



NLR Air Transport Safety Institute

Research & Consultancy

NLR-CR-2015-406

ONTWIKKELING VAN EEN COMMON GROUND SAFETY MODEL

Inzicht in uncontrolled manoeuvres in de Schiphol
manoeuvring area

A.D. Balk

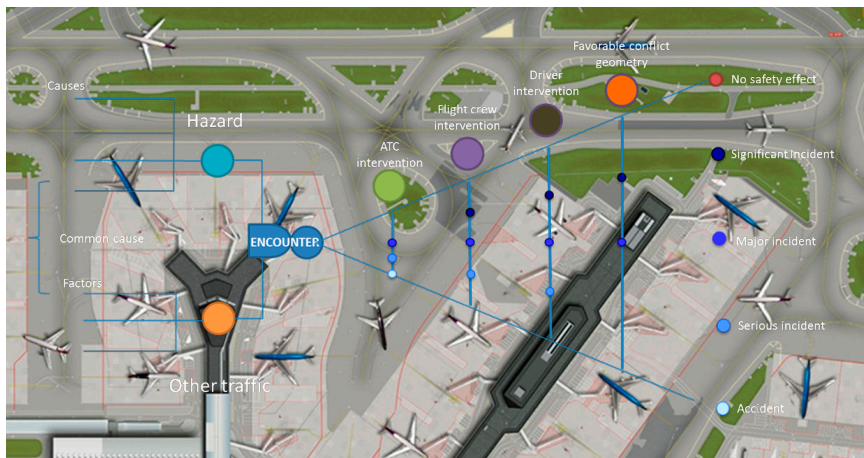
B.A. van Doorn



Managementsamenvatting

ONTWIKKELING VAN EEN COMMON GROUND SAFETY MODEL

Inzicht in uncontrolled manoeuvres in de Schiphol manoeuvring area



Probleemstelling

De geplande groei van het aantal bewegingen op Schiphol, de complexiteit van de grondoperatie en een toename van verstoringen in de grondoperatie hebben geleid tot de behoefte aan een Common Ground Safety Model. Een dergelijk model biedt inzicht in uncontrolled manoeuvres en resulterende encounters van vliegtuigen, sleeps en voertuigen.

Beschrijving van de werkzaamheden

In nauwe samenwerking met LVNL en AAS is het model afgebakend, de structuur iteratief ontwikkeld en getoetst door middel van gerapporteerde incidenten.

Resultaten en conclusies

Een eerste versie van het Common Ground Safety Model is ontwikkeld. De hoofdzaken van uncontrolled manoeuvres zijn geclassificeerd en geformuleerd op een wijze dat gerapporteerde incidenten kunnen worden gestructureerd en gekwantificeerd.

Toepasbaarheid

Het gezamenlijk ontwikkeld model kan sector-breed gebruikt gaan worden door alle operationele partijen werkzaam in de Schiphol manoeuvring area. Het model levert input aan de veiligheidsmanagement systemen van de betrokken partijen en biedt inzicht in risicofactoren. Dit geeft dan weer de mogelijkheid om de meest relevante daarvan efficiënt weg te nemen.

Rapportnummer
NLR-CR-2015-406

Auteur(s)
A.D. Balk
B.A. van Doorn

Rubricering rapport
ONGERUBRICEERD

Datum
November 2015

Kennisgebied(en)
Vliegveiligheid
Luchtverkeersmanagement (ATM)- en luchthavenoperaties

Trefwoord(en)
Encounter
Uncontrolled manoeuvre

NLR-CR-2015-406

ONTWIKKELING VAN EEN COMMON GROUND SAFETY MODEL

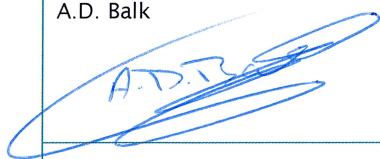
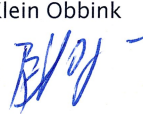
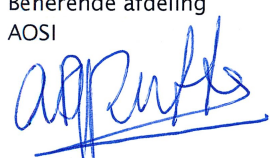
Inzicht in uncontrolled manoeuvres in de Schiphol
manoeuvring area

A.D. Balk
B.A. van Doorn

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar.

Opdrachtgever	Knowledge Development Centre
Contractnummer	KDC2015017
Eigenaar	Knowledge Development Centre
NLR Divisie	Air Transport
Verspreiding	Beperkt
Rubricering titel	Ongerubriceerd
	November 2015

Goedgekeurd door:

Auteur A.D. Balk 	Reviewer B. Klein Obbink 	Beherende afdeling AOSI 
Datum: 10 dec '15	Datum: 12/10/'15	Datum: 10-12-15

Deze pagina is opzettelijk blanco.

SAMENVATTING

In de Schiphol manoeuvring area wordt een complexe grondoperatie uitgevoerd door meerdere partijen die van elkaar afhankelijk zijn voor het goed en veilig laten verlopen van deze operatie. Uncontrolled manoeuvres leiden echter tot operationele verstoringen in de Schiphol manoeuvring area. Deze operationele verstoringen limiteren de verkeerscapaciteit en efficiency, en brengen veiligheidsrisico's met zich mee.

In dit project is in nauwe samenwerking met LVNL en AAS de structuur van een Common Ground Safety Model (CGSM) ontwikkeld dat inzicht biedt in de hoofdoorzaken en risico's van uncontrolled manoeuvres in de Schiphol manoeuvring area door vliegtuigen, sleeps en voertuigen, met uitzondering van de start- en landingsbanen.

Het CGSM hanteert de bow-tie methodiek en bestaat nu uit de volgende onderdelen:

- Uncontrolled manoeuvres (door vliegtuig, sleep of voertuig);
- Hoofdoorzaken van uncontrolled manoeuvres;
- Encounters als gevolg van uncontrolled manoeuvres;
- Resolutiemodel.

Het CGSM levert input voor de gescheiden veiligheidsmanagementsystemen van de betrokken organisaties. Door het CGSM te voeden met gerapporteerde encounters en uncontrolled manoeuvres van meerdere partijen kan een gezamenlijk beeld gecreëerd worden van de belangrijkste hoofdoorzaken, waarna gericht actie kan worden ondernomen om deze te mitigeren of te voorkomen.

Bij de ontwikkeling van het CGSM is er veel aandacht besteed aan een goede balans tussen enerzijds een logische, modelmatige structuur en anderzijds de herkenbaarheid van oorzaken, zodat die aansluit bij degenen die in latere fases het model gaan kwantificeren en gebruiken om de risico's te mitigeren. In de toekomst zullen aanpassingen van het model wellicht nodig zijn en daarom zijn een aantal zaken, zoals achterliggende oorzaken en ernstclassificatie, wel voorgesteld maar niet in detail uitgewerkt.

Deze pagina is opzettelijk blanco.

INHOUD

1	INTRODUCTIE	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Afbakening doelstelling	6
1.3	Aanpak	6
1.4	Scope	8
1.5	Leeswijzer	9
2	ONTWIKKELING VAN HET MODEL	10
2.1	Bow-tie	10
2.2	Mogelijke bow-ties	11
2.3	Focus op hoofdoorzaken	12
3	COMMON GROUND SAFETY MODEL	14
3.1	Uncontrolled manoeuvres	14
3.1.1	Vliegtuig	15
3.1.2	Sleep	18
3.1.3	Voertuig	21
3.2	Encounters	22
3.3	Resolutiemodel	23
4	TOEPASSING VAN HET MODEL	25
5	AFSLUITENDE OPMERKINGEN	27
6	REFERENTIES	29

AFKORTINGEN

AAS	Amsterdam Airport Schiphol
APC	Apron Planning and Control operation (Apron Control)
ASIS	Airside Safety Information System
ATC	Air Traffic Control
BZO	Beperkt Zicht Omstandigheden
CGSM	Common Ground Safety Model
FC	Flight Crew
GC	Ground Control
IRIS	Incident Registration System
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
NLR	Nederlands Lucht- en Ruimtevaart Centrum
VOP	Vliegtuig Opstel Plaats

I INTRODUCTIE

I.1 AANLEIDING

De dagelijkse operatie in de manoeuvring area op Schiphol laat zich kenmerken door een grote complexiteit. Die wordt vooral veroorzaakt door het feit dat er gelijktijdig geopereerd wordt door meerdere partijen, zoals LVNL Ground Control (GC), AAS Apron Planning and Control operation (APC), luchtvaartmaatschappijen als KLM en grondaafhandelingsbedrijven. De partijen zijn afhankelijk van elkaar bij het goed laten verlopen van de operatie. Daarbij zijn duidelijke onderlinge afspraken en een goede communicatie over meerdere schijven essentieel.

