lineaire regressie, classificatie, of association analysis zijn.[11] Als het decision tree algoritme een set van mogelijke input factoren maakt, voert het een kenmerk selectie uit om die attributen en velden die de meeste informatie leveren, te vinden. De information gain wordt by default bepaald met een Bayesian network with a uniform Dirichlet distribution of priors [11].

Tijdens het zoeken naar de juiste boom gebruikt de tool 30% van de data voor testen, de rest wordt gebruikt voor trainen.

3.5 Resultaten Datamining

Voor het bepalen van de onderscheidende factoren die het aantal minuten voor vertrek kunnen voorspellen zijn twee methoden gebruikt. Ten eerste de analyse van een beslisboom en ten tweede een grafiek van het meldpatroon per factor.

Beslisboom

De volgorde van belangrijkheid van de voorspellende factoren voor de meldtijd wordt bepaald met behulp van de beschreven tool voor Datamining. De factoren met de meest voorspellende waarde worden bovenin de boom gehangen, daarna volgt de factor met de dan hoogste voorspellende waarde en zo door tot zo ver als aangegeven is.

Voor het maken van de beslisboom moet het te voorspellen veld en de daarbij te gebruiken velden worden opgegeven. Het veld HallDepMin wordt voorspeld met de volgende velden, die overeenkomen met mogelijke factoren uit de lijst uit paragraaf 3.1 op pagina 15: Flt-date; Fltnr; StTime; kof; arrst; ci-type; classNew; FFclass; nrbags; BellyBagsNew; car; weekend; weekday, seizoen.

Het resultaat is te zien in figuur 2 op pagina 22. Men ziet dat soort vlucht (kof) het belangrijkste veld is, met de meeste voorspellende waarde. Als volgend voorspellend veld komt de vertrektijd van een vliegtuig uit de bus. Voor Europa 8 tijdsblokken en voor ICA 7 tijdsblokken: zie tabel 3 op pagina 23.

De derde factor is niet in alle situaties meer hetzelfde. Als derde veld komt er soms Ci-type, soms FFclass of Class uit. Uit een experiment met extra velden voor de tijdstippen van de dag, blijken die velden heel veel informatie toe te voegen, waardoor deze factor hoog in de beslisboom eindigt. De volgende drie extra velden zijn aangemaakt met drie verschillende indelingen van de dag. Één kolom met maar drie dagdelen, één met vijf dagdelen en één met zeven dagdelen.

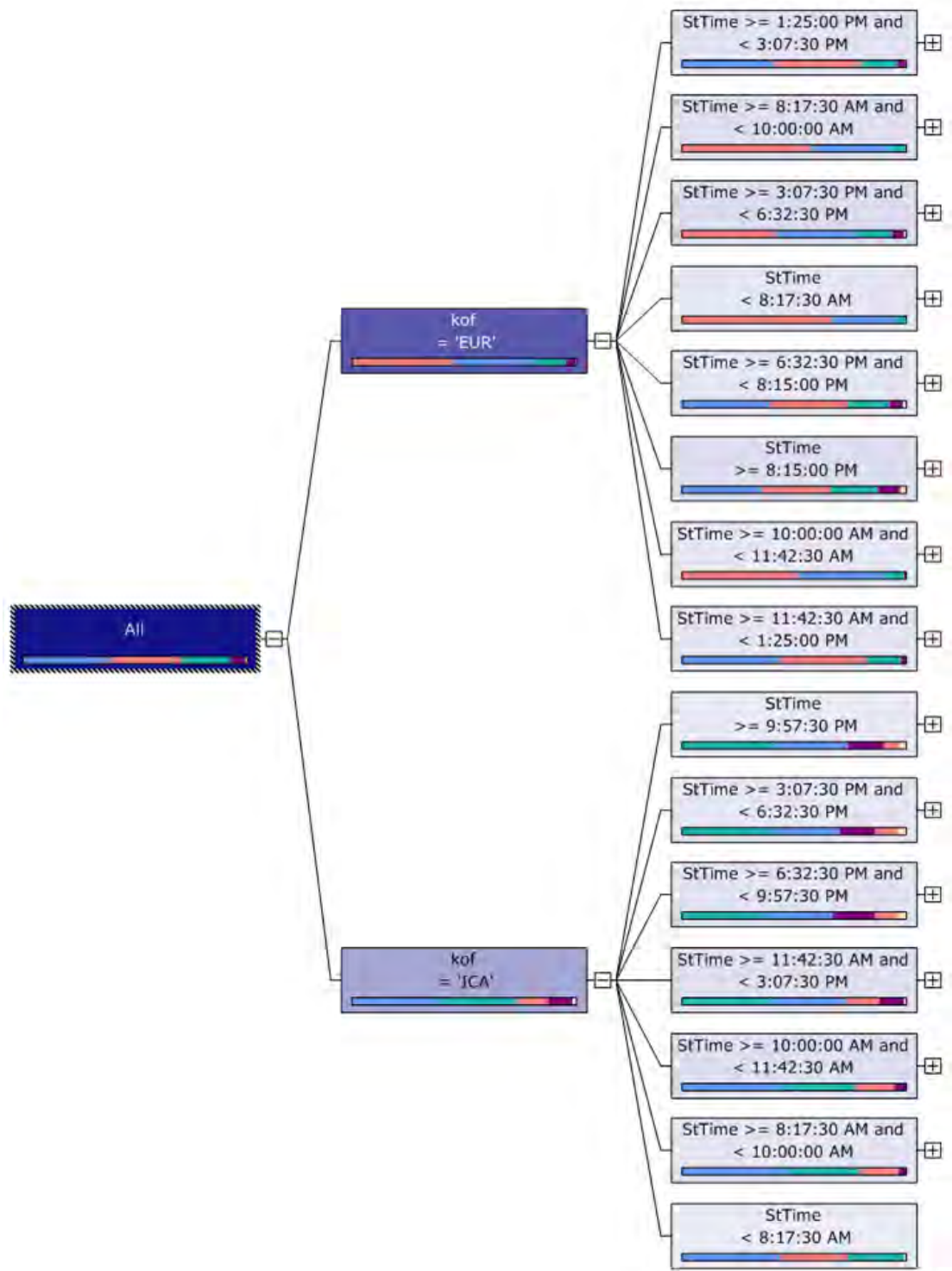
Oma ³ Weinig	Oma Middel	Oma Veel
tot 10:00	tot 08:00	tot 08:15
	08:00–10:00	08:15–10:00
10:00 – 18:00	10:00–14:00	10:00–11:45
		11:45–13:30
	14:00–20:00	13:30–17:00
na 18:00	na 20:00	17:00–20:15
		na 20:15

Sinds deze kolommen toegevoegd zijn aan de tabel, komt er als tweede belangrijke factor in de beslisboom Oma middel of Oma Veel uit. Voor Europa Oma veel, voor ICA Oma Middel. Dit suggereert dat de tijdsintervallen misschien verschillend moeten zijn voor Europa en ICA. Er komt nooit Oma weinig uit, dus het aantal dagdelen is minimaal vier. Dit is nu ook in de huidige meldpatronen het geval.

³OMA=Ochtend Middag Avond

Tabel 2: Inhoud database

fltdate	geplande vertrekdatum en vertrektijd
Fltnr	vluchtnummer inclusief letters van de luchtvaartmaatschappij
CiSeqNbr	volgnummer uniek per passagier per vlucht
StDate	schema vertrekdatum
StTime	schema vertrektijd
kof	soort vlucht, EUR (Europa) of ICA(intercontinentaal)
arrst	code van de bestemming
landengroep naam	de regio van de bestemming
OD subarea naam	opsplitsing van de regio
OD areanaam	stad waarin het vliegveld ligt
CiDate	datum waarop passagier heeft ingecheckt
CiTime	tijdstip waarop de check-in handeling is afgerond
CiDateHall	deze is leeg als Ci-type gelijk is aan ICI, anders gelijk aan CiDate
CiTimeHall	deze is leeg als Ci-type gelijk is aan ICI, anders gelijk aan CiTime
Ci-type	K=Kiosk; C=Common check-in; T=Telefonisch; ICI= Internet check-in
BellyBags	wel of geen bagage Y/N
DopCiDate	datum van printen van het eerste bagage label
DopCiTime	tijd van printen van het eerste bagage label
BagCiSeqNbr	bagage volgnummer uniek per passagier per vlucht
HallDate	dit is het vroegste moment waarop de passagier zich meldt in de hal. CiDateHall of DopCiDate
HallTime	dit is het eerste geregistreerde tijdstip in de hal, CiTimeHall of Dop-CiTime
class	de klasse van het gekochte ticket, M voor economy en C voor business class
FFclass	soort Frequent Flyer pas: none, Ivory, Silver, Gold, Platinum
setadd	dit is een code die overeenkomt met een balie positie of een computerverbinding met het mainframe.
BaliePos	nummer van de balie waar de passagier geholpen is, mits deze bekend is
nBags	aantal stuks bagage
CiDepMin	vertrektijd - CiTimeHall in minuten of 0 als passagier via internet ingecheckt is
DopDepMin	vertrektijd - DopCiTime in minuten of 0 als passagier geen bagage bij zich heeft
HallDepMin	de <i>Meldtijd_{rel}</i> ; Vroegste tijd van CiDepMin en DopDepMin



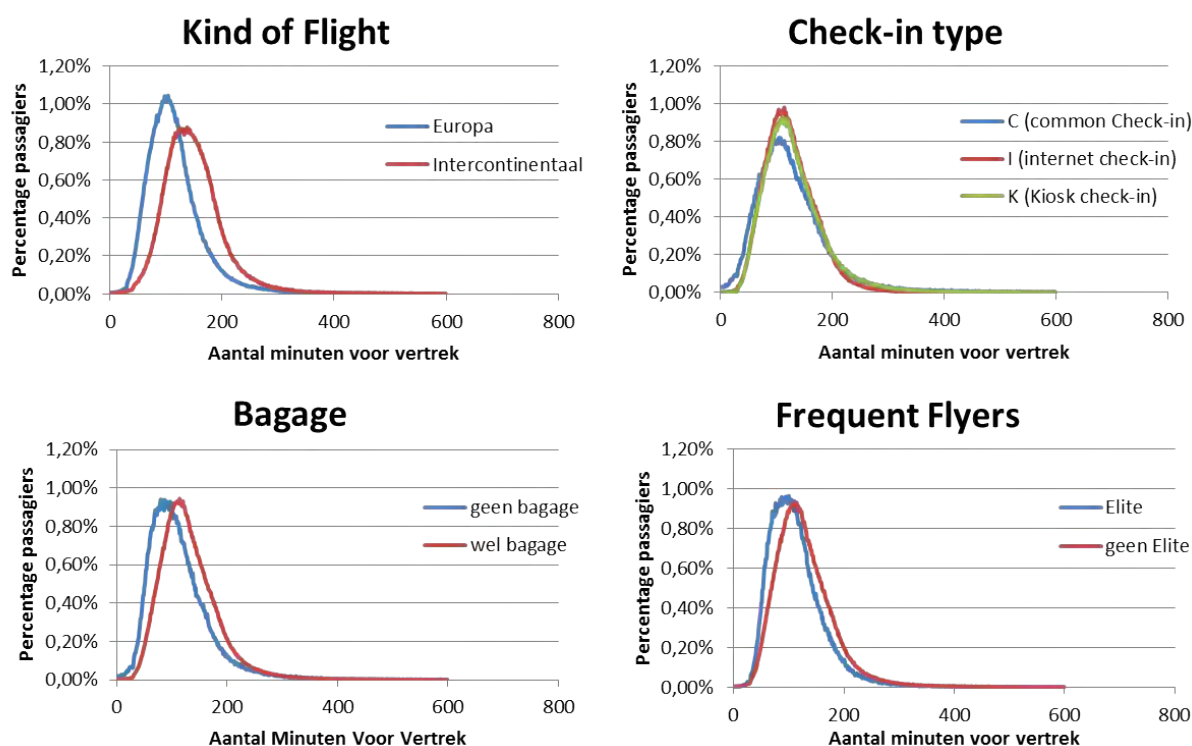
Figuur 2: Decision tree 2010

Tabel 3: 15 meldprofielen

EUR	ICA
tot 08:17:30	tot 08:17:30
08:17:30–10:00:00	08:17:30–10:00:00
10:00:00–11:42:30	10:00:00–11:42:30
11:42:30–13:25:00	11:42:30–15:07:30
13:25:00–15:08:00	15:08:00–18:32:00
15:08:00–18:32:30	18:32:30–21:57:30
18:32:30–20:15:00	21:57:30 en later
20:15:00 en later	

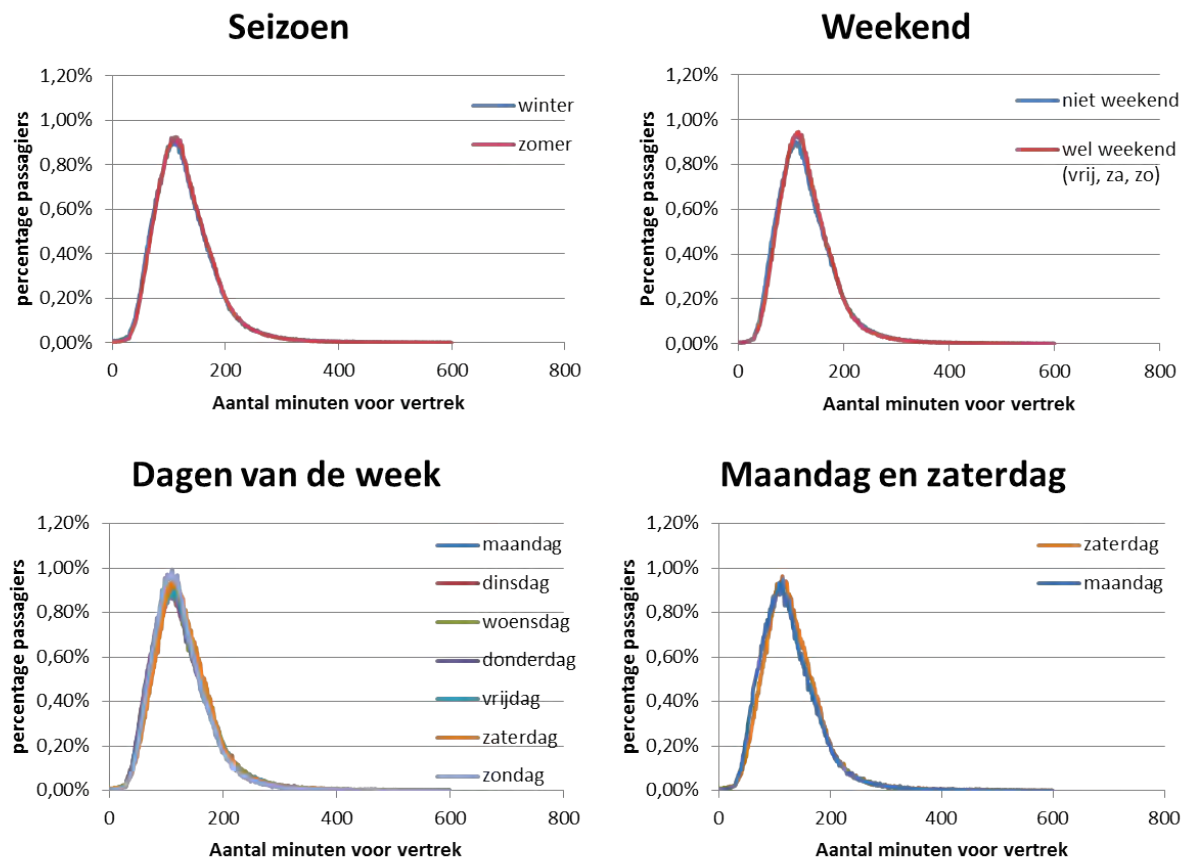
Grafieken meldpatronen

Er wordt een beeld verkregen van de verschillen in meldpatroon per factor door voor iedere factor een grafiek te tekenen van het meldpatroon. Deze grafieken worden allemaal getekend op basis van meldpatronen per minuut. Hiervoor zijn procentuele tabellen samengesteld met de gegevens uit 2010 waarmee de grafieken zijn gemaakt. De grafieken zijn beter te vergelijken als de waarnemingen in procenten worden uitgedrukt omdat de aantallen per categorie nogal kunnen verschillen.