Verstoringen op deze dagelijkse operatie in de manoeuvring area op Schiphol kunnen een negatief effect hebben op de processen van alle operationeel betrokken partijen. Deze verstoringen, waarbij vaak meerdere partijen betrokken zijn, variëren van ongeplande sleepbewegingen tot pushbacks zonder toestemming. De verstoringen leiden tot veiligheidsrisico's maar maken het wellicht ook onmogelijk om Schiphol door te laten groeien naar 500.000 bewegingen per jaar in 2020, zoals opgenomen in een akkoord van de Alderstafel.

De gescheiden veiligheidsmanagementsystemen van betrokken partijen toetsen onafhankelijk van elkaar de veiligheidsrisico's van de Schiphol operatie, mede door het registreren en analyseren van incidenten waar ze zelf bij betrokken zijn. Dit heeft in eerste instantie het doel de eigen operatie te optimaliseren om zo de eigen veiligheid en efficiency te verhogen. De verwachting is dat de gescheiden veiligheidsmanagementprocessen van de organisaties kunnen worden verbeterd door samenhang aan te brengen via de ontwikkeling van een sector-breed model van de grondoperatie. Met een dergelijk model kunnen de risico's en knelpunten van de gehele grondoperatie in kaart worden gebracht, wat zal leiden tot een gezamenlijk begrip van de actuele risico's en knelpunten, achterliggende factoren, hun impact en de effectiviteit van sector-brede mitigerende maatregelen.

Het hoge veiligheidsniveau in de luchtvaart vraagt om een systematische, op data gebaseerde aanpak. Deze aanpak moet gericht zijn op voortdurende verbetering en gedragen worden door de verschillende stakeholders. De noodzaak om een sector-breed risicomodel te ontwikkelen om potentiële risico's en capaciteits- en

efficiency issues te managen en te mitigeren wordt benadrukt door de potentiële verkeersgroei.

I.2 AFBAKENING DOELSTELLING

Het doel van dit project is het ontwikkelen van de structuur van een Common Ground Safety Model (CGSM) vanuit het perspectief van uncontrolled manoeuvres tijdens pushback en taxi. Dat laatste impliceert: waar dan ook in de manoeuvring area met uitzondering van de landings- en startbanen en de-icing spots. Een uncontrolled manoeuvre is daarbij door de werkgroep Uncontrolled Manoeuvres als volgt gedefinieerd: *“Ongeautoriseerde voertuig- of vliegtuigbewegingen (taxi/sleep) in de manoeuvring area onder leiding van de luchtverkeersleiding of Apron Control (actief of passief).”* (LVNL, 2015b).

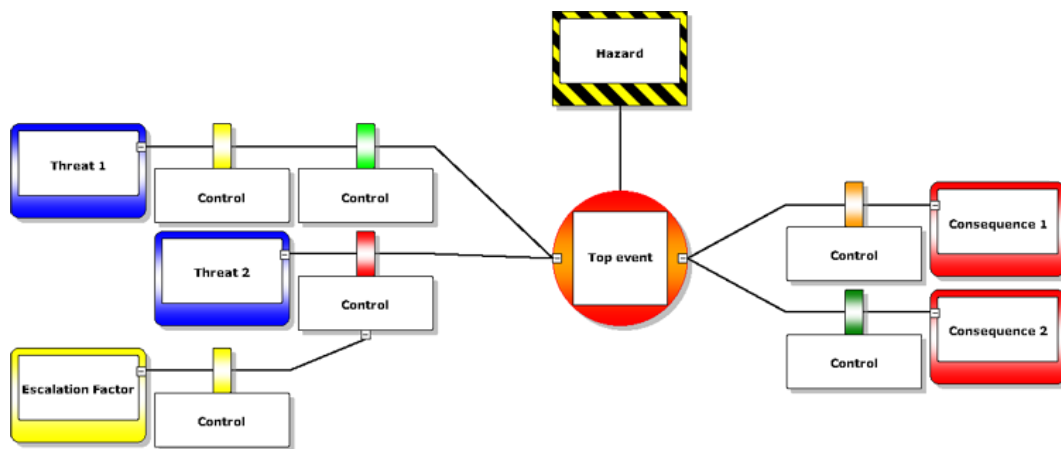
Het doel van het CGSM is om meer inzicht te krijgen in frequenties, oorzaken en ernst (severity) van *uncontrolled manoeuvres*, zodat passende maatregelen kunnen worden getroffen, ongeacht welke partijen erbij betrokken zijn. Het resultaat wordt in de toekomst idealiter gezamenlijk toegepast, waarbij verschillende stakeholders (o.a. LVNL, AAS, KLM en de grondafhandelingsbedrijven) samenwerken om uncontrolled manoeuvres te voorkomen en te mitigeren.

I.3 AANPAK

Om het CGSM zo toepasbaar mogelijk te maken voor de Schiphol operatie, is ervoor gekozen het CGSM in eerste instantie te ontwikkelen in nauwe samenwerking met LVNL en AAS. In overeenstemming met LVNL en AAS is gekozen voor een iteratieve ontwikkeling van het CGSM. Hierbij worden de verschillende fasen van ontwikkeling getoetst door LVNL en AAS, waarna indien nodig aanpassingen worden doorgevoerd in het CGSM. Wanneer in de toekomst ook andere stakeholders worden betrokken in het CGSM, dienen mogelijk extra iteraties van het model te worden uitgevoerd om het aan te passen aan de operationele processen van de nieuwe stakeholders.

Op verzoek van LVNL en AAS is gekozen voor de bow-tie als uitgangspunt. Een bow-tie is een grafische representatie van oorzaken en mogelijke uitkomsten en risico's van bepaalde ongewenste gebeurtenissen. Het diagram heeft de vorm van een vlinderdas, die een duidelijk onderscheid weergeeft tussen oorzaken en gevolgen van een centraal gedachte gebeurtenis. De kracht van een bow-tie is dat het snel inzicht geeft in meerdere potentiële scenario's die kunnen leiden tot

alle mogelijke ernst (severity) klassen van een incident of ongeval. Figuur 1 presenteert een generieke weergave van een bow-tie. Hierbij ligt de nadruk op de controls of barriers in de verschillende scenario's. Andere vormen van bow-ties zijn ook denkbaar, zoals de combinatie van een (gekantelde) Fault Tree (de linkerkant van het model) en een Event Tree (rechterkant van het model). Dergelijke technieken bevatten naast kwalitatieve modelleermogelijkheden ook formele rekenregels, en maken daarmee kwantificering van risico's naar oorzaken van ongewenste gebeurtenissen mogelijk.



Figuur 1: Generieke weergave van een bow-tie (CGE, 2015)

In de ontwikkeling van het CGSM zijn de volgende stappen doorlopen:

- 1) Afbakening scope van het CGSM;
- 2) Review van operationeel proces;
- 3) Identificatie van formuleringen, mate van detail en aard van incidenten in de IRIS- en ASIS-databases;
- 4) Identificatie encounter types;
- 5) Identificatie van oorzaken per type encounter;
- 6) Ontwikkeling blauwdruk bow-tie voor één encounter type;
- 7) Review van blauwdruk d.m.v. actuele voorbeelden van encounters;
- 8) Ontwikkeling bow-ties voor resterende encounter types van het CGSM;
- 9) Review van resterende bow-ties.

Voor de ontwikkeling van de verschillende bow-ties van het CGSM zijn aan het begin van het project enkele spelregels vastgesteld, zie Appendix A. Deze spelregels geven bijvoorbeeld aan om hoeveel bow-ties het gaat en tot op welk detailniveau ze ontwikkeld moeten worden.

De bow-ties moeten ook de operatie op Schiphol goed weergeven. Daartoe is bijvoorbeeld gekeken naar LVNL's VDV (LVNL, 2013). Ook is tijdens de verschillende bijeenkomsten met LVNL en AAS de operatie verder toegelicht.

Aanvullend op deze spelregels en operationele uitgangspunten is duidelijk dat de kracht van een bow-tie is dat de soms moeilijke materie op een simpele manier geïllustreerd kan worden. Bij de ontwikkeling van het model is daarom gebalanceerd tussen een logische en abstracte opbouw van het model en operationeel aansprekende situaties, die vooral door de gebruikers van het model herkend worden.

I.4 SCOPE

In samenspraak met LVNL en AAS is de volgende scope bepaald voor het CGSM:

Onderwerp	Scope
Locatie (vluchtfase)	De locatie waar de encounter optreedt. Binnen de scope is de hele manoeuvring area van Schiphol met uitzondering van de landings- en startbanen en de de-icing spots. Daarmee zijn de taxi – en pushbackfase binnen, en alle andere vluchtfases buiten de scope.
Type encounter	Encounters waarbij twee vliegtuigen, sleeps (met of zonder vliegtuig) of voertuigen betrokken zijn.
Operationele verantwoordelijkheid	Alle verantwoordelijkheden, dus inclusief die van GC, APC, flight crews en bestuurders.
Oorzaak	Alle oorzaken, ongeacht het domein of de achterliggende factoren.
Omstandigheden	Alle omstandigheden, zonder uitzonderingen van specifieke locaties, baancombinaties, carriers, et cetera. Wat betreft zichtcondities wordt wel expliciet buiten BZO beschouwd.
Ernst	Alle ongevallen en incidenten, alle gebeurtenissen die daartoe hadden kunnen leiden en alle gebeurtenissen die zijn gemeld om veiligheidsredenen. Daarnaast ook alle relevante operationele verstoringen en gebeurtenissen die tot vertragingen leiden.
Stakeholders	Alle operationele partijen die van invloed zijn op de bewegingen van vliegtuigen, voertuigen en sleeps, dus inclusief: LVNL, AAS, grondafhandeling, sleepdienst en luchtvaartmaatschappijen.

Het in dit rapport beschreven Common Ground Safety Model is het resultaat van een iteratief proces waarin op een gestructureerde wijze een model is ontwikkeld dat toepasbaar is op de complexe operatie in de Schiphol manoeuvring area. Het huidige Common Ground Safety Model dient als uitgangspunt voor verdere ontwikkeling in de toekomst wanneer data van andere stakeholders in het model zal worden opgenomen, of de behoefte ontstaat om achterliggende oorzaken te definiëren, verder te analyseren, of risico's te bepalen. Op dat moment dient de huidige structuur van het model te worden geëvalueerd.

1.5 LEESWIJZER

Na deze introductie worden in het document de volgende onderwerpen behandeld:

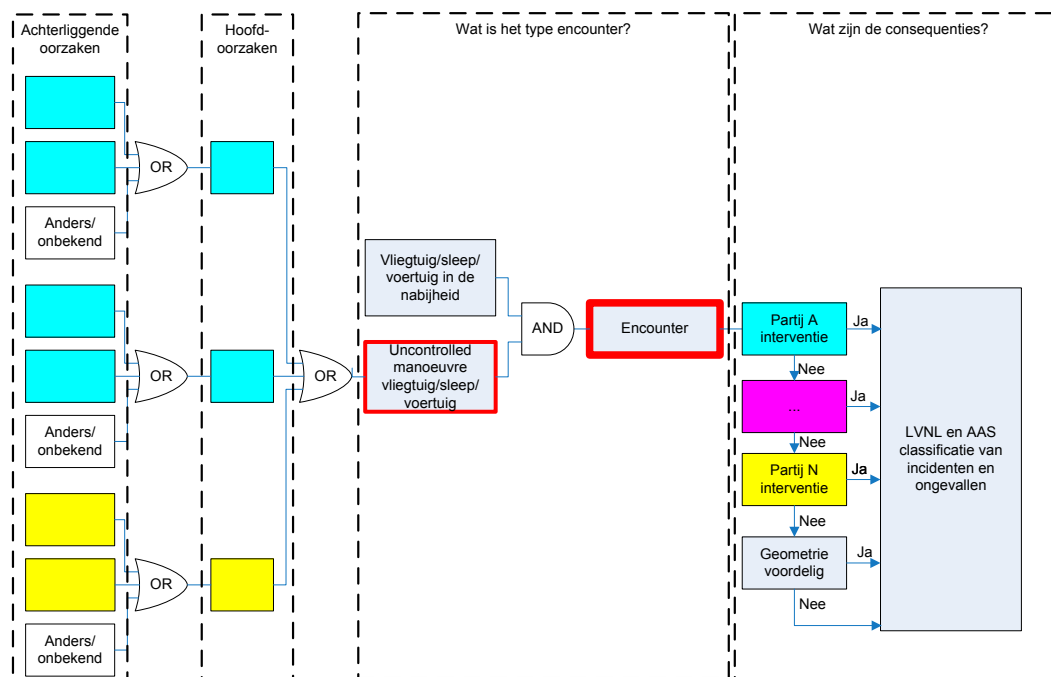
- Ontwikkeling van het Common Ground Safety Model (Hoofdstuk 2);
- Presentatie van het kwalitatieve CGSM (Hoofdstuk 3);
- Kwantificering van het model (Hoofdstuk 4);
- Afsluitende opmerkingen en conclusies (Hoofdstuk 5).

2 ONTWIKKELING VAN HET MODEL

2.1 BOW-TIE

Zoals in het vorige hoofdstuk al is gesteld, is de bow-tie het uitgangspunt voor het CGSM. Bij het kiezen voor een specifieke bow-tie techniek is zoveel mogelijk rekening gehouden met de technieken zoals deze bij LVNL en AAS in gebruik of bekend zijn. Daarbij hebben we ook rekening gehouden met mogelijke toekomstige ontwikkelingen, zoals het gebruik door andere stakeholders en het kwantificeren van risico's. Dit vraagt om een model dat eenvoudig aan te passen is.

De bow-tie(s) van het CGSM hebben een encounter als de centrale gebeurtenis. Figuur 2 laat een generieke opzet zien van een bow-tie voor één encounter.



Figuur 2: Generieke opzet CGSM bow-tie

Dit model bestaat uit de volgende hoofdcomponenten:

- De encounter: de situatie waarbij een vliegtuig, sleep of voertuig na een uncontrolled manoeuvre in botsing kan komen met ander vliegtuig, sleep of

voertuig, als er niet zou worden ingegrepen. De uncontrolled manoeuvre is hier het element dat verder uitgewerkt wordt in het model.

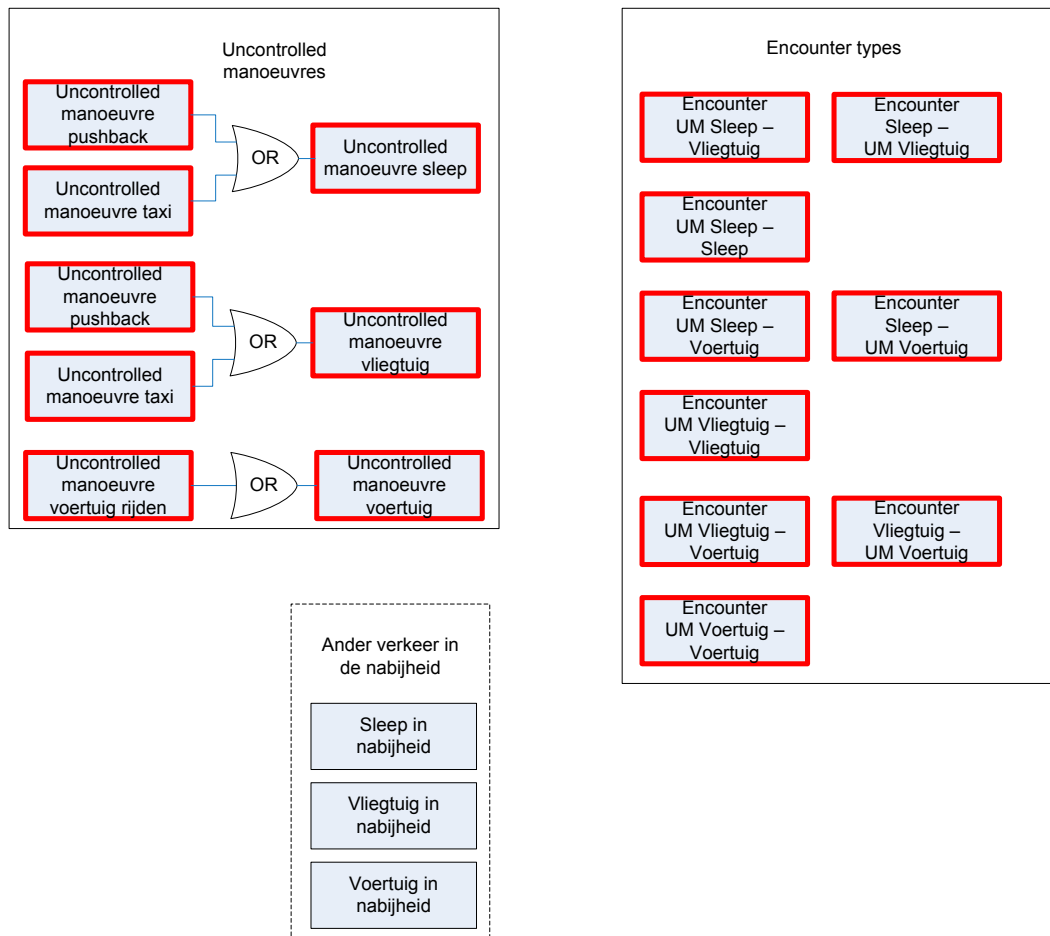
- De oorzaken van een uncontrolled manoeuvre. We maken hierbij onderscheid tussen hoofdoorzaken (in termen van overeenkomstig of tegen de regels of instructies) en achterliggende oorzaken (in termen van factoren waarom er bijvoorbeeld gehandeld is tegen de regels of waarom bepaalde instructies zijn gegeven).
- De consequenties van een encounter, die afhangen van wanneer en door welke partij er wordt ingegrepen. Dit is het resolutiemodel dat de verschillende actoren benoemt die een rol kunnen spelen bij het ontwikkelen van specifieke gevolgen van een encounter.