Figuur 3: Meldpatronen vier verschillende factoren

In figuur 3 ziet men een duidelijk verschil in check-in patroon tussen Europa reizigers en intercontinentale (ICA) reizigers. Dit verschil is te verklaren uit het feit dat ICA passagiers gevraagd wordt langer voor vertrek in te checken dan EUR passagiers. In deze figuur is ook een verschil te zien tussen passagiers met en zonder bagage. Passagiers zonder bagage komen later dan passagiers met bagage, omdat ze weten dat ze een hele handeling minder te verrichten hebben in de hal. In de grafiek van Check-in type is te zien dat Common check-in dichterbij vertrek plaatsvindt dan Ici of kiosk check-in. Dit is logisch, omdat economy passagiers pas bij de balie terecht komen als ze vast zijn gelopen aan een kiosk of bagage drop-off punt. Bij de Frequent Flyers zien we een verschil in passagiers met de Elite status en passagiers zonder deze status. Dit verschil is logisch omdat Elite passagiers zeer ervaren passagiers zijn en daardoor minder tijd nemen voor het inchecken. Elite passagiers

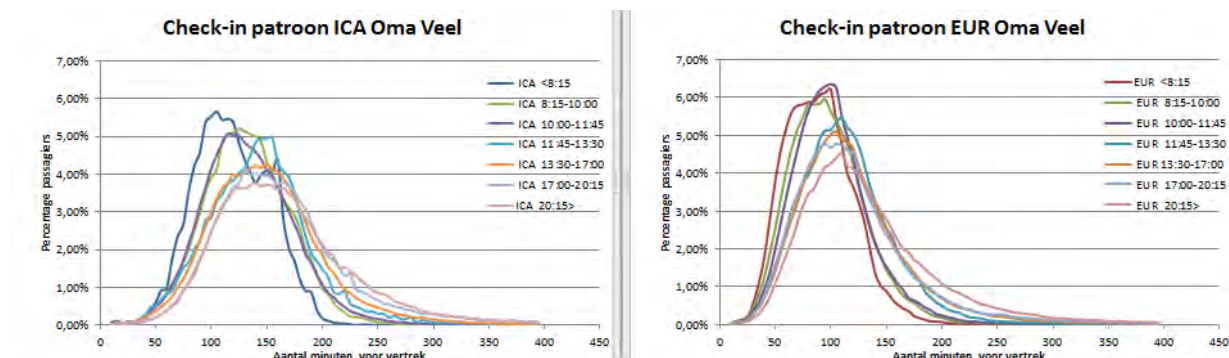


Figuur 4: Meldpatronen van nog vier factoren

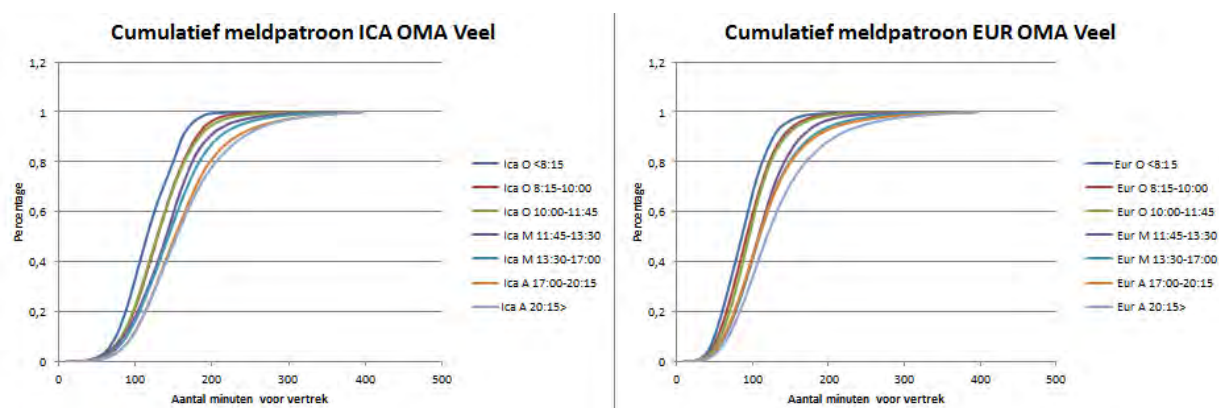
weten bovendien dat ze aan een aparte balie mogen inchecken, waar de wachtrij zeer kort gehouden wordt.

In figuur 4 zijn de grafieken getekend voor seizoen, weekend en weekdagen. Hierin is te zien dat seizoen en weekend nagenoeg geen verschillen in patroon vertonen, en dat de dagen van de week een lichte afwijking vertonen. Deze factoren zijn niet hoog in de beslisboom terecht gekomen.

Tijdens vergaderingen met de afdeling Passage kwam regelmatig naar voren dat de zaterdag een ander meldpatroon zou hebben. Uit deze grafiek komt dat niet naar voren. In Appendix I op pagina 68 staat een uitgebreid onderzoek naar de zaterdag. Hieruit blijkt dat niet zozeer het meldpatroon van de passagiers anders is, maar dat de percentages EUR/ICA passagiers anders zijn. Het percentage EUR passagiers is gemiddeld 63,5% en het percentage ICA passagiers gemiddeld 36,5%, maar op de zaterdag zijn deze percentages voor EUR 54,6% en voor ICA 45,4%. Daarnaast zijn er meer passagiers met bagage en minder Frequent Flyer passagiers. Deze combinatie geeft kennelijk een hele andere beleving van de drukte in de hal.



Figuur 5: Meldpatroon voor 7 dagdelen



Figuur 6: Cumulatief meldpatroon van 7 dagdelen

Nu zijn de grafieken van de meldpatronen van de dagdelen nog over. In de figuren 5 en 6 is te zien dat er verschillen zijn in de meeste dagdelen. Deze grafieken zijn wat grilliger omdat de verschillende categorieën minder passagiers bevatten. De database is nu in 14 stukken verdeeld, omdat we twee factoren hebben gecombineerd, namelijk soort vlucht en Oma Veel. Er is een duidelijke verschuiving gedurende de dag te zien. Vroeg in de morgen komen de passagiers korter voor vertrek dan later op de dag.

Nu is duidelijk geworden dat de twee factoren die de meeste informatie over de meldtijd leveren op volgorde van belangrijkheid zijn:

- soort vlucht (EUR of ICA)
- Tijdstip van vertrek van de vlucht

Stap 1 is nu afgerond.

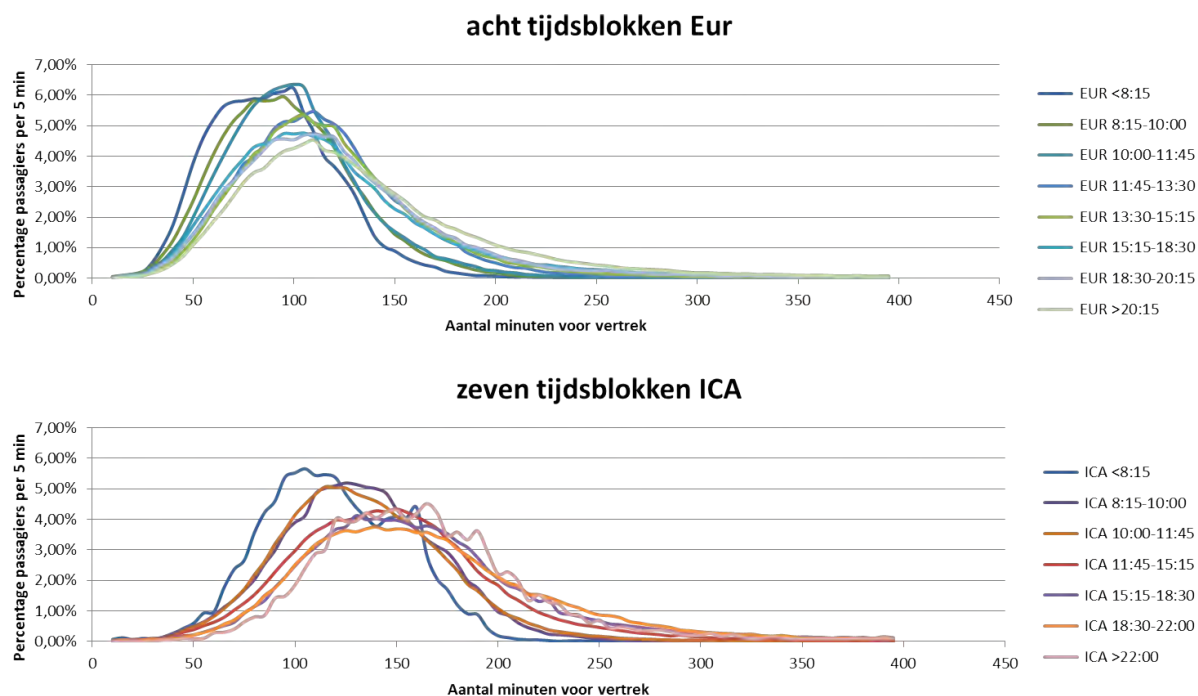
4 Zoektocht naar de juiste meldpatronen

Er wordt begonnen met de analyse van de huidige meldpatronen en meldpatronen met maximaal twee factoren. Aan het eind van deze analyses zal bagage als derde factor worden toegevoegd om de toegevoegde waarde van een mogelijke verdubbeling van het aantal profielen te bepalen. Bagage heeft als keuzemogelijkheden ja of nee. Ieder meldpatroon dat er al is, wordt in tweeën gesplitst wanneer bagage toegevoegd wordt als factor, daarom ontstaat er maximaal een verdubbeling van het aantal patronen tot dan toe. Er wordt gekozen om bagage als derde factor toe te voegen omdat op de afdeling sterk het gevoel leeft dat bagage een belangrijke factor is, ook al komt die nu niet direct uit de analyses. Omdat de juiste dagindeling ook gezocht moet worden, worden er allerlei verschillende mogelijkheden onderzocht. Bovendien zal onderzocht worden of de meldpatronen kunnen worden weergegeven door de standaard Gamma verdeling met constante parameters (zie paragraaf 4.2 op pagina 31), of door een Gamma verdeling met parameters die lineair afhankelijk zijn van de schema vertrektijd (zie paragraaf 4.3 op pagina 32). Dit betekent dat bij de volgende passagiersprofielen meldpatronen zullen worden vergeleken:

Huidige profielen	128(E)
EUR/ICA	2(E)
EUR/ICA MLE	2
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend	12(E)
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend GAMMA	12(G)
EUR/ICA 7 gelijke dagdelen	14(E)
EUR 8 dagdelen/ICA 7 dagdelen	15(E)
EUR 8 dagdelen/ICA 7 dagdelen GAMMA	15(G)
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend; bagage Y/N	24(E)

Hierin staat (E) voor empirische meldpatronen en (G) voor meldpatronen met de Gamma-verdeling. Empirisch betekent dat de gegevens geheel uit waargenomen gegevens zijn gehaald.

De keuze voor zes dagdelen, verschillend voor EUR en ICA zal hier worden toegelicht. Voordat de aparte kolommen voor Oma werden toegevoegd, kwam er uit de beslisboom een voorstel voor 15 dagdelen zoals weergegeven in paragraaf 3.5 op pagina 19. Bij het tekenen van de meldpatronen per vijf minuten van deze tijdsintervallen bleek dat enkele meldpatronen praktisch overlaptten. Dit is te zien in figuur 7 op de volgende pagina. Uit de meldpatronen voor Europa blijkt dat de intervallen 11:45–13:30 en 13:30–15:15 erg veel op elkaar lijken, net als de intervallen 15:15–18:30 en 18:30–20:00. Dit is uitvergroot in figuur 8 op pagina 29. Deze worden samengevoegd zodat er zes intervallen voor Europa overblijven. In het meldpatroon voor ICA is te zien dat het interval van 8:15–10:00 overlapt met 10:00–11:45. Deze worden ook samengevoegd zodat er ook voor ICA zes dagdelen overblijven. De 12 meldpatronen zijn nu:



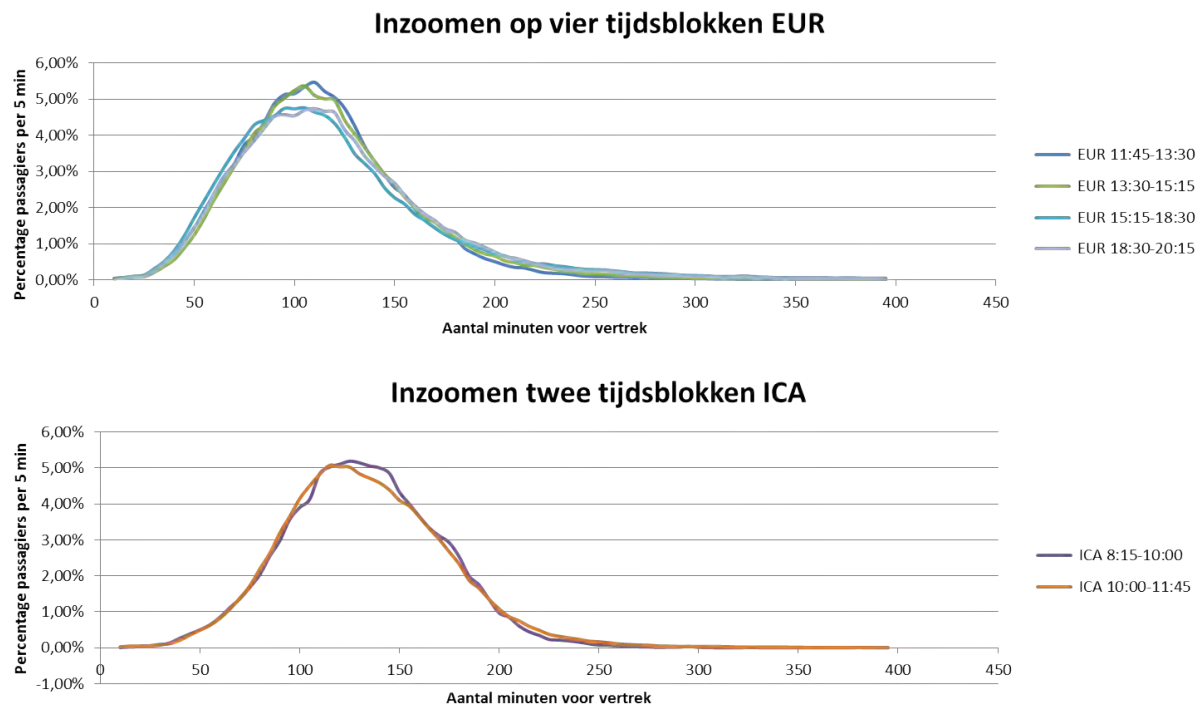
Figuur 7: 15 verschillende meldpatronen

EUR	ICA
< 8:15	< 8:15
08:15–10:00	08:15–11:45
10:00–11:45	11:45–15:15
11:45–15:15	15:15–18:30
15:15–20:15	18:30–22:00
20:15 >	22:00 >

4.1 Evalueren van de verschillende meldpatronen

Om de resultaten van verschillende meldpatronen te kunnen vergelijken, is ervoor gekozen om drie verschillende dagen te vergelijken (zie paragraaf 2.6). Dit zijn geworden: woensdag 20 januari 2010, met 6.011 in-gecheckte passagiers in hal twee, donderdag 1 april 2010 met 11.511 passagiers en maandag 5 juli met 13.600 passagiers.

De meldpatronen zijn per vijf minuten en lopen van 395 tot 10 minuten voor vertrek. Navraag bij Schiphol levert ook meldpatronen per vijf minuten op [15]. Een meldpatroon bestaat uit percentages passagiers, die in dat tijdsinterval komen. Dit percentage is het aantal passagiers dat voldoet aan de bepaalde factoren in dit tijdsinterval, gedeeld door het totaal aantal passagiers horend bij deze factor. In tabel 4 op de rechter pagina staat als voorbeeld een stukje van het meldpatroon voor Europa passagiers. Het meldpatroon



Figuur 8: Samen te voegen tijdsintervallen

# min voor vertrek	125	120	115	110	105	100	95
EUR	4,000%	4,430%	4,655%	4,929%	5,107%	5,145%	5,136%

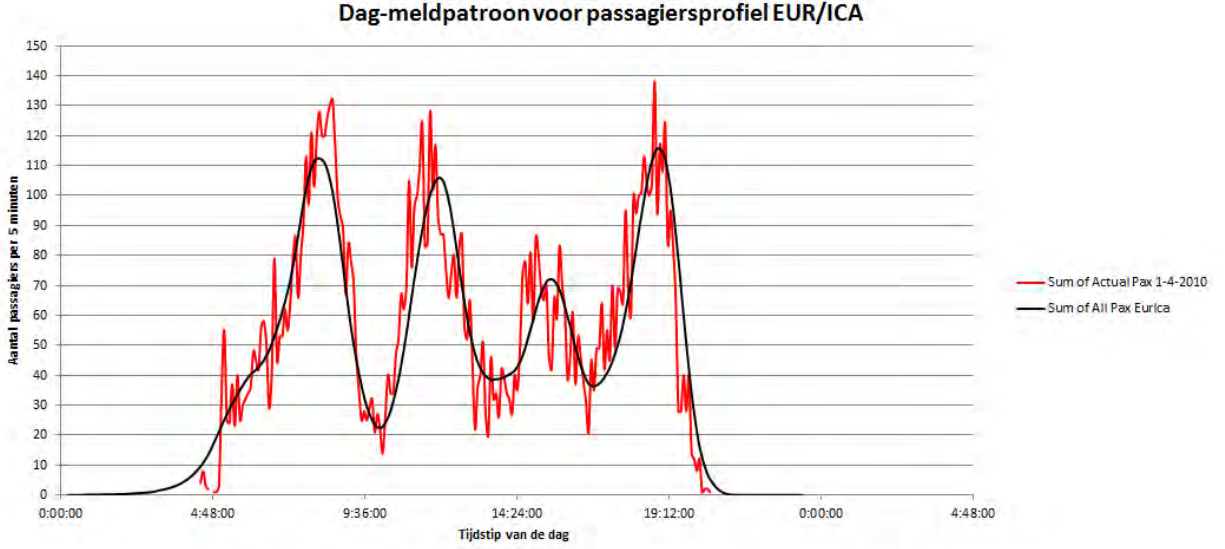
Tabel 4: Voorbeeld van een stukje meldpatroon

loopt van hoog naar laag, omdat het wordt uitgezet in een hele dag. Hoe hoger het aantal minuten, des te eerder op de dag een passagier heeft ingecheckt.

Voor iedere dag is er een voorspelling van het aantal passagiers per vijf minuten gemaakt. Deze dagvoorspelling loopt van 395 minuten voor vertrek van de eerste vlucht tot 10 minuten voor vertrek van de laatste vlucht. Deze voorspelling wordt vergeleken met de werkelijk ingecheckte aantallen passagiers per vijf minuten van diezelfde dag.

In figuur 9 op de pagina hierna is een voorbeeld getekend van een dag-meldpatroon. In de figuur is het dag-meldpatroon voor EUR/ICA te zien en het werkelijke incheckpatroon voor 1 april 2010. Door het werkelijke aantal passagiers van een bepaalde dag te gebruiken wordt voorkomen dat er afwijkingen ontstaan door verschillen in een van de andere parameters. Nu zijn alle omgevingsfactoren constant, behalve het meldpatroon. In dit voorbeeld zien we dat de voorspelling behoorlijk afwijkt van de werkelijkheid.