Met kleuren kan onderscheid gemaakt worden in de organisatie die bepalend is voor een bepaalde achterliggende oorzaak, hoofdoorzaak of interventie,

De linkerkant van het model heeft de vorm van een gekantelde Fault Tree. Dit vereenvoudigt een gestructureerde zoektocht naar de mogelijke oorzaken van een uncontrolled manoeuvre, eventueel gebruik makend van meerdere niveaus als hoofdoorzaken en achterliggende oorzaken. De rechterkant van het model draait expliciet om de verschillende controls of barriers die aanwezig zijn om encounters te mitigeren.

2.2 MOGELIJKE BOW-TIES

De generieke bow-tie van Figuur 2 staat model voor alle bow-ties die binnen de scope van dit project te maken zijn. Figuur 3 werkt het centrale gedeelte van de generieke bow-tie uit en geeft daarmee een overzicht van mogelijke bow-ties. Voor elk encounter type kan er een bow-tie gemaakt worden waarbij één uncontrolled manoeuvre uitgewerkt wordt en gekoppeld wordt aan één type verkeer dat in de nabijheid van deze uncontrolled manoeuvre is.



Figuur 3: Overzicht van de scope van het CGSM

2.3 FOCUS OP HOOFDOORZAKEN

Bij de ontwikkeling van het CGSM in samenwerking met LVNL en AAS is de aandacht vooral uitgegaan naar de oorzaken van uncontrolled manoeuvres, dus naar de linkerkant van het model. De reden hiervoor is de inschatting dat de meeste winst is te behalen met het identificeren van de oorzaken van uncontrolled manoeuvres. Het resolutiemodel is verder niet in detail besproken.

Bij het zoeken naar de oorzaken van uncontrolled manoeuvres is gebruik gemaakt van specifieke voorvallen uit de databases van LVNL en AAS. Naast het verkrijgen van inzicht in de hoofdoorzaken van uncontrolled manoeuvres (bijvoorbeeld: een vliegtuig taxiëert afwijkend van een instructie van de Ground Controller), is ook getracht inzicht te verkrijgen in de achterliggende oorzaken (bijvoorbeeld: de piloten horen de instructie niet).

Tijdens de ontwikkeling van het CGSM is gebleken dat de hoofdoorzaken van uncontrolled manoeuvres goed te duiden zijn op basis van analyses van voorvallen, en daarom een betrouwbaar beeld geven van de frequentie van optreden. Om deze reden is ervoor gekozen het huidige CGSM te beperken tot hoofdoorzaken. Achterliggende oorzaken zijn vooralsnog moeilijker te benoemen zonder aannames te doen. Hiertoe zal de mate van detail van rapportages moeten worden vergroot, zodat achterliggende oorzaken kunnen worden geïdentificeerd. Dit zal uiteindelijk de betrouwbaarheid van de resultaten op basis van het CGSM ten goede komen.

Bij het formuleren van de hoofdoorzaken is het essentieel dat duidelijke en aansprekende termen gebruikt worden.

3 COMMON GROUND SAFETY MODEL

In het vorige hoofdstuk is de ontwikkeling van de bow-ties voor het CGSM besproken. Er is een generieke opzet voor een bow-tie gepresenteerd (Figuur 2). De elementen van deze generieke opzet zijn de volgende:

- Uncontrolled manoeuvres - Er zijn modellen voor uncontrolled manoeuvres van:
 - Vliegtuigen (taxi en pushback);
 - Sleeps (taxi en pushback);
 - Voertuigen.
- Hoofdoorzaken voor de uncontrolled manoeuvres - Bij het definiëren van de hoofdoorzaken is zoveel mogelijk een algemene structuur aangehouden:
 - Er is een beweging in de manoeuvring area zonder toestemming;
 - De beweging wijkt af van een verkregen instructie;
 - De beweging is afwijkend van standaard regels;
 - De beweging volgt een instructie maar dit levert een conflictsituatie op.

Soms wordt enigszins van deze structuur afgeweken om specifieke situaties uit te lichten.

- Achterliggende oorzaken van de hoofdoorzaken - Deze geven aan hoe de hoofdoorzaken kunnen gebeuren;
- Encounters als gevolg van uncontrolled manoeuvres - Dit zijn alle mogelijke encounter combinaties tussen vliegtuigen, sleeps en voertuigen;
- Resolutie van encounters - Dit algemene model beschouwt mogelijke interventies van alle betrokken partijen in de encounters.

In dit hoofdstuk wordt het CGSM gepresenteerd aan de hand van elk van de genoemde onderdelen.

3.1 UNCONTROLLED MANOEUVRES

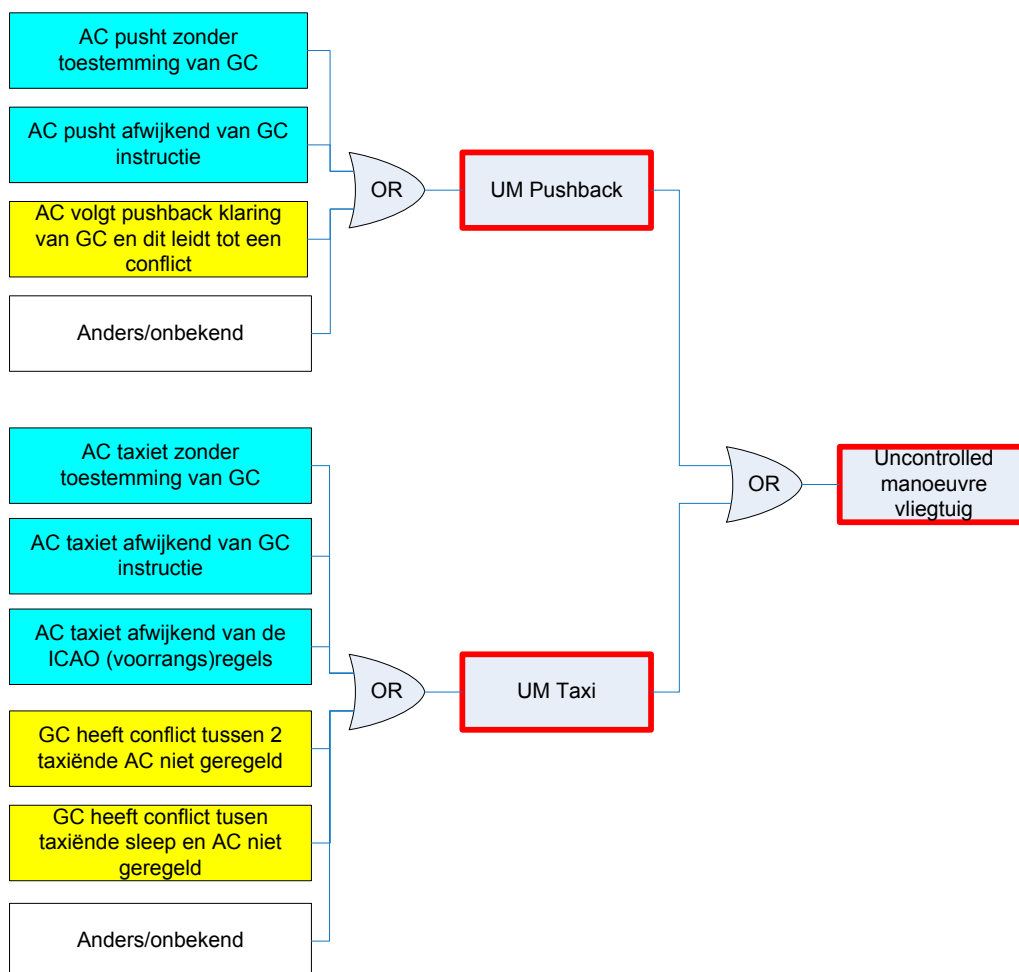
In deze sectie worden de modellen voor de uncontrolled manoeuvres van het vliegtuig, van de sleep en van het voertuig gepresenteerd. Zoals eerder vermeld is de focus bij de modellering op de hoofdoorzaken gevestigd. Bij de bespreking van de hoofdoorzaken worden ook nog enkele voorbeelden gegeven. Deze geven

een goede indicatie van de situaties die door de hoofdoorzaken afgedekt worden.

3.1.1 Vliegtuig

Model

Figuur 4 laat zien dat voor een vliegtuig onderscheid wordt gemaakt tussen een uncontrolled manoeuvre tijdens de pushback en tijdens het taxiën.



Figuur 4: Model van een uncontrolled manoeuvre door het vliegtuig

Afhankelijk van het gekozen aggregatieniveau kan er ook worden gekozen om bovenstaand model te splitsen in een model voor een uncontrolled manoeuvre van een vliegtuig in pushback en van een taxiënd vliegtuig.

Beschrijving van het model

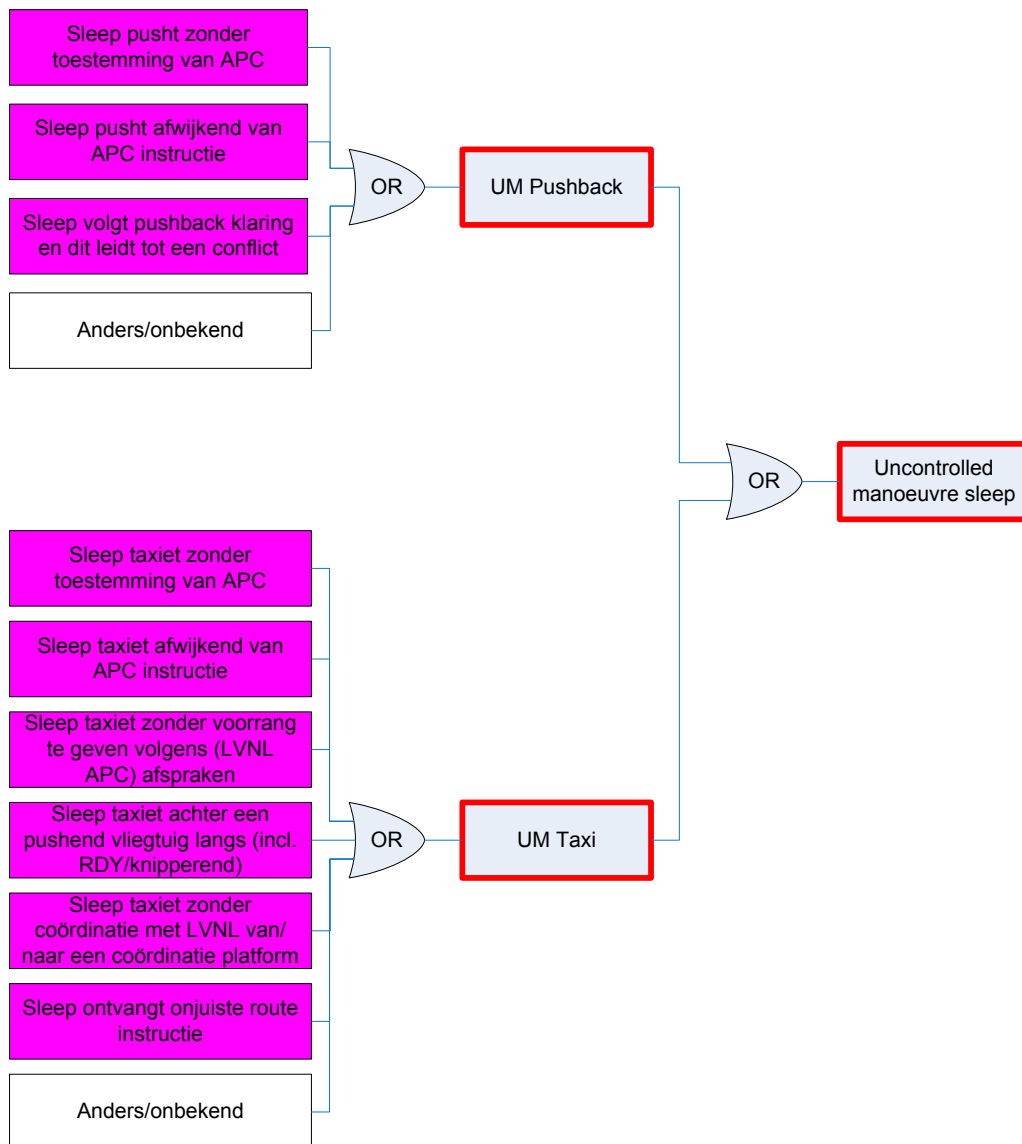
Hoofdoorzaak	Voorbeelden
AC pusht zonder toestemming van GC	GC heeft (nog) geen toestemming gegeven, maar de push-back wordt toch uitgevoerd. Mogelijke oorzaken: • de FC denkt dat de verkeersleiding toestemming heeft gegeven; • de FC of de chauffeur van de trekker meent dat die niet nodig is.
AC pusht afwijkend van GC instructie	GC heeft een pushback instructie gegeven maar het vliegtuig wordt afwijkend gepusht. Afwijkend wil hier zeggen: anders dan de instructie of niet volgens de (op dat moment geldende) afspraken of standaard werkwijze. Mogelijke oorzaken: • De chauffeur hoort de instructie niet; • De chauffeur interpreteert de instructie verkeerd; • De chauffeur wijkt om welke reden dan ook bewust af van de regels; • De FC geeft de instructie niet goed door, bijvoorbeeld: de chauffeur pusht naar links i.p.v. naar rechts, de chauffeur pusht niet ver genoeg, of pusht te laat.
AC volgt pushback klaring en dit leidt tot een conflict	Het vliegtuig wordt volgens de klaring en conform de regels gepusht maar er ontstaat een conflict met een ander object (sleep, vliegtuig, voertuig) dat er achterlangs rijdt. De klaring is niet correct. Mogelijke oorzaken: • GC heeft ander verkeer over het hoofd gezien; • GC heeft een situatie niet goed geanticipeerd; • Er was geen coördinatie met APC of andere GC.
Anders/onbekend	Er is te weinig informatie om het voorval te classificeren, of het wordt niet afgedekt door bovenstaande hoofdoorzaken.

AC taxiëet zonder toestemming van GC	GC heeft nog geen toestemming gegeven, maar het vliegtuig begint toch te taxiën.
AC taxiëet afwijkend van GC instructie	De bemanning heeft een taxi-instructie van de GC gekregen maar wijkt daar van af. Mogelijke oorzaken: • FC hoort instructie niet; • FC interpreteert instructie niet goed; • FC is verdwaald; • FC kiest andere route.
AC taxiëet afwijkend van ICAO (voorrangs)regels	Het vliegtuig houdt zich niet aan de standaardregels. Mogelijke oorzaken zijn: • FC niet bewust van ander verkeer voor het geven van voorrang; • FC maakt inschattingsfout bij het geven van voorrang; • FC kent regels niet.
GC heeft conflict tussen 2 taxiënde AC niet geregeld	Er ontstaat een conflict tussen een taxiënd vliegtuig en een ander taxiënd vliegtuig. Mogelijke oorzaken: • GC maakt een inschattingsfout; • GC anticipeert situatie niet goed; • GC geeft taxi-instructie onduidelijk door aan de FC; • GC interpreteert een gemelde afwijking door het andere vliegtuig niet goed; • Geen/onvoldoende interne coördinatie.
GC heeft conflict tussen AC en taxiënde sleep niet geregeld	Er ontstaat een conflict tussen een taxiënd vliegtuig en een taxiënde sleep. Mogelijke oorzaken: • GC schat de sleep niet goed in; • GC is niet bewust van de sleep; • GC geeft taxi-instructie onduidelijk door aan de FC; • GC interpreteert een gemelde afwijking van de sleep niet goed; • Afwijking van afspraak niet gecoördineerd met APC.
Anders/onbekend	Er is te weinig informatie om het voorval te classificeren, of het wordt niet afgedekt door bovenstaande hoofdoorzaken.

3.1.2 SLEEP

Model

Figuur 5 geeft het model weer van een uncontrolled manoeuvre door een sleep. Hierbij is opnieuw onderscheid gemaakt tussen de pushback en taxi fase.



Figuur 5: Model van een uncontrolled manoeuvre door de sleep

Afhankelijk van het gekozen aggregatieniveau kan er ook worden gekozen om bovenstaand model te splitsen in een model voor een uncontrolled manoeuvre van een sleep in pushback en van een taxiënde sleep.