De vergelijking tussen voorspelling en werkelijkheid wordt gedaan met Mean Square Error (MSE) en met Mean Absolute Percentage Error(MAPE). De MSE van de voorspelde aan-



Figuur 9: Voorbeeld van het EUR/ICA meldpatroon op 1 april 2010

tallen passagiers is een van de vele manieren om het verschil tussen een voorspelling en de werkelijkheid te kwantificeren [13]. Bij de Mean Square Error wordt eerst het kwadraat van de verschillen berekend. Die worden gesommerd en gedeeld door het aantal passagiers. In formule:

$$MSE = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(pax_{voorspeld}(t) - pax_{werkelijk}(t))^2}{pax_{tot}}. \quad (3)$$

Hierin staat pax voor aantal passagiers, t voor een volgnummer van het tijdsinterval van vijf minuten en n voor aantal tijdsintervallen. Hoe kleiner de MSE hoe beter de schatting. MSE is gevoelig voor afwijkingen tussen voorspelling en werkelijkheid groter dan één, daar die verschillen gekwadraterd worden.

De MAPE is ook een maat voor de nauwkeurigheid van een voorspelling. In dit geval geeft het nauwkeurigheid aan in een percentage ten opzichte van het aantal intervallen met een werkelijke waarneming [14]. Ook hier geldt: hoe kleiner de MAPE, hoe beter de schatting. De MAPE is gevoeliger bij lage aantallen werkelijke passagiers. Het percentage kan dan relatief hoog uitvallen bij kleine verschillen.

Bij de Mean Absolute Percentage Error wordt eerst de absolute waarde van het verschil tussen de voorspelde en werkelijke waarde gedeeld door de werkelijke waarde. Ook deze worden gesommeerd en gedeeld door het totaal aantal tijdsintervallen dat een verschil bevat. Doordat je deelt door het werkelijke aantal passagiers en je niet door nul kan delen, blijven de intervallen leeg. Deze lege intervallen komen overeen met tijdsintervallen van 5 minuten, waar geen passagiers zich hebben ingecheckt. In formule:

$$MAPE = \begin{cases} 0 & \text{als } pax_{werkelijk}(t) = 0 \\ \frac{1}{n} * \sum_{t=1}^{t=n} \left| \frac{(pax_{voorspeld}(t) - pax_{werkelijk}(t))}{pax_{werkelijk}(t)} \right| & \text{als } pax_{werkelijk}(t) > 0 \end{cases} \quad (4)$$

Hierin is n het aantal tijdsintervallen met werkelijke $pax > 0$.

Door twee maten te gebruiken en drie verschillende dagen, wordt het risico op uitzonderingen verkleind. Opgemerkt dient te worden dat zowel MSE als MAPE alleen vergelijken-derwijs betekenis hebben. De werkelijke getallen zeggen alleen ten opzichte van de andere of ze dichter of verder van nul afzitten. Er kan dus niet gezegd worden dat een MSE van 3 betekent dat de voorspelling bijvoorbeeld 3 passagiers meer of minder afwijkt van de werkelijkheid. Wel kan gezegd worden dat een voorspelling van $MSE = 2,5$ het beter doet dan een voorspelling met $MSE = 3,1$.

Bij deze fase van het onderzoek horen de volgende sub-stappen van het stappenplan uit paragraaf 2.5 op pagina 11:

- Stap 2.1* Kies een factor of combinatie van factoren waarvoor het meldpatroon gemaakt zal worden.
- Stap 2.2* Stel de bijbehorende meldpatronen samen per vijf minuten.
- Stap 3.1* Haal de noodzakelijke check-in gegevens van de betreffende dag op: vluchtnummer, vertrektijd, soort vlucht (kof), aantal passagiers en waar nodig extra velden zoals bijvoorbeeld bagage. Sorteer op vertrektijd van vroeg naar laat.
- Stap 3.2* Bepaal bij iedere vlucht welk meldpatroon erbij hoort. Bereken met het meldpatroon en de werkelijke passagiersaantallen, het aantal passagiers verdeeld over het gekozen interval van 395 tot 10 minuten voor vertrek.
- Stap 3.3* Bereken voor de hele dag de som van de passagiersaantallen per vijf minuten.
- Stap 3.4* Haal ook de werkelijke passagiersaantallen voor de betreffende dag per vijf minuten op.
- Stap 3.5* Bereken de MSE en de MAPE voor de verschillen tussen de voorspelling en de werkelijkheid en noteer die in een overzichtstabel.
- Stap 3.6* Herhaal vanaf stap 1 voor de andere dagen en voor andere meldpatronen.

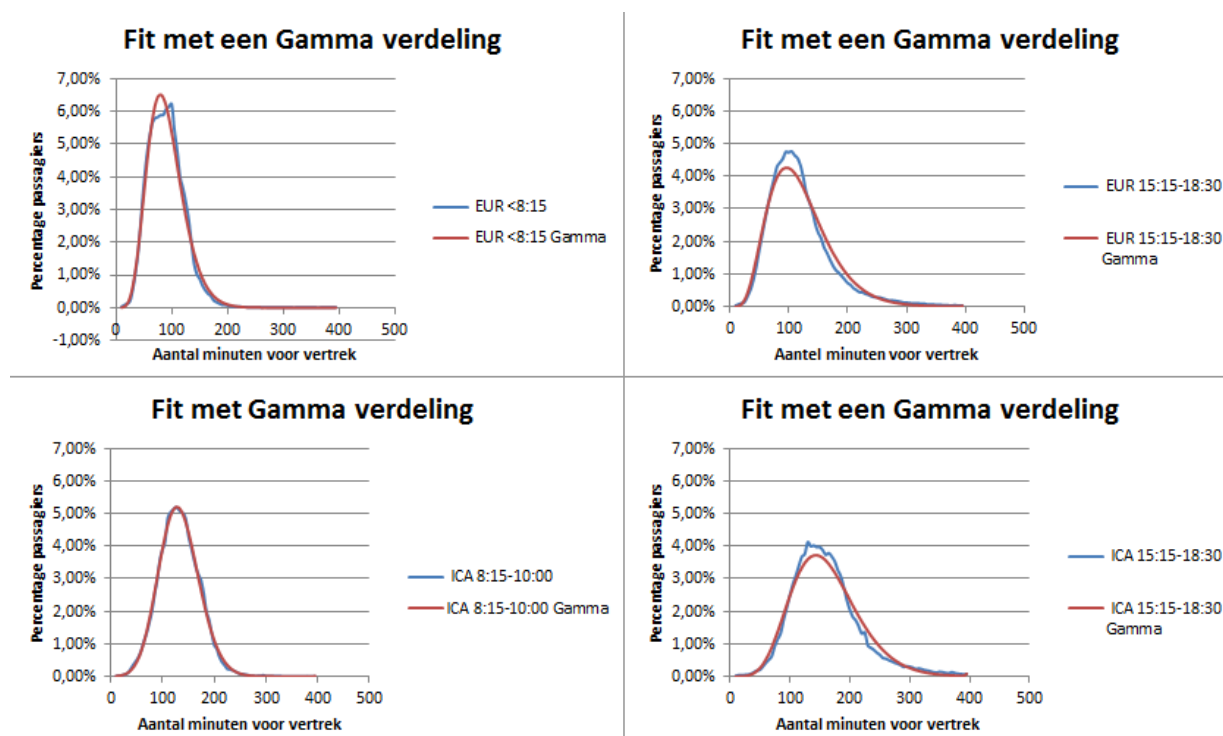
4.2 Onderzoek naar verdeling fit

De meldpatronen vertonen gelijkenis met een Gamma verdeling. Een Gamma verdeling is een continue verdeling met parameters shape en scale. De formule voor de Gamma verdeling luidt in dit geval:

$$meldpercentage = \begin{cases} \frac{\beta^\alpha \exp(-\beta t) t^{\alpha-1}}{\int_0^\infty \exp(-y) y^{\alpha-1} dy} & \text{als } t > 0 \\ 0 & \text{als } t < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Hierin is α de shape parameter en β de scale parameter. Met een VBA programma (zie voor de inhoud van het programma bijlage G op pagina 61) wordt gezocht naar een Gamma verdeling met een zo goed mogelijke fit op het meldpatroon. Dat wil zeggen dat er gezocht wordt naar een formule voor de Gamma verdeling met een zo klein mogelijke afwijking van de werkelijkheid. Nu loopt het meldpatroon van 0 tot 400 minuten per minuut om zo nauwkeurig mogelijk te werk te gaan. De fit wordt ook hier berekend met de MSE

tussen de Gamma verdeling en het werkelijke meldpatroon. Ook hier geldt: hoe kleiner de MSE, des te beter de voorspelling is. Het programma zoekt alle combinaties van de parameters shape en scale af. De combinatie shape en scale met de laagste MSE wordt gekozen. Omdat een meldpatroon uit percentages bestaat en de MSE voor verschillen < 1 lage getallen levert, zijn de MSE resultaten hier hele kleine getallen. In figuur 10 staat



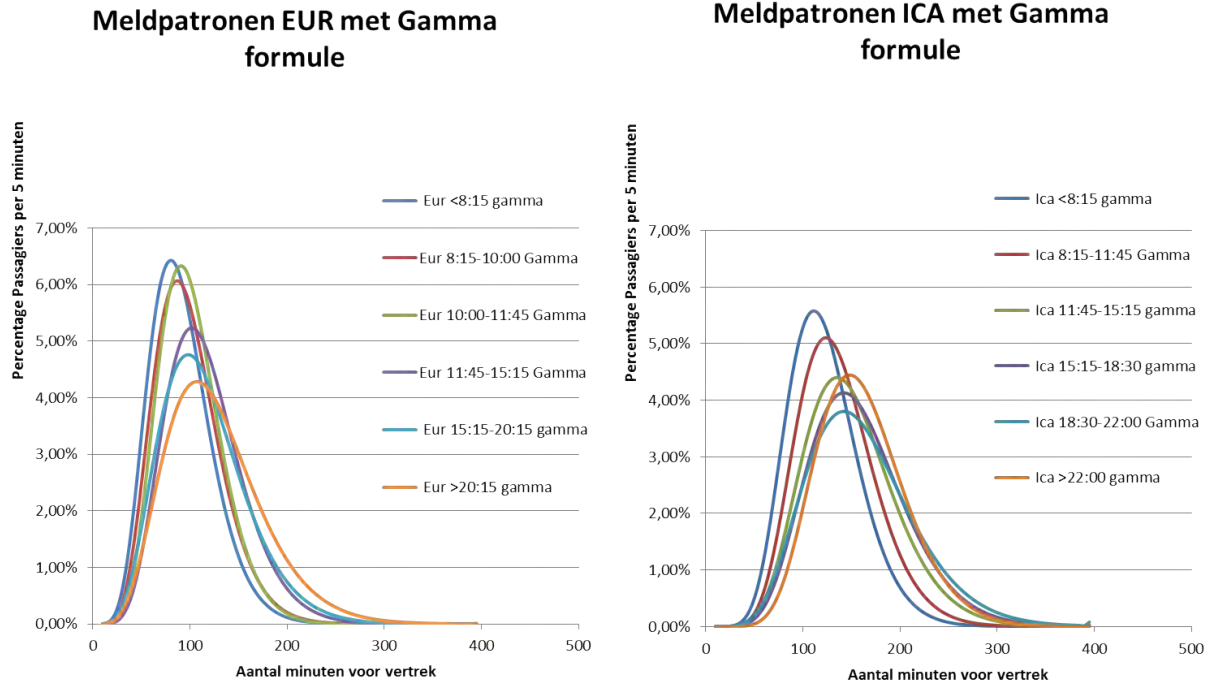
Figuur 10: Voorbeelden van Gamma verdelings fit op meldpatroon

een aantal voorbeelden van de resultaten van deze fits. Er is te zien dat sommige dagdelen een betere fit vertonen dan andere. Als de fit minder is, dan vlt de Gamma verdeling de piek van het meldpatroon wat uit. In figuur 11 wordt een voorbeeld gegeven hoe de meldpatronen eruit zien als ze met een Gamma formule zijn gemaakt. Hierin valt op dat deze twaalf patronen verschillend zijn en dat er een verschuiving gedurende de dag in zit.

4.3 Onderzoek naar tijdsverschuiving

De vraag die in deze paragraaf wordt beantwoord is: kan er een tijdsafhankelijke formule voor de shape en scale parameters van de Gamma verdeling gevonden worden?

Uit Gamma fits op de meldpatronen voor Europa en ieder uur van de dag, volgen combinaties van beste scale en shape schatters. De plaatjes in figuur 12 geven het resultaat grafisch weer. Hierin is ook een trendlijn getekend. De formule voor de shape is: $shape_{EUR} = 15,97t + 5,8797$ en voor scale is: $scale_{EUR} = -4,7586t + 10,576$ waarin t het tijdstip op de dag is.



Figuur 11: De 12 Gamma meldpatronen

Er wordt voor dit onderzoek aangenomen dat de shape en de scale lineair afhankelijk zijn van tijdstip van de dag. Neem $\alpha = at + b$ en $\beta = ct + d$. De richtingscoëfficiënten en constante factoren van de trendlijnen in figuur 12 op de pagina hierna zijn een indicatie voor de te zoeken parameters a , b , c en d . De parameters a , b , c en d worden geschat met Maximum Likelihood Estimation (MLE). In het algemeen selecteert de methode van de meest aannemelijke schatters die waarden voor de te vinden parameters, die de waargenomen gegevens de grootste kans toedichten [8]. Hiervoor is door Joris de Kaey een Java programma geschreven dat voor dit onderzoek gebruikt is [10]. Hierbij zijn de parameters van de trendlijn gebruikt als startwaarden. Dit resulteerde in de volgende formules:

$$shape_{EUR} = 5,6664 + 8,137910^{-4}t \quad (6)$$

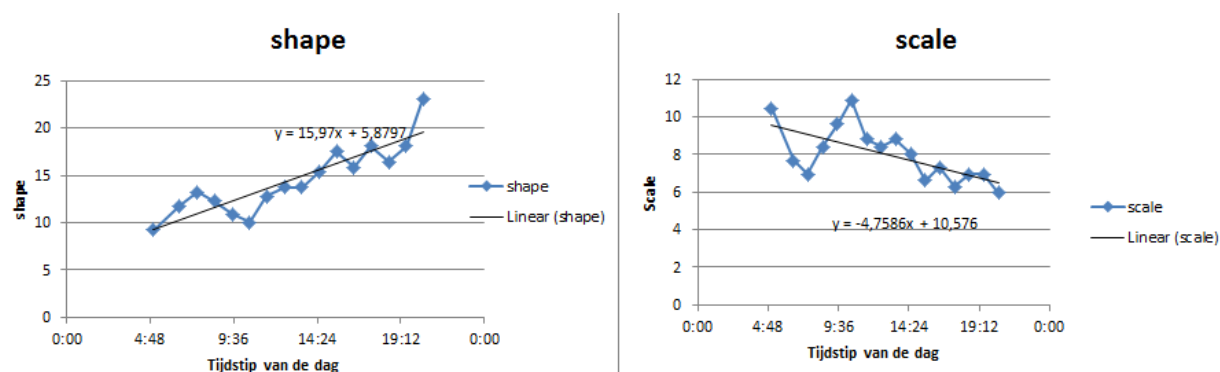
$$scale_{EUR} = 15,9818 + 0,00308t \quad (7)$$

$$shape_{ICA} = 10,2533 - 5,543710^{-4}t \quad (8)$$

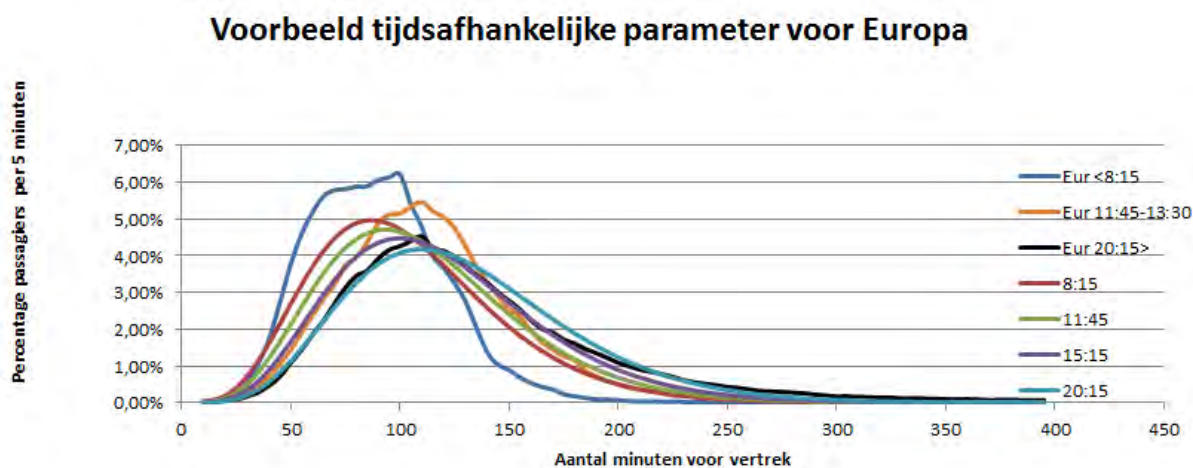
$$scale_{ICA} = 11,1754 + 0,0049t \quad (9)$$

Voor het gemak worden deze meldpatronen aangeduid met de naam MLE, naar de methode waarmee deze zijn gevonden.

De MLE parameters liggen wel ver af van de resultaten voorgesteld door de trendlijn. Dit



Figuur 12: Lineaire interpolatie op shape en scale parameters Gamma verdeling



Figuur 13: Drie empirische meldpatronen met drie MLE patronen

komt enerzijds door de veronderstelling dat de parameters lineair afhankelijk zijn van de schema vertrektijd. Anderzijds zijn de MLE parameters gevonden met behulp van alle records uit de database van 2010 en die van de trendlijn zijn gebaseerd op meldpatronen per uur, dus al bewerkte data. In figuur 13 is voor een aantal tijdstippen het resultaat getekend. Duidelijk is het verloop gedurende de dag terug te zien. Opvallend is dat het MLE-meldpatroon voor kwart over acht 's morgens veel lager van vorm is dan het empirische meldpatroon voor alles tot kwart over acht. Het meldpatroon voor kwart over acht 's avonds ligt wel in de buurt van de empirische. De empirische patronen zijn voor een heel tijdsinterval, terwijl de MLE-patronen echt alleen voor dat exacte tijdstip zijn, dat maakt het wat lastig vergelijken.

5 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven. Eerst volgt een overzicht van de cijfermatige resultaten en vervolgens een overzicht van de grafische resultaten.

5.1 MSE en MAPE resultaten

Tabel 5: Resultaten van de Mean Square Error (MSE)

	aantal patronen	20 jan 2010	1 apr 2010	5 jul 2010
Huidige profielen	128(E)	2,404	2,739	3,127
EUR/ICA	2(E)	3,513	3,897	3,935
EUR/ICA MLE	2	2,578	3,104	3,039
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend	12(E)	2,588	2,489	2,658
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend GAMMA	12(G)	2,587	2,662	2,573
EUR/ICA 7 gelijke dagdelen	14(E)	2,599	2,605	3,195
EUR 8 dagdelen/ICA 7 dagdelen	15(E)	2,563	2,676	3,134
EUR 8 dagdelen/ICA 7 dagdelen GAMMA	15(G)	2,551	2,669	3,003
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend; bagage Y/N	24(E)	2,670	2,595	2,801

In de tabellen 5 en 6 op de pagina hierna zijn de cijfermatige resultaten op een rijtje gezet. De MSE en de MAPE kunnen nu met elkaar vergeleken worden. Hoe lager de getallen, des te beter de voorspelling. Er is verder afgesproken dat de meldpatronen beoordeeld zullen worden op de volgende criteria: **hanteerbaarheid**, **reproduceerbaarheid** en **toegevoegde waarde** (zie ook de doelstelling).

Hanteerbaarheid betekent dat de meldpatronen eenvoudig in gebruik moeten zijn en makkelijk bij te houden. Reproduceerbaarheid heeft betrekking op het proces voor het bepalen van de meldpatronen. Dit moet na dit onderzoek in de komende jaren makkelijk opnieuw uit te voeren zijn. Toegevoegde waarde heeft te maken met de verbeteringen die behaald kunnen worden met een uitbreiding van de passagiersprofielen. Als er een factor aan de passagiersprofielen wordt toegevoegd, dan moet de voorspelling duidelijk een verbetering vertonen, anders is het de moeite van de uitbreiding niet waard.

In de eerste twee regels zijn de resultaten van de twee uiterste onderzochte situaties te zien: 2 meldpatronen en de huidige 128 meldpatronen, beide empirisch. Er valt op dat de resultaten voor de MAPE voor de huidige situatie de beste zijn. Het lukt kennelijk niet

Tabel 6: Resultaten van de Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

	aantal patronen	20 jan 2010	1 apr 2010	5 jul 2010
Huidige profielen	128(E)	0,306	0,343	0,276
EUR/ICA	2(E)	0,418	0,648	0,445
EUR/ICA MLE	2	0,343	0,465	0,334
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend	12(E)	0,333	0,375	0,277
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend GAMMA	12(G)	0,332	0,393	0,291
EUR/ICA 7 gelijke dagdelen	14(E)	0,328	0,373	0,282
EUR 8 dagdelen en ICA 7 dagdelen	15(E)	0,331	0,376	0,287
EUR 8 dagdelen ICA 7 dagdelen GAMMA	15(G)	0,331	0,391	0,301
EUR/ICA 6 dagdelen verschillend; bagage Y/N	24(E)	0,337	0,380	0,280

om met de onderzochte passagiersprofielen deze resultaten te overtreffen. Dit is deels te verklaren door het feit dat de huidige meldpatronen 128 verschillende passagiersprofielen onderscheidt en daarmee een nauwkeurigere voorspelling geeft.

Een ander opvallend resultaat is het verschil tussen de resultaten van de 12 meldpatronen en die van de 24 meldpatronen, beide empirisch bepaald. Bij de 24 meldpatronen is de factor bagage toegevoegd, die in de beslisboom vaak op de derde plaats verscheen en waar in het meldpatroon van bagage ook een duidelijk verschil werd geconstateerd. In zowel de MAPE als de MSE resultaten is een lichte verslechtering te zien. Op basis van de toegevoegde waarde wordt er nu besloten dat het toevoegen van bagage de moeite niet waard is.

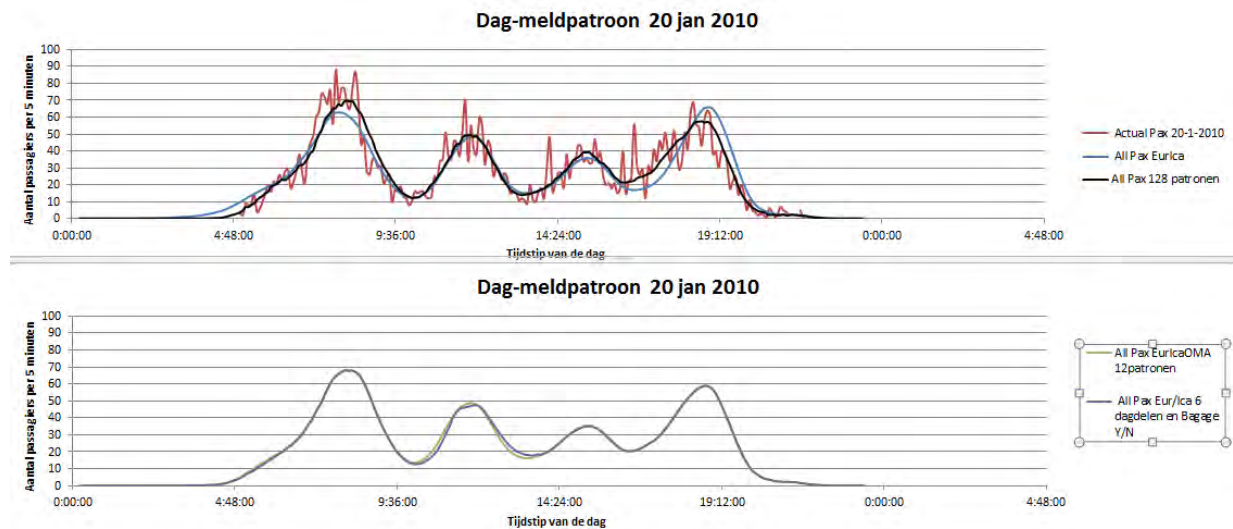
De Gamma meldpatronen presteren in vijf van de zes gevallen beter dan de empirische resultaten. Ondanks het feit dat de piek van sommige dagdelen behoorlijk werd afgevlakt door het gebruiken van de Gamma verdeling, zijn de resultaten goed.

De 12 meldpatronen presteren beter dan de 15 meldpatronen rechtstreeks uit de Datamining tool. Hier lijkt het de moeite waard te zijn geweest dat er tijdsintervallen samengevoegd zijn.

De MLE-meldpatronen presteren beter dan het EUR/ICA meldpatroon. De MSE van het MLE-patroon is op 20 januari zelfs beter dan de MSE van de 12 meldpatronen.

5.2 Visuele evaluatie van de resultaten

De beslissing voor welk meldpatroon wordt gekozen, wordt niet alleen op deze tabellen gebaseerd, maar ook op de grafieken van de dagpatronen. Hier worden wat opvallende resultaten getoond. In figuur 14 op de rechter pagina zijn grafieken van verschillende dag-



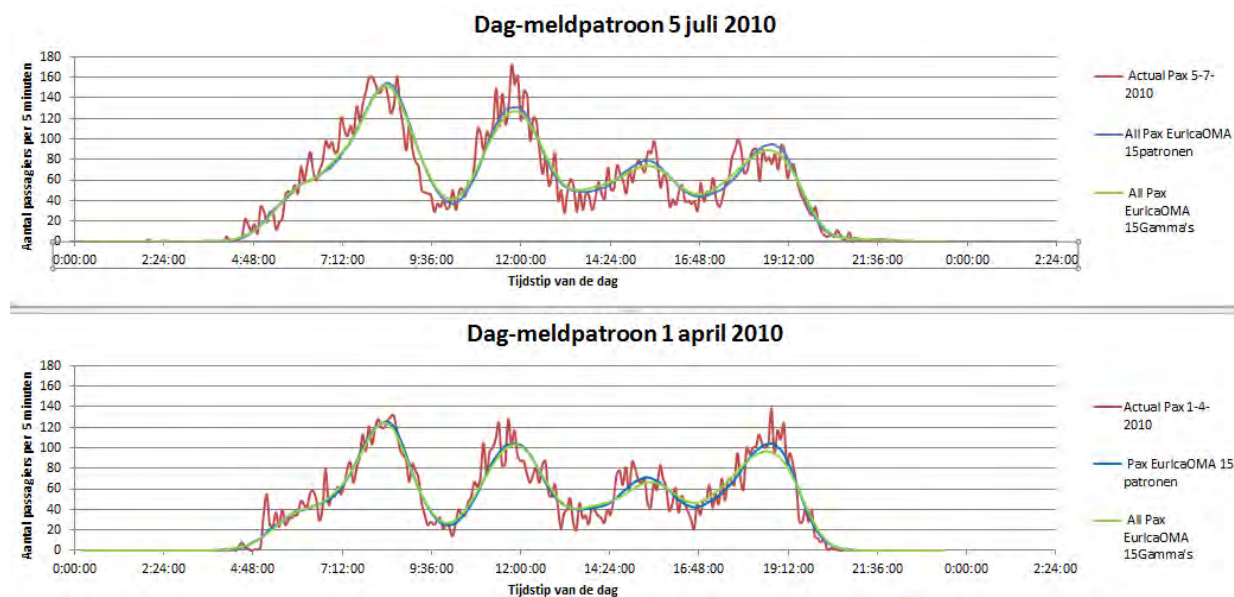
Figuur 14: Dag-meldpatroon 20 januari 2010

meldpatronen getekend. In de eerste figuur zijn de dag-meldpatronen voor EUR/ICA en voor de huidige meldpatronen samen met de werkelijke meldpatronen getekend. Hierin is duidelijk te zien dat met 128 meldpatronen de vorm van de werkelijkheid beter wordt afgedekt. Doordat er naar één specifieke dag gekeken wordt, is de grafiek van de werkelijke check-in tijden heel grillig. In de tweede grafiek zijn de grafieken van 12 empirische patronen en 24 empirische patronen in dezelfde figuur getekend. Hierin valt op dat aan het einde van de ochtend de twee grafieken wat verschillen vertonen, maar verder praktisch gelijk zijn. Hierin wordt dan de invloed van passagiers zonder bagage zichtbaar. Zij melden zich iets korter voor vertrek waardoor de grafiek met bagage aan het einde van de ochtend iets naar rechts is verschoven.

In figuur 15 op de pagina hierna wordt het resultaat getekend van de 15 patronen. Het ene dag-meldpatroon is voor de 15 patronen met empirische data en het andere is het dag-meldpatroon met de Gamma formules. Te zien is dat op 5 juli drie van de vier toppen redelijk worden afgedekt. Alleen de tweede piek is op 5 juli onvoldoende voorspeld. Voor 1 april is dat voor de tweede piek hetzelfde, maar daar wordt ook de avondpiek minder goed afgedekt. De empirische voorspelling loopt iets steiler dan de Gamma voorspelling met als gevolg dat bij de empirische patronen de toppen iets hoger en de dalen iets lager zijn.

In figuur 16 op pagina 39 zijn voor 1 april en 5 juli de dagpatronen voor 12 meldpatronen en 128 meldpatronen afgebeeld. Hierin wordt nogmaals bevestigd dat exact voorspellen van de werkelijke check-in tijden ondoenlijk is, maar wordt ook aangetoond dat de voorspellingen de pieken en dalen goed volgen. Op 5 juli is iets duidelijker te zien dan op 1 april dat de 12 meldpatronen de passagiers iets eerder voorspellen dan de huidige meldpatronen. De derde piek wordt door de huidige patronen iets beter afgedekt.

In figuur 17 op pagina 40 zijn voor 20 januari en 1 april de dagpatronen voor 12 meldpatronen en voor MLE- meldpatronen afgebeeld. Hierin is goed te zien dat tijdens de eerste



Figuur 15: Dag-meldpatroon voor 15 meldpatronen

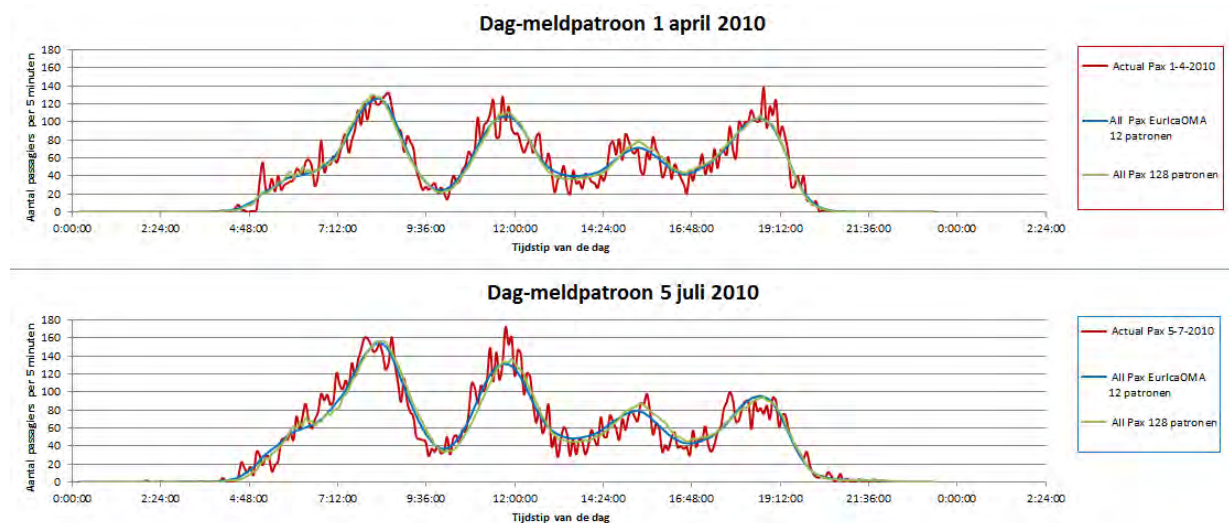
twee pieken van de dag, de MLE-voorspelling de pieken later voorspelt. Daarentegen lopen de twee meldpatronen in de avond bijna gelijk. Tussen deze figuren is ook duidelijk het verschil te zien in passagiersaantallen op deze twee dagen. Er is bovendien te zien, wat ook in figuur 13 op pagina 34 te zien was, dat het begin van de dag onvoldoende voorspeld wordt.

Op basis van deze getalsmatige en visuele gegevens wordt besloten om met de twaalf meldpatronen verder te gaan. Dit aantal van twaalf is goed hanteerbaar en bij te houden. Het proces van het eerst toepassen van datamining en daarna de voorgestelde tijdsintervallen visueel beoordelen, en zonodig een paar samenvoegen, is reproduceerbaar. De vermindering van het aantal huidige meldpatronen van 128 naar 12 is van toegevoegde waarde voor de afdeling Tactical Planning. Op deze manier is aan de doelstelling van dit project voldaan. De keuze valt voorlopig op de empirische meldpatronen en niet op de Gamma-patronen. Er zit weinig verschil in de resultaten en om de Gamma meldpatronen te maken, moeten eerst de empirische patronen worden gemaakt. Er wordt voor gekozen om de minst bewerkelijke te kiezen. Wel moet men zich goed realiseren dat deze meldpatronen check-in patronen zijn. Zodra meldtijden geregistreerd kunnen worden, wordt aangeraden deze tijden als basis voor de analyses te gaan gebruiken. Tot het zover is, zijn deze check-in patronen goed bruikbaar.

5.3 Validatie

Wat is de invloed van een veranderde dienstregeling?

In de zomer van 2011 is er in de dienstregeling een extra “bank” opgenomen. Een “bank”

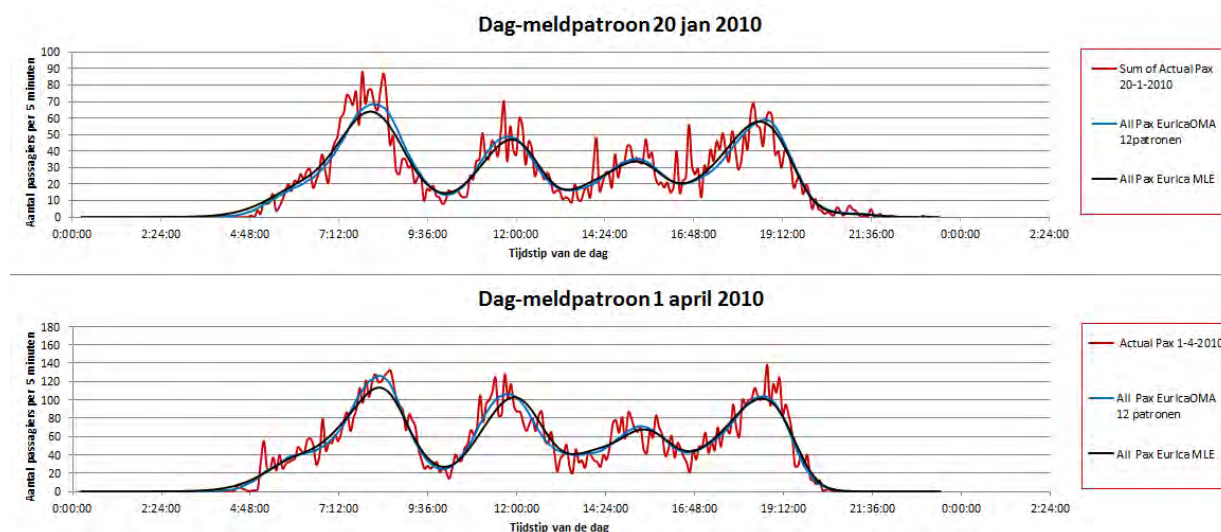


Figuur 16: Dag-meldpatroon voor 12 en 128 meldpatronen

is een tijdsinterval waarin eerst de intercontinentale vluchten landen, daarna de Europa vluchten landen, vervolgens de Europa vluchten weer vertrekken en tenslotte de intercontinentale vluchten weer vertrekken. De datamining wordt nu uitgevoerd op de nieuwe database van 2011. Op de records van eind april tot begin juli is een nieuwe datamining analyse gemaakt. Dit is dus een analyse op iets meer dan twee maanden uit de zomer dienstregeling, in plaats van een heel jaar, dus voorzichtigheid met conclusies is geboden. Het resultaat is de volgende boom: zie figuur 18 op pagina 41. Soort vlucht is ook hier de belangrijkste factor en daarna de vertrektijd. Als derde factor komt nu veel de factor Frequent Flyer naar voren en af en toe booking class. De beslisboom met het derde niveau toegevoegd is te groot om leesbaar af te drukken. In figuur 19 op pagina 42 is een stuk van de boom afgebeeld. De tijdsintervallen lijken iets naar achteren te zijn verschoven, maar het zijn er nog steeds acht voor Europa en zeven voor ICA. Alleen is voor Europa 16:54:00 de scheiding tussen 15:15 en 20:15 geworden in plaats van 18:32:00. Bij ICA is 13:31:00 erbij gekomen en 21:59:00 is verdwenen. Omdat de voorgestelde tijdsintervallen ook in meldpatronen vergeleken worden, lijkt dit proces redelijk robuust voor veranderingen in de dienstregeling.