Beschrijving van het model

Hoofdoorzaak	Voorbeelden
Sleep pusht zonder toestemming van APC	APC heeft nog geen toestemming gegeven maar de pushback van de sleep wordt toch uitgevoerd. Mogelijke oorzaken: • De sleepchauffeur wacht niet op toestemming; • De sleepchauffeur denkt dat hij toestemming heeft maar dat is niet zo.
Sleep pusht afwijkend van APC instructie	De chauffeur heeft een push-instructie gekregen maar wijkt daarvan af. Mogelijke oorzaken: • De chauffeur hoort instructie niet; • De chauffeur interpreteert de instructie verkeerd; • De chauffeur kiest zelf de richting voor het pushen.
Sleep volgt pushback klaring en dit leidt tot een conflict	De sleep wordt volgens de klaring en conform de regels gepusht maar er ontstaat een conflict met een ander object (sleep, vliegtuig, voertuig) dat in de nabijheid opereert. De klaring is niet correct, bijvoorbeeld omdat: • Bij het geven van de klaring ander verkeer over het hoofd wordt gezien; • Bij het geven van de klaring de situatie verkeerd wordt ingeschat; • De klaring niet duidelijk wordt doorgegeven aan de chauffeur; • Er onvoldoende/geen coördinatie is.
Anders/onbekend	Er is te weinig informatie om het voorval te classificeren, of het wordt niet afgedekt door bovenstaande hoofdoorzaken.

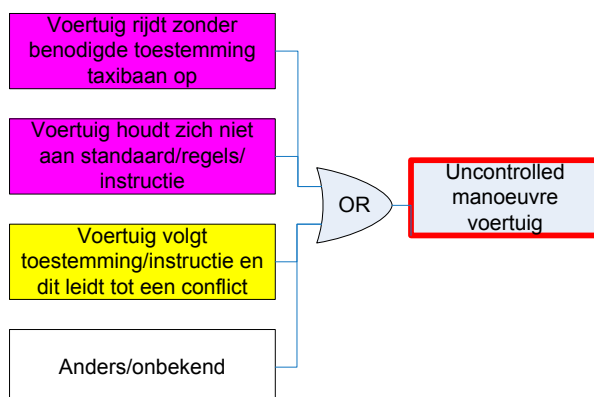
Sleep taxiëet zonder toestemming van APC	APC heeft nog geen toestemming gegeven voor de taxibeweging van de sleep, maar de sleep begint toch met taxiën. Mogelijke oorzaken: • De sleepchauffeur wacht niet op toestemming; • De sleepchauffeur denkt dat hij toestemming heeft maar dat is niet zo.
Sleep taxiëet afwijkend van APC instructie	De chauffeur heeft een taxi-instructie gekregen maar wijkt daarvan af. Mogelijke oorzaken: • De chauffeur hoort instructie niet; • De chauffeur interpreteert instructie niet goed; • De chauffeur kiest andere route; • De chauffeur is verdwaald.
Sleep taxiëet zonder voorrang te geven volgens (LVNL APC) afspraken	De sleep moet zich houden aan de afspraken voor het geven van voorrang tijdens het taxiën. De sleepchauffeur houdt zich hier echter niet aan. Mogelijke oorzaken hiervoor zijn: • Chauffeur kent de afspraken niet; • Ander verkeer wordt over het hoofd gezien; • Inschattingsfout van de chauffeur.
Sleep taxiëet achter een pushend vliegtuig langs (incl. RDY/knipperend)	De sleep taxiëet achter een vliegtuig langs dat aangeeft dat deze klaar is om gepusht te worden (RDY/knipperend signaal). Mogelijke oorzaken hiervoor zijn: • Chauffeur kent de regels niet; • Pushend vliegtuig wordt over het hoofd gezien; • Inschattingsfout van de chauffeur; • Instructie voor de sleepbeweging is gegeven toen pushend vliegtuig nog niet ready was.

Sleep taxiëet zonder coördinatie met LVNL van/naar een coördinatie platform	De sleep heeft de instructie gekregen om te gaan taxiën maar die instructie is niet gecoördineerd met LVNL. Mogelijke oorzaken hiervoor zijn: • APC vergeet te coördineren; • Afspraken voor coördinatie zijn niet duidelijk.
Sleep ontvangt onjuiste route-instructie	De sleepchauffeur taxiëet correct volgens de verkregen route-instructie maar dit leidt tot een conflict. Mogelijke oorzaken voor de onjuiste route-instructie zijn: • Verkeer is over het hoofd gezien; • De situatie is verkeerd ingeschat; • De instructie is niet duidelijk doorgegeven aan de chauffeur; • Een gemelde afwijking door ander verkeer wordt verkeerd ingeschat; • Onvoldoende/geen coördinatie.
Anders/onbekend	Er is te weinig informatie om het voorval te classificeren, of het wordt niet afgedekt door bovenstaande hoofdoorzaken.

3.1.3 VOERTUIG

Model

De bow-tie voor een uncontrolled manoeuvre door een voertuig onder active of passive control wordt gepresenteerd in Figuur 6.



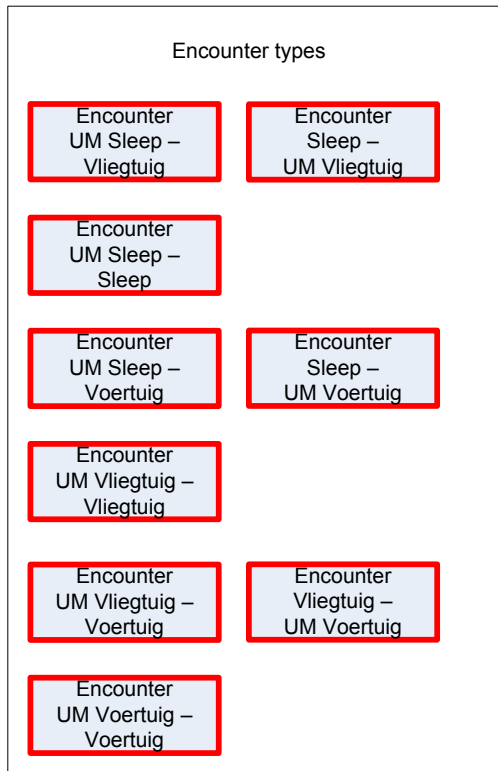
Figuur 6: Model van een uncontrolled manoeuvre door een voertuig

Beschrijving van het model

Hoofdoorzaak	Voorbeelden
Voertuig rijdt zonder benodigde toestemming taxibaan op	Het voertuig rijdt een taxibaan op waarvoor toestemming verkregen moet worden. Dat is niet gebeurd. Mogelijke oorzaken zijn: • De chauffeur van het voertuig wacht niet op toestemming; • De chauffeur van het voertuig denkt dat de toestemming gegeven is maar dat is niet zo.
Voertuig houdt zich niet aan standaard/regels/instructie	Mogelijke oorzaken hiervoor zijn: • De chauffeur wijkt af van de instructie (alleen bij active control); • Chauffeur kent regels niet; • Ander verkeer wordt over het hoofd gezien; • Inschattingsfout van de chauffeur.
Voertuig volgt toestemming/ instructie en dit leidt tot een conflict	Een voertuig krijgt onterecht toestemming om de manoeuvring area op te rijden. In geval van active control door TWR betekent dit dat het voertuig een verkeerde instructie krijgt.
Anders/onbekend	Er is te weinig informatie om het voorval te classificeren, of het wordt niet afgedekt door bovenstaande hoofdoorzaken.

3.2 ENCOUNTERS

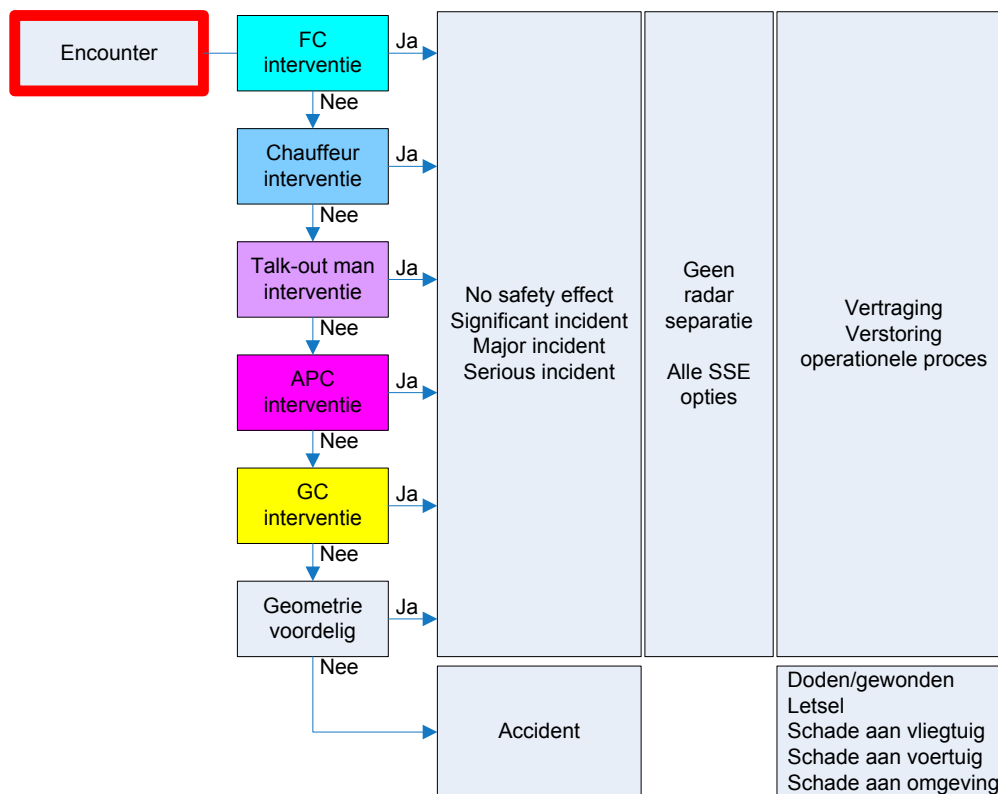
Een uncontrolled manoeuvre hoeft nog niet te leiden tot een conflictsituatie of een botsing. Dat is het geval als er geen ander verkeer in de nabijheid is van de uncontrolled manoeuvre. Als er wel sprake is van ander verkeer dichtbij dan is er sprake van een encounter. Figuur 7 laat zien welke encounter types er binnen het CGSM worden onderscheiden, uitgaande van 3 verschillende uncontrolled manoeuvres van de vorige sectie (UM Vliegtuig, UM Sleep, UM Voertuig), zie ook het overzicht in Sectie 2.2.