Hoe zijn de resultaten van PlanControl met de nieuwe meldpatronen?

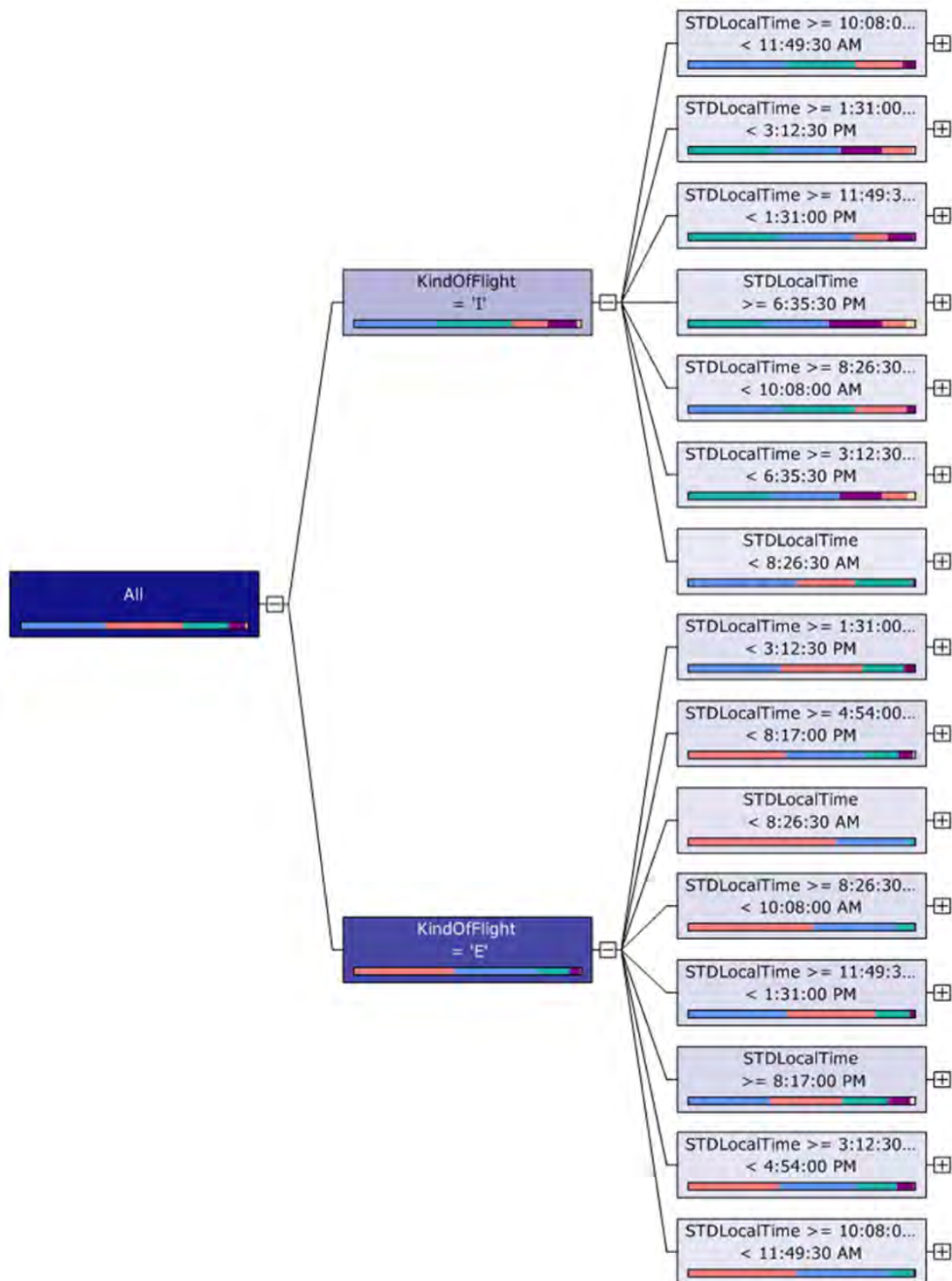
Tot op heden zijn de meldpatronen zo goed mogelijk gefit op de werkelijke passagiersaantallen. Er wordt nu onderzocht hoe de planning van de bedrijfsdrukke verandert door de nieuwe meldpatronen. Voor de OPC-check van zomer 2011 is de week van 5 september 2011 als planweek genomen. Hiervoor zijn resultaten beschikbaar met de huidige meldpatronen en met de nieuwe twaalf meldpatronen. De dag-meldpatronen zijn te zien in figuur 20 op pagina 43. Bij een vergelijking van de dag-meldpatronen, blijkt dat 98% van de bedrijfsdrukke planning gelijk blijft voor beide methodes en 2% verschilt. Een verschil



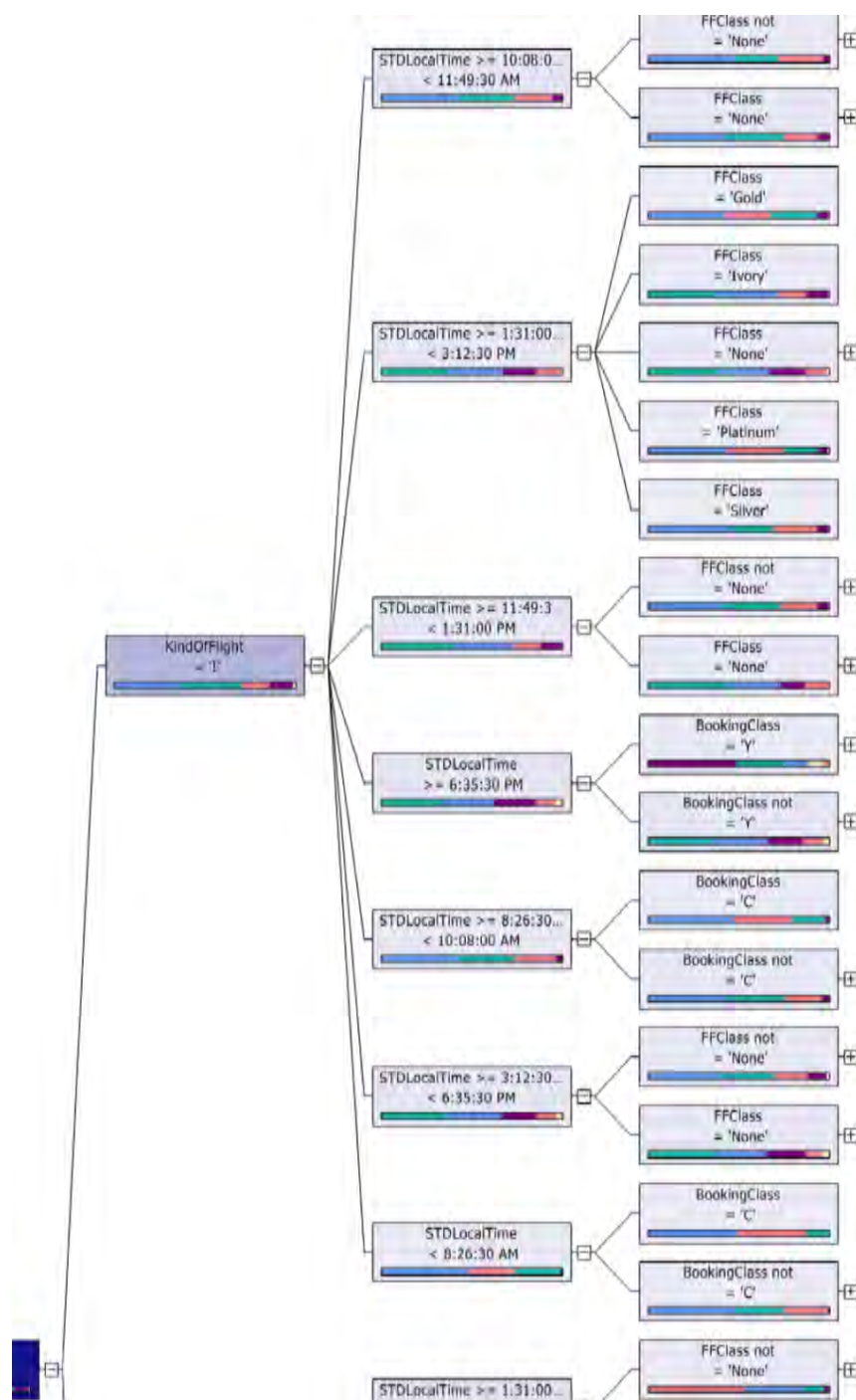
Figuur 17: Dag-meldpatroon voor MLE

is waar te nemen van 5:00–5:10. Doordat het meldpatroon geen rekening houdt met het al dan niet open zijn van de hal en PlanControl wel, worden de passagiers die zich gedurende de nacht zouden willen melden, allemaal bij de opening van de hal aangemeld. Verder is te zien in figuur 20 op pagina 43 dat de nieuwe meldpatronen de werkdruk iets naar voren verschuiven. De drukte zou iets eerder opbouwen en ook iets eerder afbouwen.

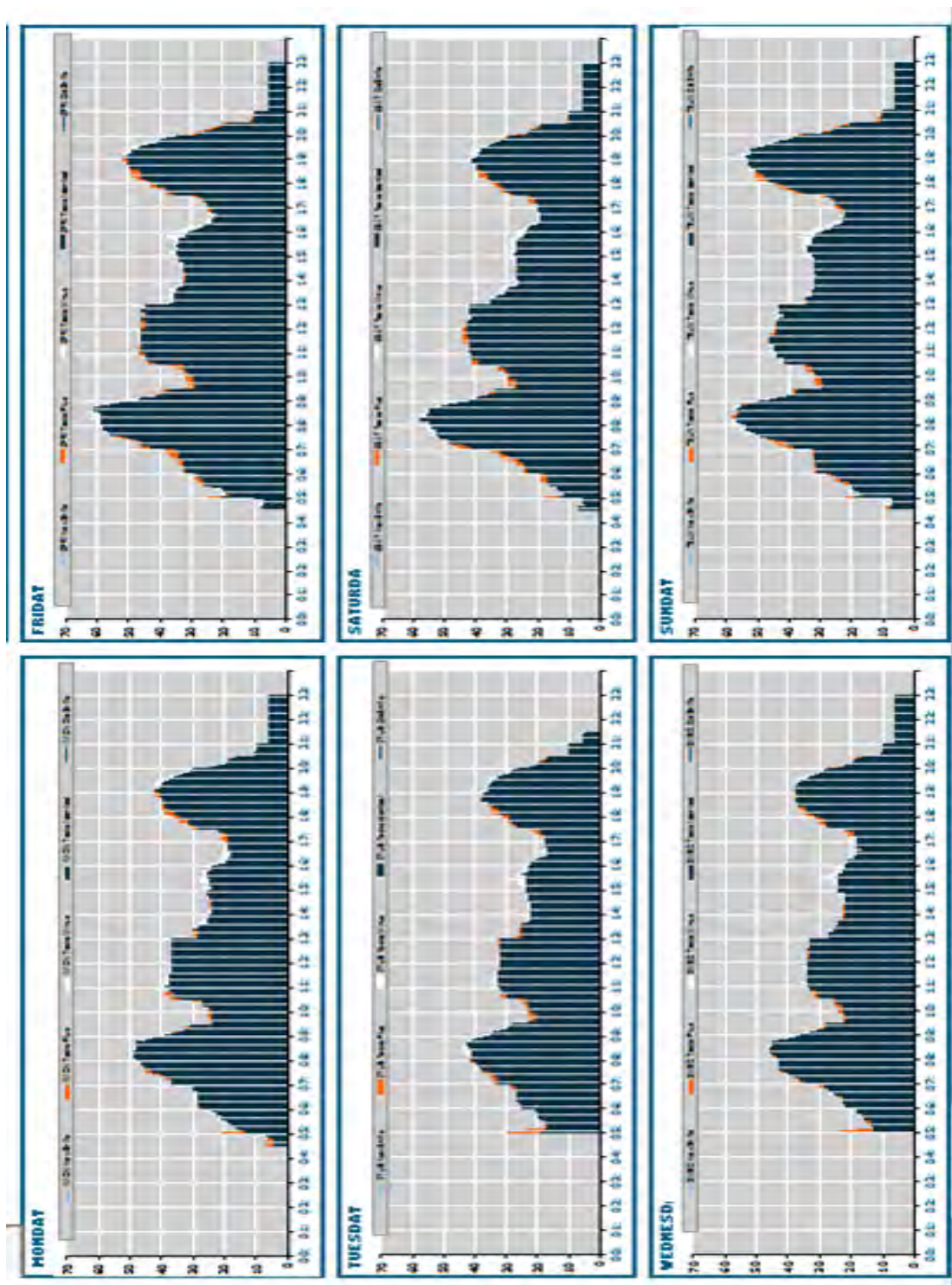
In de week van 22 augustus en 29 augustus 2011 is de planning voor Passage uitgevoerd met de nieuwe meldpatronen. In nauw overleg met deze afdeling is gekeken of er op de dag van uitvoering iets wordt waargenomen van de eventuele veranderde voorspellingen. Als het goed is, zijn de effecten voor de dagelijkse planning minimaal, met hooguit wat kleine accent verschillen. Het moeilijke is hier het isoleren van effecten. Nu kunnen niet zo makkelijk alle omgevingsfactoren uitgeschakeld worden. Zo blijkt er net in de week van 15 augustus, dus pal voorafgaand aan de proefperiode, een hele nieuwe balierij geopend te zijn met zes nieuwe self service bagage afgifte machines (SSDop). Hiervoor is een andere inzet van personeel nodig dan voorheen. Hier wordt uitgebreid mee geëxperimenteerd en in de opstart fase zijn er ook nogal wat storingen met het systeem, waardoor het proces niet volgens routine verloopt. Er worden zoals altijd problemen geconstateerd door de rooster-makers met het inplannen van pauzes. In de stap die gemaakt wordt van bedrijfsdrukke uit PlanControl naar het roosteren van vaste krachten en inhuur krachten, wordt er wel rekening gehouden met pauze voor het personeel. De personeelsleden van Passage krijgen echter een kwartier meer lunchpauze dan dat de CAO voorschrijft en een koffiepauze van 20 minuten. Met deze extra pauze tijd wordt niet gebudgetteerd en dus niet gepland. Dit lijkt tussen half drie en vijf uur een steeds groter knelpunt te worden, juist daar voorspellen de nieuwe meldpatronen minder passagiers en dus minder bedrijfsdrukke.



Figuur 18: Beslisboom 2011



Figuur 19: Gedeeltelijke beslisboom 2011 met drie factoren



Figuur 20: Overzicht van de dag-meldpatronen voor week 36

5.4 Discussie

In deze paragraaf wordt uitleg gegeven over de wachttijd metingen. Er worden regelmatig wachttijd metingen verricht door een aparte afdeling binnen KLM. Het doel van deze metingen is vaststellen of de targets voor de wachttijden worden gehaald. Er worden per maand ongeveer 500 passagiers per balierij gemeten. Er wordt gemeten tijdens de spitstijden 8:00–9:00 en 12:00–13:00 en tijdens de dalmomenten 11:00–12:00 en 15:00–16:00. Alle tijdsintervallen worden drie keer per maand gemeten en alleen op maandag, woensdag of vrijdag. Deze onderzoeken mogen niets kosten, waardoor er niet in het weekend gemeten wordt of buiten kantoortijden. Er wordt nooit gemeten bij de kiosken, omdat ervan uit gegaan wordt dat daar geen rijvorming is. Dit levert voor dit onderzoek naar meldpatronen onvolledige gegevens op. Ondanks de onvolledigheid zijn er wel analyses op mogelijk. Voor het onderzoek naar de wachttijden zijn de resultaten van alle metingen van 2010 verzameld. Hieruit komt bijvoorbeeld naar voren dat de gemiddelde wachttijd 3'27 minuut is. Ook zijn gemiddelde wachttijden per resource te bepalen. Zo is het gemiddelde van de Elite 1'59 minuut en van de C-Fulluse 2'27 minuut.

Voor het bepalen van meldpatronen zou het ideaal zijn als de passagier zich eerst in de hal zou melden. Op welke manier dit zou moeten plaatsvinden, is dan de grote vraag. Als dit bijvoorbeeld met een extra meldpoortje zou gebeuren, ontstaat daar weer een nieuwe rij en wordt dus nog de exacte meldtijd niet geregistreerd. Bij het experiment met het oppikken van Bluetooth signalen, speelt dit probleem niet, maar daar is weer de vraag of een dergelijk onderzoek wel representatief is. Kortom; daar kan nog heel wat onderzocht worden, maar dat komt er vast in de nabije toekomst.

Er is uitgebreid gediscussieerd over hoe, in welke vorm en óf er een meting zou kunnen worden georganiseerd. In de bijlage K op pagina 73 staat een discussiestuk met daarin de overwogen mogelijkheden met de voor- en nadelen.

Er is ook een proefmeting uitgevoerd door vier personen bij twee balierijen. Hiervoor waren twee handhelds in gebruik waarin de meldtijden van de passagiers geregistreerd werden. Bovendien werd de passagiers om een vluchtnummer met vertrektijd gevraagd, of ze bagage gingen afgeven en met hoeveel personen ze gingen reizen. Voor de hele meting werd genoteerd of het om business passagiers of economy passagiers ging. Dit wordt bepaald door de plek in de hal waar de meting wordt uitgevoerd, dus dit hoefde niet aan de passagier gevraagd te worden. Ieder groepje van twee personen had de taken verdeeld. Een van de twee voerde de antwoorden in, de ander stelde de vragen aan de passagier. Al snel bleek een nieuwe rij voor de ondervragers te ontstaan, waardoor er toch geen zuivere meldtijd geregistreerd kon worden. Bovendien weigerden behoorlijk veel passagiers hun medewerking.

De resultaten van de proefmeting en de beperkte tijd waarin de stage afgerond moest worden, heeft ertoe geleid dat er afgezien is van een grote meting van de wachttijden of meldtijden. Ook het feit dat de gemiddelde wachttijd over een heel jaar drieënhalve minuut bedraagt en de bedrijfsdrukke per half uur opgeleverd wordt, heeft er toe bijgedragen dat de check-in patronen als meldpatronen genomen zijn.

6 Conclusie

Tijdens dit afstudeerproject is onderzoek gedaan naar de meldpatronen van passagiers in vertrekhal twee op Schiphol. In deze hal worden passagiers ingecheckt die vliegen met KLM, met één van haar partners Air France of Delta en passagiers die vliegen met een luchtvaartmaatschappij met een contract bij KLM voor passage afhandeling. Voor dit onderzoek zijn check-in tijden gebruikt, bij gebrek aan geregistreerde meldtijden of voldoende wachttijd metingen. Mochten in de toekomst meldtijden beschikbaar komen, dan is de verwachting dat de meldpatronen zullen verbeteren.

Momenteel wordt er gewerkt met 128 verschillende meldprofielen. De wens is uitgesproken om dit aantal te verminderen, het liefst met een verbetering van de resultaten.

Er is onderzoek gedaan naar de belangrijkste factoren die het meldgedrag van de passagiers beïnvloeden. Of de bestemming van een passagier binnen of buiten Europa ligt, blijkt de belangrijkste factor te zijn. Deze factor is te vinden onder de noemer kind of flight en de vluchten worden aangegeven met de codes EUR en ICA. Als tweede factor is het tijdstip van de dag naar voren gekomen.

Er lijkt een verschuiving van het meldpatroon plaats te vinden naarmate het vliegtuig later op de dag vertrekt. Vroeg in de ochtend komen de passagiers kort op vertrek, maar in de middag en avond melden de passagiers zich steeds eerder voor het check-in proces. Er is geprobeerd dit gedrag in een Gamma formule met tijdsafhankelijke parameters te gieten, maar dat is niet naar tevredenheid gelukt. Er zijn verschillende tijdsintervallen onderzocht. Het blijkt dat het beter is wanneer de tijdsintervallen voor EUR en ICA iets verschillen. Ook is onderzocht of het toevoegen van de factor baggage de resultaten verbetert. Dit bleek niet het geval. Zo zijn er uiteindelijk 12 meldpatronen bepaald, waarbij voor EUR en voor ICA zes tijdsintervallen worden onderscheiden. Deze 12 meldpatronen presteren helaas niet beter dan de oude, maar bij de bedrijfsdrukke planning komt 98% van de tijd de voorspelling overeen met de voorspelling geleverd door de oude meldpatronen. In tabel 6 zijn de nieuwe 12 meldpatronen weergegeven.

EUR	ICA
< 8:15	< 8:15
08:15–10:00	08:15–11:45
10:00–11:45	11:45–15:15
11:45–15:15	15:15–18:30
15:15–20:15	18:30–22:00
20:15 >	22:00 >

Referenties

- [1] <http://www.klm.com/corporate/nl/topics/customer-focus/index.html>
2-september 2011
- [2] *Welkom en wegwijs in Ground Services; KLM*
2006
- [3] *PUG LS Zomer 2011 Versie 1.1_20101117.ppt; KLM*
2011
- [4] *Jan Alexander Knol en Jan Carel Paro: Onderzoek naar bruikbaarheid bluetooth* 2011
- [5] <http://www.klm.com/corporate/nl/about-klm/facts-and-figures/index.html>
2 september 2011
- [6] <http://nl.wikipedia.org/wiki/UTC>
2 september 2011
- [7] *Microsoft SQL Server 2008 Data Mining Add-Ins for Office 2007 Help*
2011
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Maximum_likelihood
2 september 2011
- [9] <http://www.encyclo.nl/zoek.php?woord=datamining>
2 september 2011
- [10] *Programma in Java geschreven door Joris de Kaey: mle.jar* juni 2011
- [11] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645868.aspx>
9 augustus 2011
- [12] *Presentatie KLM Ground Services Capacity Planning.ppt*
2011
- [13] http://en.wikipedia.org/wiki/Mean_squared_error
22 augustus 2011
- [14] http://en.wikipedia.org/wiki/Mean_absolute_percentage_error
22 augustus 2011
- [15] *Onderzoek meldpatronen Schiphol: meldpatroon2010schiphol.xls* 2010

A Luchtvaartmaatschappijen die door KLM afgehandeld worden in vertrekhal twee

AF	AZ	B2	CY	CZ	DL	EI	IG	Van IG is het contract inmiddels beëindigd.
JU	KL	KQ	OK	PS	RO	VG	XM	

B Handleiding meldpatronen maken en inrichten

Deze handleiding gaat ervan uit dat de lezer bekend is met MS Excel en MS Access 2010. De bestanden zijn te vinden op de M schijf onder splstdatashare\meldprofielen

Maken van de 12 meldpatronen voor hal 2

In de Access database AllPaxBaxKlaarVoorMeldprofielen staat de Query PaxBaxTot400 en voor de zekerheid ook een tabel PaxBaxTot400. (MS Excel geeft soms een foutmelding van te weinig geheugen bij de Query) Deze tabel bevat alle benodigde velden en records voor meldpatronen van hal twee. Als de Query PaxBaxTot400 met een pivot table vanuit Excel 2010 wordt benaderd, kunnen de meldpatronen worden gemaakt.

Eerst wordt er in de pivot table onder Row Labels HalDepMin gekozen, van groot naar klein. In de column labels wordt het veld OMA12PerKof (het veld met de 12 meldprofielen) gekozen en onder values de count van kof (kind of flight). Dit levert een tabel die per meldpatroon per minuut het totale aantal passagiers aangeeft. Het meldpatroon wordt gemaakt per vijf minuten en in percentages. Hiervoor wordt eerst het resultaat van de pivot gekopieerd in een nieuw sheet met alleen de waarden van de cellen. Maak een extra kolom naast de kolom HalDepMin met daarin de waarden uit HalDepMin afgerond op vijf minuten. Dit gebeurt met het commando: Ceiling(A3;5) of Floor(A3;5). Maak nu met deze kolom en de andere 12 kolommen een nieuwe pivot aan. Hierin komt in Row labels weer HalDepMin van groot naar klein, en onder values komt de som per meldprofiel, eerst voor Eur van vroeg naar laat, daarna voor Ica van vroeg naar laat. Let goed op dat er nu 12 keer Sum of wordt aangegeven, want Excel kiest regelmatig Count. Eindig weer met het kopiëren en plakken van de waarden van deze pivot.

Nu is er een tabel per vijf minuten, maar nog niet in procenten. Kopieer de kolom HalDepMin en de titels van de 12 meldprofielen naar een leeg stuk van de sheet, of een nieuw sheet. Vul de lege velden van deze tabel met de waarden van de vorige tabel, per cel gedeeld door het totaal van het meldprofiel. Nu zijn de percentages compleet en kunnen naar de eerste regels van de sheet PaxVerdelingOverHalDepMin worden gekopieerd. Dit kopiëren gebeurt weer met values en nu ook transpose, want het meldpatroon staat horizontaal in PaxVerdelingOverHalDepMin en verticaal is het nu aangemaakt.

Maken van meldpatronen voor een specifieke luchtvaartmaatschappij

Hiervoor kan het beste de database AllPaxBax2010 worden gebruikt. Hierin zijn alleen de gegevens samengevoegd van bagage en passagiers, maar verder niet de correcties uit Hoofdstuk 3 van “Passagiersprofielen en meldpatronen” uitgevoerd. Hierin kan dus de gewenste luchtvaartmaatschappij worden uitgefilterd met een nieuwe Query of MakeTable Query. Daarna gaat het maken van het meldpatroon net als in de vorige paragraaf.

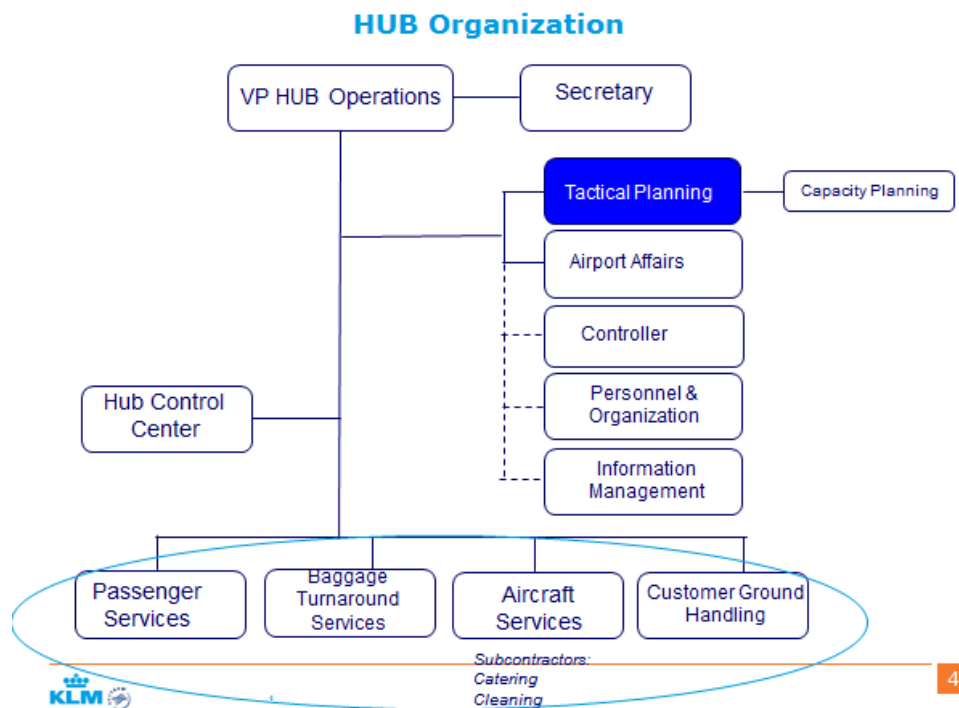
Inrichten

De meldpatronen staan klaar in het document TemplateMeldpatronen2010.xlsm in de sheet paxVerdelingOverHalDepMin. Dit is een template voor het voorspellen van een dag-meldpatroon van een specifieke dag. Het kan ook zijn dat de meldpatronen net nieuw zijn gemaakt en dan worden ze gekopieerd in deze TemplateMeldpatronen2010.xlsm. In de template zijn twee macro's opgenomen voor twee verschillende sheets: paxVerdelingOverHalDepMin en paxVerdelingOverHeleDag.

In de sheet paxVerdelingOverHalDepMin moeten nog de vluchtnummers, standaard vertrektijd, kind of flight, en pax aantallen van de te voorspellen dag in gekopieerd worden. Deze velden moeten gesorteerd zijn op vertrektijd van vroeg naar laat. In de sheet ; pivotAllPaxBax2010Tot400 staat een voorbeeld van de layout van de draai-tabel om de gewenste velden met records te kunnen kopiëren. De draaitabel moet op "classic" staan en de totalen moeten uitgeschakeld worden. Binnen de draaitabel sorteren op de vertrektijd lukt niet, waardoor ook hier de waarden uit de tabel eerst worden gekopieerd en dan gesorteerd.

Met de macro "BepalenWelkMeldpatroon" wordt nu de inhoud van de meldpatronen per vlucht gevuld. Met de macro "VullenPaxOverDeDag" wordt de sheet "paxVerdelingOverHeleDag" gevuld (dit kan wel even duren). Voor de zekerheid worden de te vullen cellen in "VullenPaxOverDeDag" eerst gewist. Dit staat ook in de macro, maar hapert af en toe. In de tweede rij van de sheet "VullenPaxOverDeDag" zijn na het vullen de totalen per vijf minuten af te lezen. In de sheet "plaatje meldpatroon" is nu de grafiek van het dag-meldpatroon af te lezen.

C Organigram



Figuur 21: Organisatie schema Ground Services

D Programma's aanpassen veld BellyBags

```

Sub groepsnummerOpNulZetten()
    Dim tblPax As Recordset
    Dim laatste As Long
    Dim recordTeller As Long
    Set tblPax = CurrentDb.OpenRecordset('PaxBaxTabel', dbOpenTable)
    With tblPax
        .MoveFirst
    laatste = .RecordCount
    recordTeller = 1
    While recordTeller <= laatste
        .Edit
        !Grpnr = 0
        .Update
        .MoveNext
        recordTeller = recordTeller + 1
    Wend
End With
End Sub

Sub maakGroepsNummer()
    Dim tblPax As Recordset
    Dim sFltnr As String
    Dim dtFltDate As Date
    Dim dtCiTime As Date
    Dim sSetaddr As String
    Dim lGrpNbr As Long
    Dim sBellyBag_New As String
    Dim y, laatste, recordTeller As Long

    Set tblPax = CurrentDb.OpenRecordset('PaxBaxTabel', dbOpenTable)
    With tblPax
        .MoveFirst
    laatste = .RecordCount
    recordTeller = 1
    y = 0
    sFltnr = !Fltnr
    dtFltDate = !Fltdate
    dtCiTime = !CiTime
    sSetaddr = !setadd
    lGrpNbr = !Grpnr
    While recordTeller < laatste

```

```

.MoveNext
recordTeller = recordTeller + 1
If _
    sFltnr = !Fltnr And _
    dtFltDate = !Fltdate And _
    dtCiTime = !CiTime And _
    sSetaddr = !setadd Then
    'dit is een groep
    If lGrpNbr = 0 Then
        'nieuwe groep
        y = y + 1
        'geef vorige record een groepsnummer
        .MovePrevious
        .Edit
        !Grpnr = y
        .Update
        .MoveNext
        'geef dit record hetzelfde groepsnummer
        .Edit
        !Grpnr = y
        .Update
    Else
        'bestaande groep alleen dit record updaten
        .Edit
        !Grpnr = y
        .Update
    End If
    End If
'Lees volgende record in
sFltnr = !Fltnr
dtFltDate = !Fltdate
dtCiTime = !CiTime
sSetaddr = !setadd
lGrpNbr = !Grpnr
iNbags = !nrBags
Wend
End With
End Sub

```

```

Sub aanpassenBellyBags()
    Dim tblPax As Recordset
    Dim laatste, recordTeller As Long
    Dim sBellyBags As String

```

```

Dim lGrpNbr As Long
Dim BB As Boolean

Set tblPax = CurrentDb.OpenRecordset('PaxBaxTabel', dbOpenTable)
tblPax.MoveFirst
laatste = tblPax.RecordCount
recordTeller = 1
With tblPax
    lGrpNbr = !Grpnr
    sBellyBags = !Bellybags
    BB = False
    'Eerste record moet ook gevuld
    .Edit
    !BellybagsNew = sBellyBags
    .Update
While recordTeller < laatste
    If sBellyBags = 'Y' Then
        BB = True
    End If
    .MoveNext
    recordTeller = recordTeller + 1
    If (lGrpNbr <> 0) And (lGrpNbr = !Grpnr) Then
        If (BB = True) Or (!Bellybags = 'Y') Then
            'iemand van de groepsleden heeft bagage bij zich,
'vorige en huidige op ja zetten
            .Edit
            !BellybagsNew = 'Y'
            .Update
            .MovePrevious
            .Edit
            !BellybagsNew = 'Y'
            .Update
            .MoveNext
        Else
            'geen van beide heeft bagage
            .Edit
            !BellybagsNew = 'N'
            .Update
            .MovePrevious
            .Edit
            !BellybagsNew = 'N'
            .Update
            .MoveNext
        End If
    End If
End With

```

```

        End If
    Else
        'geen groep dus waarde overnemen uit BellyBags
        .Edit
        !BellybagsNew = !Bellybags
        .Update
    End If
    lGrpNbr = !Grpnr
    sBellyBags = !Bellybags
    BB = False
Wend
End With
End Sub

Sub aanpassenBellyBagsVervolg()
    Dim tblPax As Recordset
    Dim laatste, recordTeller As Long
    Dim sBellyBags As String
    Dim lGrpNbr As Long
    Dim BB As Boolean
    Set tblPax = CurrentDb.OpenRecordset('PaxBaxTabel', dbOpenTable)
    tblPax.MoveFirst
    laatste = tblPax.RecordCount
    recordTeller = 1
    With tblPax
        lGrpNbr = !Grpnr
        sBellyBags = !BellybagsNew
        BB = False
        While recordTeller < laatste
            If sBellyBags = 'Y' Then
                BB = True
            End If
            .MoveNext
            recordTeller = recordTeller + 1
            If (lGrpNbr <> 0) And (lGrpNbr = !Grpnr) Then
                If (BB = True) Or (!BellybagsNew = 'Y') Then
                    'iemand van de groepsleden heeft bagage bij zich,
                    'vorige en huidige op ja zetten
                    .Edit
                    !BellybagsNew = 'Y'
                    .Update
                    .MovePrevious
                    .Edit
                End If
            End If
        End While
    End With
End Sub