Figuur 7: CGSM encounter types (6)

3.3 RESOLUTIEMODEL

Het resolutiemodel geeft aan hoe een encounter zich kan ontwikkelen tot verschillende gevolgen in mate van ernst (severity) klassen. In het resolutiemodel zijn verschillende barriers opgenomen. Deze barriers geven aan dat verschillende partijen invloed kunnen hebben bij de oplossing van een encounter. In Figuur 8 is een algemeen resolutiemodel gepresenteerd. Hierbij staan alle partijen genoemd die betrokken zijn bij grondverkeer gerelateerde encounters.



Figuur 8: Algemeen resolutiemodel

In specifieke encounter types zullen sommige partijen geen rol spelen. Bijvoorbeeld, als het om een encounter gaat tussen twee taxiënde vliegtuigen, zal de interventie alleen van de Ground Controller (GC) of de Flight Crew (FC) kunnen komen.

Wanneer geen van de actoren een interventie uitvoert om een incident of ongeval te voorkomen, kan de factor 'geluk' er alsnog voor zorgen dat de encounter niet leidt tot een incident of ongeval. Dit wordt weergegeven door het blokje 'geometrie voordelig'. Dit houdt in dat de snelheid of richting van beide objecten er alsnog voor hebben gezorgd dat ze elkaar niet raken.

In de figuur is ook de ernst classificatie van de consequenties aangegeven, zowel die van LVNL (eerste twee kolommen) als die van AAS (derde kolom). Per encounter kan er een ernst toegewezen worden volgens de LVNL en volgens de AAS classificatie.

4 TOEPASSING VAN HET MODEL

Een belangrijke toepassing van het CGSM is het identificeren van elementen die vaak voorkomen. Daarvoor wordt het kwalitatieve CGSM model zoals beschreven in Sectie 3 gekwantificeerd met behulp van data uit IRIS en ASIS. Dat betekent dat aan alle gebeurtenissen (hoofdoorzaken, uncontrolled manoeuvres en encounters) een getal gehangen wordt dat iets zegt over hoe vaak ze optreden. Binnen dit project is de kwantificering niet uitgevoerd. Om een toekomstige, gezamenlijke kwantificering door verschillende stakeholders te ondersteunen volgen hier enkele suggesties.

Kwantificering uncontrolled manoeuvres

Voor de kwantificering van de 3 bovengenoemde modellen van uncontrolled manoeuvres (UM vliegtuig, UM sleep, UM voertuig) kunnen initieel de volgende regels gehanteerd worden:

- De kwantificering gebeurt op basis van aantallen: hoe vaak zijn de gebeurtenissen in een bepaalde, door de gebruiker vastgestelde tijdsperiode voorgekomen. Deze aantallen worden bepaald door bestudering van de databases IRIS (LVNL) en ASIS (AAS).
- Op het niveau van de hoofdoorzaken ("Wat is er gebeurd") moet een voorval aan slechts één oorzaak toegewezen worden.
- Het aantal uncontrolled manoeuvres van een object (vliegtuig, sleep, voertuig) is gelijk aan de optelling van het aantal voorvallen op het niveau van de hoofdoorzaak.

Kwantificering encounters

De kwantificering van het aantal encounters zou eenvoudig gedaan moeten kunnen worden vanuit ASIS en IRIS, in ieder geval eenvoudiger dan de kwantificering van oorzaken van encounters. Bij het kwantificeren met behulp van IRIS en ASIS zal moeten worden vastgesteld hoe encounters en uncontrolled manoeuvres op een eenduidige manier uit de data gefilterd kunnen worden.

Kwantificering resolutiemodel

De volgende regels kunnen worden gehanteerd bij de kwantificering van het resolutiemodel:

- De kwantificering wordt gebaseerd op aantallen per tijdseenheid;
- Elke encounter wordt toegewezen aan 1 partij die (indien van toepassing) de interventie voor zijn rekening nam. Indien er meer partijen onafhankelijk van elkaar een interventie pleegden moet 1 partij gekozen

worden die het grootste aandeel had in de interventie (of die als eerste de interventie pleegde). Als alternatief zou ervoor gekozen kunnen worden om meerdere partijen een deel van de interventie toe te wijzen (bijvoorbeeld ieder een halve interventie bij twee partijen).

- Elke encounter krijgt een unieke classificering volgens de LVNL SSE classificatie. Het totaal aantal classificaties is dus gelijk aan het aantal encounters.
- Elke encounter krijgt minimaal één classificering volgens de AAS classificatie. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat er zowel schade is aan het toestel als letsel, of doden onder de inzittenden. Het aantal classificaties is dus groter dan of gelijk aan het aantal encounters.

Alternatieve kwantificeringsmethodes

In voorgaande hoofdstukken is een aantal regels opgesteld voor de kwantificering van de bow-ties d.m.v. het tellen van gerelateerde voorvallen in databases IRIS en ASIS. Bij die regels is ervan uitgegaan dat het voldoende is om aantallen voorvallen te tellen op hoofdoorzaak niveau. Het identificeren van de meest voorkomende oorzaken is voorlopig voldoende voor het bepalen van risico mitigerende maatregelen door LVNL en AAS. De vastgestelde regels gelden echter niet zonder meer op het moment dat een andere methode gebruikt wordt voor de kwantificering van de bow-ties, zoals op basis van de kans of frequentie van optreden van gebeurtenissen. Dergelijke kansen worden bepaald door aantallen voorvallen per (vliegtuig-, sleep-, en/of voertuig)beweging op Schiphol te bepalen. Op het moment dat met kansen gewerkt gaat worden is het verstandig om de bow-ties eenduidiger te definiëren (bijvoorbeeld door het aangeven van eenheden) en wiskundig op te schrijven voor het netjes optellen en vermenigvuldigen van (conditionele) kansen.

Het kan in de praktijk blijken dat het niet altijd gemakkelijk is om voorvallen uit IRIS en ASIS aan één bepaalde oorzaak (of aan meerdere) toe te wijzen. Het kan zijn dat het achterliggende verhaal te weinig informatie bevat. In eerste instantie kan er dan voor worden gekozen om de oorzaak "Onbekend" toe te wijzen. Als blijkt dat dit relatief vaak gebeurt, zou een nieuwe kwalitatieve ontwikkelslag overwogen kunnen worden. Het kan ook handig zijn om de lijst met regels aan te vullen met regels die kunnen helpen bij het kiezen tussen meerdere oorzaken.

5 AFSLUITENDE OPMERKINGEN

Het doel van dit project was het ontwikkelen van een Common Ground Safety Model vanuit het perspectief van uncontrolled manoeuvres tijdens pushback en taxi. Met behulp van het model wordt meer inzicht verkregen in de oorzaken en risico's van uncontrolled manoeuvres.

Deze eerste versie van het CGSM is op een gestructureerde manier opgebouwd met behulp van bow-tie modelleringstechnieken. Het is algemeen van opzet en de hoofdonderdelen zijn:

- De uncontrolled manoeuvre van een vliegtuig, een sleep of een voertuig;
- De oorzaken van een uncontrolled manoeuvre;
- De encounters tussen vliegtuig, sleep en/of voertuig na een uncontrolled manoeuvre;
- De mogelijke interventies van betrokken partijen die encounters kunnen mitigeren.