```



```

        !BellybagsNew = ''Y''
        .Update
        .MoveNext
    Else
        'geen van beide heeft bagage
        .Edit
        !BellybagsNew = ''N''
        .Update
        .MovePrevious
        .Edit
        !BellybagsNew = ''N''
        .Update
        .MoveNext
    End If
    Else
        'geen groep dus waarde overnemen uit BellyBags
    End If
    lGrpNbr = !Grpnr
    sBellyBags = !BellybagsNew
    BB = False
Wend
End With
End Sub

```

E Programma aanpassen veld class

```
Sub AanpassenClass()  
    Dim tblPax As Recordset  
    Dim laatste, recordTeller As Long  
  
    Set tblPax = CurrentDb.OpenRecordset('PaxBaxTabel', dbOpenTable)  
    tblPax.MoveFirst  
    laatste = tblPax.RecordCount  
    recordTeller = 1  
    With tblPax  
        While recordTeller < laatste  
            If (!Class = 'M') Then  
                If (!FFClass = 'Silver' Or !FFClass = 'Platinum' Or%  
!FFClass = 'Gold') Then  
                    .Edit  
                    !ClassNew = 'C'  
                    .Update  
                Else  
                    .Edit  
                    !ClassNew = !Class  
                    .Update  
                End If  
            Else 'Nu is het al class c  
                .Edit  
                !ClassNew = !Class  
                .Update  
            End If  
            .MoveNext  
            recordTeller = recordTeller + 1  
  
        Wend  
    End With  
End Sub
```

F Programma Resource

```

Sub maakGroepsNummer()
    Dim tblPax As Recordset
    Dim sFltnr As String
    Dim dtFltDate As Date
    Dim dtCiTime As Date
    Dim sSetaddr As String
    Dim lGrpNbr As Long
    Dim sBellyBag_New As String
    Dim y, laatste, recordTeller As Long

    Set tblPax = CurrentDb.OpenRecordset('PaxBaxTabel', dbOpenTable)
With tblPax
.MoveFirst
laatste = .RecordCount
recordTeller = 1
    y = 0
    sFltnr = !Fltnr
    dtFltDate = !Fltdate
    dtCiTime = !CiTime
    sSetaddr = !setadd
    lGrpNbr = !Grpnr
    While recordTeller < laatste
.MoveNext
recordTeller = recordTeller + 1
If _
    sFltnr = !Fltnr And _
    dtFltDate = !Fltdate And _
    dtCiTime = !CiTime And _
    sSetaddr = !setadd Then
'dit is een groep
If lGrpNbr = 0 Then
'nieuwe groep
y = y + 1
'geef vorige record een groepsnummer
.MovePrevious
.Edit
!Grpnr = y
.Update
.MoveNext
'geef dit record hetzelfde groepsnummer
.Edit

```

```
        !Grpnr = y
        .Update
    Else
        'bestaande groep alleen dit record updaten
        .Edit
        !Grpnr = y
        .Update
    End If
    End If
    'Lees volgende record in
    sFltnr = !Fltnr
    dtFltDate = !Fltdate
    dtCiTime = !CiTime
    sSetaddr = !setadd
    lGrpNbr = !Grpnr
    iNbags = !nrBags
    Wend
    End With
End Sub
```

G Programma Gamma Fit

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Application.ScreenUpdating = False

Sheets('model').Cells(3, 11) = 4
Sheets('model').Cells(3, 12) = 4
Sheets('model').Cells(4, 8) = 100000

'Op helen nauwkeurig
While Sheets('model').Cells(3, 11) < 30
  Sheets('model').Cells(3, 12) = 4
  While Sheets('model').Cells(3, 12) < 30
    If Sheets('model').Cells(3, 8) <= Sheets('model').Cells(4, 8) Then
      Sheets('model').Cells(4, 8) = Sheets('model').Cells(3, 8)
      Sheets('model').Cells(4, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12)
      Sheets('model').Cells(4, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11)
    End If
    Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12) + 1
  Wend
  Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11) + 1
Wend
Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(4, 12)
Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(4, 11)
'Op tienden nauwkeurig
EstA = Sheets('model').Cells(3, 11)
EstB = Sheets('model').Cells(3, 12)

Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11) - 1
Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12) - 1

While Sheets('model').Cells(3, 11) < EstA + 1
  Sheets('model').Cells(3, 12) = 4
  While Sheets('model').Cells(3, 12) < EstB + 1
    If Sheets('model').Cells(3, 8) <= Sheets('model').Cells(4, 8) Then
      Sheets('model').Cells(4, 8) = Sheets('model').Cells(3, 8)
      Sheets('model').Cells(4, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12)
      Sheets('model').Cells(4, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11)
    End If
    Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12) + 0.1
  Wend
  Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11) + 0.1
Wend

```

```

Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(4, 12)
Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(4, 11)
'fijn
EstA = Sheets('model').Cells(3, 11)
EstB = Sheets('model').Cells(3, 12)

Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11) - 0.5
Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12) - 0.5

While Sheets('model').Cells(3, 11) < EstA + 0.5
    Sheets('model').Cells(3, 12) = 4
    While Sheets('model').Cells(3, 12) < EstB + 0.5

        If Sheets('model').Cells(3, 8) <= Sheets('model').Cells(4, 8) Then
            Sheets('model').Cells(4, 8) = Sheets('model').Cells(3, 8)
            Sheets('model').Cells(4, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12)
            Sheets('model').Cells(4, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11)
        End If
        Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(3, 12) + 0.01
    Wend
    Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(3, 11) + 0.01
Wend
Sheets('model').Cells(3, 12) = Sheets('model').Cells(4, 12)
Sheets('model').Cells(3, 11) = Sheets('model').Cells(4, 11)
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

H Handleiding Database klaarzetten

Handleiding voor het verrijken van Check-in databases zodat meldprofielen onderzocht kunnen worden.

In deze handleiding wordt stapsgewijs uitgelegd, hoe de gezamenlijke database met alle check-in gegevens kan worden klaar gezet. Iedere stap wordt eerst toegelicht, waarna in *italic* de werkelijke verrichtingen worden besproken. In vet staan de MS Acces commando's die worden gebruikt.

Stap 1: Databases kopiëren naar een eigen bestand zodat het bewerkt kan worden.

Sinds eind april 2011 zijn de check-in gegevens (dagelijks) beschikbaar in drie afdelingsdatabases. De handleiding gaat uit van deze dagelijks ververste databases: `dbo_vwDataPaxCheckin`, `dbo_vwLinkPaxBagLbl` en `dbo_vwLinkPaxDep.dbo`. De Codeco gegevens worden eind 2011 overgeheveld naar een nieuw systeem; Altea. Het principe van de verschillende databases en velden zal daarbij in stand blijven, maar ongetwijfeld zullen de namen van velden veranderen of bepaalde velden worden samengevoegd of gesplitst. In deze handleiding worden de namen en inhoud van de velden zoals die nu (begin juli 2011) in de databases worden gebruikt. In alledrie de bestanden worden de tijden weergegeven in UTC of wel Zulu time. Aangezien de plaatselijke vertrektijd van invloed is op de meldtijd van de passagier, zullen alle tijden omgezet worden naar lokale tijd. In deze handleiding wordt ervan uit gegaan dat men bekend is met MS Access.

*Open een nieuw bestand in Access: PaxBaxRuweData. Open de database met de continue check-in data: STDBStagingPrd.mdb. Exporteer de tabellen: `dbo_vwDataPaxCheckin`, `dbo_vwLinkPaxBagLbl` en `dbo_vwLinkPaxDep` naar PaxBaxRuweData. Deze tabellen zijn nog steeds gelinkt aan de oorspronkelijke data. Er worden drie makeTable Queries aangemaakt. De nieuwe tabellen worden RuweDataPax, RuweDataBax en DataDepFlights genoemd en worden gevuld met alle velden uit de basis database. In de makeTable Query voor de bagage data moet het veld FirstBagLabel gesplitst in een datum en een tijd veld. De nieuwe velden krijgen de naam: FirstBagLabelDate en FirstBagLabelTime. De commandos zijn: **FirstBagLabelDate: DateValue([FirstBagLabel])**, **FirstBagLabelTime: TimeValue([FirstBagLabel])**.*

Het datumveld is in de volgende stap nodig voor het aanpassen van UTC tijd naar lokale tijd. Hetzelfde geldt voor de passagiers gegevens waar het veld CheckinTime gesplitst moet worden in een datum- en een tijdveld. Deze zijn CheckinDate en CheckinTijd genoemd met dezelfde commando's. In de derde tabel moet het veld STD (Sceduled Time of Departure) omgezet worden naar lokale tijd. Deze zijn STDDate en STDTime genoemd en ze zijn met dezelfde commando's DateValue en TimeValue aangemaakt.

Er wordt nu een nieuwe database aangemaakt, PaxBax. Hierin wordt een link gemaakt

naar de zojuist gemaakte tabellen. Het is een database met drie gelinkte tabellen. Nu kunnen de gegevens klaargemaakt worden voor analyses.

Stap 2: Aanpassen van de UTC tijden naar lokale tijd en vereenvoudigen van de tabellen.

In alledrie de bestanden wordt de tijd en datum geregistreerd in UTC en niet in lokale tijden. Voor de meldpatronen is de lokale tijd nodig, omdat de vertrektijd van invloed is op de meldtijd. In de tabel `tblDate` staan de benodigde gegevens voor de omzetting. De Pax tabel wordt tegelijkertijd vereenvoudigd. Er blijkt voor iedere verschillende Frequent flyer pas een eigen kolom te zijn. Deze vijf kolommen worden samengevoegd tot één. Verder worden in dit stadium nog alle kolommen overgenomen uit de oorspronkelijke database. In de volgende stap wordt gebruik gemaakt van beperkte velden.

*Importeer `tblDate` in `PaxBax`. Vervolgens wordt de Query `OmzetNaarLokaleTijdBax` aangemaakt door `RuweDataBax.FirstBagLabelDate` te linken met `tblDate.Date`. `FirstBagLabelTime` wordt omgezet naar lokale tijd met de volgende regel: **FirstBagLabelLocalTime: Time Value([FirstBagLabelTime] + TimeSerial(IIf(Left([Season];1) = "W";1;2);0;0))** (Opmerking: TimeValue moet ervoor, want anders gaat het met de uren tussen 22:00uur UTC en 24:00 uur UTC mis. Dit levert wel de goede tijdstippen op, maar er komt een datum veld bij met een datum in 1899.)*

*Dit wordt ook voor de andere twee databases gedaan. In de Query `OmzetNaarLokaleTijdPax` wordt `RuweDataPax.CheckinDate` gelinkt met `tblDate.Date`. `CheckinTijd` wordt omgezet naar lokale tijd met de volgende regel: **CheckinLocalTime: Time Value([CheckinTijd] + TimeSerial(IIf(Left([Season];1) = "W";1;2);0;0))**. In deze Query wordt ook het veld `FFClass` gemaakt met het volgende commando: **FFClass: IIf([IvoryTier] = 1; "Ivory"; IIf([SilverTier] = 1; "Silver"; IIf([GoldTier] = 1; "Gold"; IIf([PlatinumTier] = 1; "Platinum"; "None"))))***

*Tenslotte wordt de Query `OmzetNaarLokaleTijdFlights` aangemaakt door `DataDepFlights.STDDate` te linken met `tblDate.Date`. `STDTime` wordt omgezet naar lokale tijd met de volgende regel: **STDLocalTime: Time Value([STDTime] + TimeSerial(IIf(Left([Season]; 1) = "W";1;2);0;0))***

textbfStap 3: Maken van een gecombineerde tabel met pax, bax en flight data.

Om de check-in tijden ten opzichte van de vertrektijd te kunnen uitrekenen, is er een bestand nodig waarin zowel de bagage tijden als de check-in tijden zijn gegeven. Bovendien wil men de data verrijken met balieposities en bestemmingsgegevens zoals regio's en vluchtgegevens zoals soort vlucht en vertrektijd. Voor de analyses van de meldpatronen zijn niet alle velden nodig, dus er wordt een selectie gemaakt van noodzakelijke velden. In Access kunnen maar twee bestanden tegelijkertijd samengevoegd, dus ook dit wordt in fases uitgevoerd.

textbfStap 3.1: Koppelen van Passagiers en vlucht gegevens.

Men beperkt zich tot hal 2, dus alleen records, die gegevens bevatten van luchtvaartmaatschappijen die door KLM worden afgehandeld blijven in het bestand staan. Bovendien beperkt men zich tot die records die betrekking hebben op een check-in proces op Schiphol. In de kolom TCISStation komen ook alle buitenstations voor. De passagiers die per internet hebben ingecheckt of op Schiphol (code SPL) worden bewaard. Er wordt gecontroleerd of het vertrekstation (DepStation) Amsterdam (Ams) is, en tot op heden is dat zo. Dit veld heeft voor het bepalen van de invloedfactoren op het meldpatroon geen waarde en wordt weggelaten. De koppeling tussen de pax en de flight data wordt op basis van de veronderstelling gemaakt, dat de vlucht op die datum moet bestaan. Er wordt een rechtstreekse koppeling gebruikt en geen join properties koppeling (term uit MS Access).

In de huidige database PaxBar worden twee tabellen geïmporteerd: AirportCodes en AlleBaliePosities. Een Query KoppelPaxEnFlights wordt aangemaakt, waarin de Query OmzetNaarLokaleTijdPax wordt gelinkt met de Query OmzetNaarLokaleTijdFlights via de velden Carrier, FlightNumber en FlightDate. Ook worden de velden OmzetNaarLokaleTijdFlights.ArrStation en AirportCodes.Code met elkaar gelinkt. De velden OmzetNaarLokaleTijdPax.SetAddress en AlleBaliePosities.TAD worden via een join properties koppeling verbonden. (Het veld TAD bevat de fysieke balie positie in de vertrekhallen). In deze Query nemen we de volgende velden mee:

OmzetNaarLokaleTijdPax.Carrier criteria: "AF" Or "AZ" Or "B2" Or "CY" Or "CZ" Or "DL" Or "EI" Or "JU" Or "KL" Or "KQ" Or "OK" Or "PS" Or "RO" Or "VG" Or "XM"

OmzetNaarLokaleTijdPax.FlightNumber

OmzetNaarLokaleTijdPax.FlightDate

OmzetNaarLokaleTijdFlights.KindOfFlight

OmzetNaarLokaleTijdFlights.STDDate Sort:ascending

OmzetNaarLokaleTijdFlights.STDLocalTime Sort:ascending

OmzetNaarLokaleTijdPax.CheckinDate

OmzetNaarLokaleTijdPax.CheckinLocalTime

OmzetNaarLokaleTijdPax.SetAddress criteria: Not Like "FE*"

BaliePositie: IIf([DTY]=Null;0;[DTY]) opm: DTY komt uit AlleBaliePosities

OmzetNaarLokaleTijdPax.IPB

OmzetNaarLokaleTijdPax.WeightCode

OmzetNaarLokaleTijdPax.FFClass

OmzetNaarLokaleTijdPax.NumberOfBags

OmzetNaarLokaleTijdPax.TCISStation

OmzetNaarLokaleTijdPax.CisNo

OmzetNaarLokaleTijdPax.BCisNo

OmzetNaarLokaleTijdPax.BookingClass

OmzetNaarLokaleTijdPax.SelfService

OmzetNaarLokaleTijdFlights.ArrStation
OmzetNaarLokaleTijdFlights.Landengroep naam
OmzetNaarLokaleTijdFlights.OD subarea naam
OmzetNaarLokaleTijdFlights.OD areanaam

Stap 3.2: Nu moeten de bagagegegevens nog worden gekoppeld.

Het koppelen van de bagage gegevens aan de pax gegevens wordt wel met een join properties koppeling gedaan, want anders gaan alle passagiers zonder koffer verloren, en dat is niet de bedoeling.

Er wordt een MakeTable Query met de naam MakeTablePaxBaxFlights gemaakt. De tabel die gemaakt wordt, noemen we AllPaxBaxMeiJuni2011. Alle records van Query KoppelPaxEnFlights worden via Carrier, FlightNumber, FlightDate en CisNo gekoppeld (via een join properties koppeling) aan de Query OmzetNaarLokaleTijdBax met Carrier, FlightNumber, FlightDate en SecCode. Alle velden uit KoppelPaxEnFlights worden overgenomen en er worden nog toegevoegd:

OmzetNaarLokaleTijd.FirstBagLabelDate
OmzetNaarLokaleTijd.FirstBagLabelLocalTime
OmzetNaarLokaleTijd.SecCode

Opmerking: Dit veld is later niet meer nodig, maar voor de controle of de koppeling goed is gegaan, komt het goed van pas.

Stap 4: Toevoegen extra velden.

De tabel bevat nu alle benodigde kolommen uit de Codeco databases, maar er ontbreken nog een aantal velden. Het seizoen zou van belang kunnen zijn voor de meldpatronen van de passagiers of bijvoorbeeld de dag van de week. Verder zijn er kolommen voor het berekenen van de check-in tijd in aantal minuten voor vertrek nodig. Als iemand een check-in tijd in de hal heeft en een bagage tijd, dan wordt de check-in tijd genomen, want check-in vindt vóór bagage afgifte plaats. Iemand die thuis in heeft gecheckt en wel bagage bij zich heeft, die krijgt de bagagetijd als check-in tijd voor vertrek.

De volgende velden worden toegevoegd:

HallCiTime: IIf([TCIStation] = "ICI"; Null; [CheckinLocalTime])
BagCiTime: IIf(IsNull([FirstBagLabelLocalTime]) Or ([NumberOfBags] = "0"); Null; [FirstBagLabelLocalTime])
firstTimeHall: IIf([HallCiTime] < [BagCiTime] And [HallCiTime] Is Not Null Or [BagCiTime] Is Null; [HallCiTime];[BagCiTime])
CiDepMin: IIf(IsNull([HallCiTime]); Null; IIf([STDLocalTime] - [CheckinLocalTime] >= 0; Round(([STDLocalTime] - [CheckinLocalTime])*24*60); -1))
BagDepMin: IIf(IsNull([BagCiTime]); Null; IIf([StTime] - ([BagTijdLok])

≥ 0 ; $\text{Round}([StTime] - ([BagTijdLok]) * 24 * 60); -1)$
HallDepMin: $\text{IIf}(\text{IsNull}([HallCiTime]) \text{ And } \text{IsNull}([BagCiTime]); \text{Null}; \text{IIf}(\text{Not } \text{IsNull}([CiDepMin]); [CiDepMin]; [BagDepMin]))$

Opmerking: men beperkt zich tot die passagiers die tussen 10 en 400 minuten voor vertrek ingecheckt zijn. Uit onderzoek bleek dat de aantallen boven de 400 minuten te verwaarlozen zijn en dat de aantallen tussen 10 en 30 minuten niet te verwaarlozen zijn. Criterium: >10 and <400 .

weekend: $\text{IIf}([weekdag]=7; "Y"; \text{IIf}([weekdag]=6; "Y"; \text{IIf}([weekdag]=5; "Y"; "N")))$

weekdag: $\text{Weekday}([STDDate]; 2)$

Opmerking: De "2" wil zeggen dat maandag de eerste dag van de week is.

seizoen: $\text{IIf}([STDDate] > 28-3-2010 \text{ And } [STDDate] < 31-10-2010; "Zomer"; "Winter")$

Stap 5: Corrigeren van sommige velden.

Men wil graag weten of iemand met bagage reist. Dit hoeft echter niet zijn eigen bagage te zijn, dit kan ook bagage van een reisgenoot zijn. Bij nadere analyse van de huidige database wordt echter tegenstrijdige inhoud gevonden. Het komt voor dat NumberOfBags op 0 staat, maar dat de passagier wel een bagagetijd heeft gekregen. In de vorige database kon je terug vinden met wie deze passagier dan meereisde, die wel bagage bij zich had, maar in deze database kloppen de uitgangspunten niet meer. Dit is voor later onderzoek. Zo was er een veld Ci-Type in de vorige versie van de database. Dit veld gaf aan of een passagier via een Kiosk, ICI of een balie was ingecheckt. Die is er nu niet meer en om hem aan te maken, zal men gedwongen zijn een fout te maken, of doordat er teveel Common Check-in wordt voorspeld, of te veel ICI. Ook dit wordt bewaard voor later onderzoek.

Stap 6: Verkleinen database.

Voor de analyses van de meldprofielen van de passagiers worden die records verwijderd, die horen bij passagiers die via internet hebben ingecheckt en geen bagage bij zich hebben (ICI zonder bagage). Men moet nu wel in het achterhoofd houden dat de correctie op het bagage veld niet heeft plaats gevonden, bij gebrek aan duidelijkheid van de inhoud van de velden. Dit komt grotendeels omdat de overgang naar de dagelijkse database nog in volle gang is. Dit kan ook eerder in het proces, maar dan is het bestand niet meer bruikbaar voor andere processen, zoals het bepalen van bedrijfsdrukte bij filters.

*Hiervoor wordt een filter toegepast op de kolommen **TCIStation**="ICI" en **NumberOfBags** = 0 De geselecteerde records worden verwijderd en daarna wordt het filter weer uitgeschakeld. Deze tabel wordt bewaard in de database onder de naam: AllPaxBaxKlaarVoorMeldprofielen.*

I Onderzoek naar de zaterdag

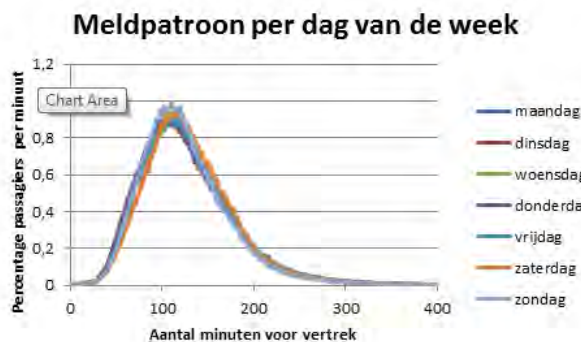
Vergelijking van de zaterdag gegevens met de andere dagen.

Bij Passage wordt er op zaterdag een afwijkende bedrijfsdrukke geobserveerd dan op de andere dagen. Gelijke aantallen passagiers vragen op zaterdag meer inzet van personeel dan op de andere dagen. De vraag die we proberen te beantwoorden is: wat veroorzaakt de extra inzet van personeel op zaterdag?

Er is gekeken naar de aantallen passagiers op de verschillende dagen van de week.

	maan- dag	dins- dag	woens- dag	donder- dag	vrij- dag	zater- dag	zon- dag	totaal pax 2010
Totaal per dag in 2010	541.004	438.386	474.905	513.060	586.289	502.395	626.397	3.682.436
Gem. per dag	10.404	8.431	9.133	9.867	11.275	9.661	12.046	

Zaterdag blijkt niet de drukste en niet de rustigste dag van de week, het aantal passagiers ligt net onder het gemiddelde aantal passagiers (526062) per dag. Eerst is gekeken naar de meldpatronen per dag. Daarna is gekeken dan naar het aantal minuten voor vertrek dat de passagiers zich in de hal melden. Dit staat horizontaal langs de as. Verticaal staat het percentage van de passagiers. Dit levert dan de volgende grafieken op: (zie figuur I



Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat het meldpatroon geen oorzaak kan zijn voor de waargenomen verschillen tussen een vrijdag en een zaterdag. Vervolgens werden de aantallen passagiers gaan bekijken per categorie.

Is er een substantieel verschil in de check-in typen waar te nemen?

Hieronder zijn de procentuele aantallen per dag per check-in type voor heel 2010 te zien. In de laatste kolom worden de gemiddelde percentages van de verschillende typen check-in afgelezen. Zaterdag heeft een hoger percentage internet check-in en een lager kiosk check-in percentage. Dit zou eerder aanleiding zijn voor een lagere bedrijfsdrukke dan een hogere, dus dit kan geen oorzaak zijn van de waargenomen afwijking.

Is er een substantieel verschil in de aantallen passagiers per tijdsblok waar te nemen?

Er worden 7 tijdsintervallen op een dag onderscheiden (zie de tabellen hieronder). Te zien is dat met name op zaterdag de passagiers meer 's morgens vertrekken dan 's middags. Bovendien is te zien dat in het eerste blok het aantal passagiers op vrijdag en zaterdag ongeveer gelijk is, in het tweede blok zelfs lager dan vrijdag, maar aan het einde van de ochtend zijn het weer meer passagiers. Vanaf de middag worden de aantallen passagiers op zaterdag duidelijk minder dan op vrijdag. Als dan naar de percentages passagiers gekeken wordt, dan valt op dat ook procentueel de zaterdagochtend eruit springt. De verdeling van de passagiers op zaterdag kan een oorzaak zijn van het waargenomen fenomeen.

	maan- dag	dins- dag	woens- dag	donder- dag	vrij- dag	zater- dag	zon- dag	gemiddeld aan- tal pax
Ochtend < 8:15	632	468	480	557	630	628	605	4.001
Ochtend 8:15–10:00	1.489	1.297	1.291	1.462	1.690	1.520	1.392	10.142
Ochtend 10:00–11:45	1.623	1.218	1.338	1.495	1.679	1.695	1.833	10.881
Middag 11:45–13:30	789	614	645	732	916	772	826	5.294
Middag 13:30–17:00	2.613	1.996	2.292	2.336	2.725	2.414	3.169	17.545
avond 17:00–20:15	1.429	1.261	1.377	1.465	1.607	1.200	1.818	10.157
avond > 20:15	1.829	1.577	1.710	1.819	2.028	1.433	2.403	12.797
Grand Total	10.404	8.431	9.133	9.867	11.275	9.661	12.046	70.816
	maan- dag	dins- dag	woens- dag	donder- dag	vrij- dag	zater- dag	zon- dag	totaal pax 2010
Ochtend < 8:15	6,1%	5,5%	5,3%	5,6%	5,6%	6,5%	5,0%	5,6%
Ochtend 8:15–10:00	14,3%	15,4%	14,1%	14,8%	15,0%	15,7%	11,6%	14,3%
Ochtend 10:00–11:45	15,6%	14,5%	14,6%	15,2%	14,9%	17,5%	15,2%	15,4%
Middag 11:45–13:30	7,6%	7,3%	7,1%	7,4%	8,1%	8,0%	6,9%	7,5%
Middag 13:30–17:00	25,1%	23,7%	25,1%	23,7%	24,2%	25,0%	26,3%	24,8%
avond 17:00–20:15	13,7%	15,0%	15,1%	14,8%	14,3%	12,4%	15,1%	14,3%
avond > 20:15	17,6%	18,7%	18,7%	18,4%	18,0%	14,8%	19,9%	18,1%
Grand Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Is er een substantieel verschil in de aantallen passagiers met bagage waar te nemen?

In onderstaande tabel is duidelijk te zien dat het percentage passagiers met bagage op zaterdag ruim hoger is dan op de andere dagen. Bagage is dus ook een mogelijke oorzaak

van de waargenomen afwijking.

	maan- dag	dins- dag	woens- dag	donder- dag	vrij- dag	zater- dag	zon- dag	totaal pax 2010
geen bagage	17,6%	18,5%	19,2%	17,9%	15,1%	10,1%	16,5%	16,4%
wel bagage	82,4%	81,5%	80,8%	82,1%	84,9%	89,9%	83,5%	83,6%
Grand Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Conclusie

Op zaterdag wordt door de medewerkers van Passage ervaren dat gelijke aantallen passagiers op bijvoorbeeld vrijdag minder inzet van het personeel vraagt dan dezelfde aantallen passagiers op zaterdag.

Er is niet één enkele oorzaak aan te geven voor het waargenomen fenomeen. Er is vastgesteld dat het aantal intercontinentale passagiers substantieel hoger ligt op zaterdag en dat ook een groter percentage passagiers een koffer heeft ingecheckt. Het aantal passagiers op de zaterdag ligt iets onder het gemiddelde, maar deze passagiers vertrekken wel vaker in de ochtend. Ook ligt het percentage Frequent Flyer houders op zaterdag lager dan gemiddeld. De combinatie van al deze factoren zou een verklaring kunnen zijn voor het feit dat er inzet van extra personeel noodzakelijk is.

Er is nu geen onderzoek gedaan naar procestijden. Als de verwerkingstijd van de passagiers op zaterdag hoger is, dan zou dit een extra factor kunnen zijn waardoor er meer personeel nodig is.

K Discussiestuk wachtrij metingen

Uitvoeren van meting in vertrekhal 2 (discussiestuk)

Het doel van de metingen is het kunnen voorspellen van de meldtijden van passagiers, zodat een stap gemaakt kan worden van check-in tijden naar meldtijden.

Wat achterhaald dient te worden is het tijdstip waarop een passagier zich gemeld heeft in de vertrekhal voor zijn eerste gewenste afhandeling, Kiosk, Balie of Drop-off. Check-in tijdstip en voor ICI eventueel drop off tijdstip zijn bekend. Dit zijn de tijdstippen dat de service geheel is afgerond. Van deze tijdstippen moeten de bedieningsduur en de wachttijd afgetrokken worden zodat we het meldtijdstip bekend is. Voor de bedieningstijden zijn gegevens bekend. De wachttijden worden op maandag, woensdag en vrijdag regelmatig gemeten tussen 08:00uur -09:00uur; 11:00 uur - 13:00 uur en 15:00 uur-16:00 uur. Voor de andere dagen en tijdstippen zijn geen meetgegevens beschikbaar. Er worden nooit wachttijden voor de kiosken gemeten, er wordt verondersteld dat daar geen wachtrijen zijn.

Eisen waar een meetmethodiek aan moet voldoen:

1. Makkelijk uitvoerbaar/ robuust met betrekking tot meetfouten
2. Representatief
3. Zo min mogelijk last voor de passagier
4. Zoveel mogelijk toegevoegde waarde aan bestaande data

Methodieken:

1. exact meten van de wachttijd (per area)
 - Steekproefsgewijs (ter aanvulling van de bestaande metingen)
2. meldtijden registreren (per area)
 - Steekproefsgewijs
3. wachtrijontwikkeling (per baliepositie binnen een area)
 - eenmalig aan het begin hele rij meten, daarna alleen erbij en eraf
4. wachtrijlengte registreren (per baliepositie binnen een area).
 - Ieder tijdsinterval hele rij tellen

Wat en hoe van de meting per methodiek.

1. De volgende zaken worden genoteerd:

- (a) Datum
- (b) Balierij
- (c) Tijdstip (in uren)
- (d) Aantal balies open
- (e) Aantal pax
- (f) Tijd in de rij (in minuten en seconden)
- (g) Tijd uit de rij (in minuten en seconden)
- (h) Herkenningsteken van de passagier (bijvoorbeeld gele pet of roze koffer)
- (i) Wachtijd (kan achteraf berekend worden)

Er wordt een passagier of groepje passagiers gekozen als ze in de rij aansluiten.

2. De volgende zaken worden genoteerd:

- (a) meldtijd
- (b) vluchtnummer of bestemming met vertrektijd
- (c) koffer mee j/n
- (d) aantal passagiers dat samen reist.
- (e) C of M

Er worden zoveel mogelijk passagiers die mee willen werken ondervraagd.

3. De volgende zaken worden genoteerd:

- (a) Tijdstip waarop de meting begint
- (b) Lengte van de wachtrij op dat tijdstip
- (c) Tijd in voor arriverende passagier(s)
- (d) Tijd uit voor vertrekkende passagier(s)
- (e) Aantal pax(vertrekkend of arriverend)
- (f) (Lengte van de wachtrij is nu voor ieder tijdstip te bepalen)
- (g) (wachtijd is te bepalen met behandeltijden)

4. De volgende zaken worden genoteerd:

- (a) Het aantal personen in de wachtrij, iedere keer dat een passagier is ingecheckt.
- (b) Tijdstip (in minuten nauwkeurig)
- (c) (wachtijd is te bepalen met behandeltijden)

Technieken om van meting tot meldpatroon te komen:

1. Exact meten van de wachttijd.

Er wordt zoveel mogelijk uren gemeten op het moment dat de hal open is op een aantal dagen. Er wordt voor iedere resource per vijf minuten de gewogen gemiddelde wachttijd berekend. Deze wachttijden worden toegevoegd aan de paxbax tabel en vervolgens wordt de meldtijd berekend (eerste geregistreerde tijd in de hal: $(firstTimeHal - wachttijd)$) en Aantal meldminuten voor vertrek($meldDepMin$) ($vertrektijd(stdTime)meldtijd$). Met deze verrijkte paxBax tabel kunnen de meldprofielen bepaald worden. Voor de gemeten dagen worden de aantallen passagiers per vijf minuten voorspeld over de dag en die worden vergeleken met de werkelijke meldtijden van die dag. Hiermee kunnen de mean square error(MSE) en de mean absolute percentage error (MAPE) berekend worden. Als voor deze dagen ook de profielen doorgerekend worden op basis van incheck gegevens, dan kunnen de resultaten naast elkaar gelegd worden en wordt bekeken wat daar van geleerd kan worden.

2. Meldtijden registreren.

Er wordt zoveel mogelijk uren dat de hal open is gemeten op een aantal dagen. De genoteerde gegevens zullen aangevuld worden met vertrektijden(opzoeken in een tabel met vluchtnummers) en dan wordt het aantal meldminuten voor vertrek berekend. Met deze verkregen tabel kan een meldpatroon samengesteld worden (al of niet per resource). Hiermee kan dan weer de MSE en de MAPE bepaald worden en vergeleken met incheck profielen.

3. Wachtrijontwikkeling.

Er wordt zoveel mogelijk uren gemeten op het moment dat de hal open is op een aantal dagen. Probeer zoveel mogelijk de wegbrengers te negeren. Er wordt voor iedere vijf minuten de gemiddelde wachtrijlengte berekend. Deze wachtrijlengte worden omgezet in wachttijd met behulp van gemiddelde behandeltijd of een trekking uit een distributie verdeling van de behandeltijden. Hierbij moet er rekening gehouden worden met verschillende behandeltijden voor groepen en individuen. Dan zijn er wachttijden verkregen waarmee hetzelfde gedaan kan als bij methodiek één.

4. Lengte van de wachtrij.

De stewardess achter de balie noteert tijdstip en aantal mensen in de wachtrij zodra een passagier klaar is met inchecken. Zo worden voor alle uren dat de balie open is wachtrijlengtes genoteerd.

Dit zijn groepen en individuen door elkaar. Hier is ook de onzekerheid van wegbrengers. De metingen kunnen omgezet worden in wachtrijlengtes per vijf minuten en daarna gaat het hetzelfde als bij methodiek één.

Voor en nadelen per methodiek:

Waar ook nog antwoord op gegeven moet:

- Eis voor de voorspelling van een meldpatroon: norm voor betrouwbaarheid/ nauwkeurigheid.

Tabel 7: Voor en nadelen per methodiek:

Omschrijving	1	2	3	4
Impact voor de passagier	+	—	+ / —	+
Al aanwezige wachttijd gegevens worden aangevuld	+	—	+	—
Representatief	—	—	+	
Meetfouten	+	—	—	—
Makkelijk uitvoerbaar	+	—	+ / —	+
Wegbrengers in de meting?	+	—	+	+
Aantal personen per balierij extra voor meten	2	2	1	0
creëren nieuwe rij	—	+	—	—
Weigeringen mogelijk	—	+	—	—
Direct meldtijd beschikbaar	—	+	—	—
Gemak waarmee in-check data gebruikt kan worden	—	—	+	+

- Hoeveel metingen zijn er nodig om een betrouwbaar meldprofiel te maken?
- Is het nodig 7 dagen in de week alle uren te meten of kan het met minder metingen of is voor de representativiteit een veel langere periode nodig?

Voor welke methodiek wordt gekozen?