In de huidige opzet van het model gaan we uit van negen bow-ties: één bow-tie voor elke geïdentificeerde encounter. Dit aantal kan in de toekomst nog groeien als de bow-ties voor een encounter met een uncontrolled manoeuvre van een vliegtuig en van een sleep nog gesplitst worden naar de fases push-back en taxi. Of dit nodig is hangt af van het gewenste detailniveau en het gebruik van het model: naar welke informatie is de gebruiker op zoek?

Tijdens de ontwikkeling is gebleken dat het niet eenvoudig is om naast de hoofdoorzaken van uncontrolled manoeuvres ook achterliggende oorzaken te benoemen. Dat komt omdat in de huidige gerapporteerde voorvallen de gezochte informatie vaak in onvoldoende mate aanwezig is en daardoor bij het identificeren van achterliggende oorzaken aannames moeten worden gedaan. Om een goed gefundeerde basis te creëren voor het CGSM is besloten het CGSM vooralsnog te beperken tot hoofdoorzaken. In een volgende ontwikkelingslag kunnen achterliggende oorzaken worden geïdentificeerd. Het resolutiemodel is niet in detail aan de orde gekomen.

Het CGSM kan toegepast en verder ontwikkeld worden binnen een werkgroep waaraan naast LVNL en AAS ook andere betrokken stakeholders deelnemen. Door deze werkgroep zouden bijvoorbeeld de volgende stappen gevolgd kunnen worden:

1. Aanpassen structuur door andere stakeholders dan AAS en LVNL
Wanneer het CGSM in de toekomst door meerdere stakeholders zal worden gebruikt, zal het mogelijk aangepast moeten worden om operationele procedures van nieuwe stakeholders goed weer te kunnen geven.
2. Kwantificeren van het model
In eerste instantie zal het hier gaan om het kwantificeren van de hoofdoorzaken van de uncontrolled manoeuvres. Daarnaast kunnen ook de verschillende encounters en interventies van betrokkenen (resolutiemodel) gekwantificeerd worden. Dit betekent dat voorvallen uit de databases van stakeholders geanalyseerd en geteld moeten worden.
3. Uitvoeren van analyses (bijvoorbeeld: risico bepalen, achterliggende oorzaken zoeken, mitigerende maatregelen bedenken)
Op het moment dat bepaalde hoofdoorzaken duidelijk vaker voorkomen dan andere kan in meer detail gekeken worden naar de achterliggende oorzaken en welke daarbij het meest voorkomen. Dat zijn niet noodzakelijk de oorzaken die ook het grootste risico met zich meedragen. Het kan zijn dat vaak voorkomende oorzaken nauwelijks effect hebben op het risico omdat ze eenvoudig gedetecteerd en opgelost kunnen worden. Het kan ook zijn dat minder vaak voorkomende oorzaken juist een veel groter risico met zich meedragen. Het kan dus ook belangrijk zijn om de oorzaken te zoeken die het risico domineren en voor die oorzaken barriers te bedenken.
4. Stap 2 & 3 routinematig maken
Tijdens het uitvoeren van stappen 2 en 3 wordt verder kennis opgedaan over de werking van het model. Wellicht zijn nog (kleine) aanpassingen nodig. Uiteindelijk zullen de stappen routinematig moeten kunnen verlopen.
5. Performance indicators definiëren en naar doelen werken
In de toekomst zal het CGSM ook ingezet kunnen worden bij het definiëren van safety performance indicators (bijvoorbeeld, specifieke gebeurtenissen die al in het model geteld worden) en bij het vaststellen van (kwantitatieve) veiligheids- en efficiencydoelen.

6 REFERENTIES

Referentie	Specificatie
(CGE, 2015)	http://www.cgerisk.com/knowledge-base/risk-assessment/thebowtiemethod (november 2015)
(LVNL, 2013)	LVNL, Classificatie van Safety Significant Events (SSE), D/S&P 10/002 versie 1.2, 19-6-2013.
(LVNL, 2015a)	LVNL, VDV 2 SPL TWR-APP, versie 25 juni 2015.
(LVNL, 2015b)	LVNL, Email aan Arjen Balk, 3 september 2015.

Appendix A SPELREGELS

Voor het ontwikkelen van het CGSM is vooraf een aantal spelregels bepaald. In de volgende tabel wordt aangegeven of er ook aan voldaan is.

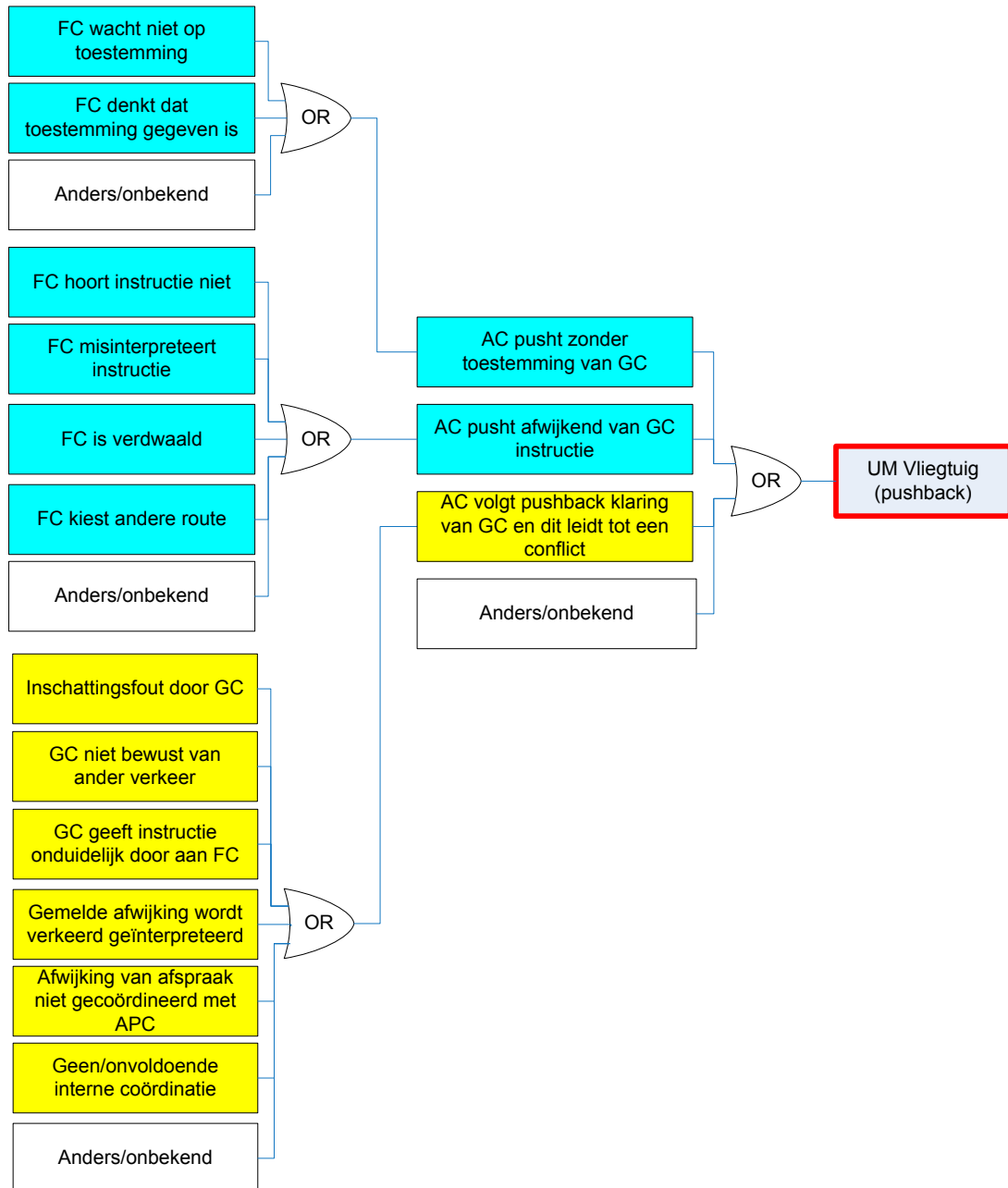
id	Spelregel	Gevolgd	Opmerking
1	In de bow-tie staat 1 encounter centraal. Er is voor elk encounter type 1 bow-tie en elke bow-tie representeert 1 encounter type (in principe)	Ja	Dit is ook afhankelijk van het gekozen aggregatieniveau.
2	Encounters zijn zo gedefinieerd dat ze getraceerd kunnen worden in de relevante statistieken (IRIS, ASIS, ...)	Ja	
3	Het streven is dat elk encounter type binnen de scope valt en toe te wijzen is aan 1 stakeholder (i.e., AAS, LVNL, other)	Ja	
4	Elke encounter heeft een aantal oorzaken. De bow-tie geeft relaties tussen deze oorzaken aan (AND, OR, afhankelijkheid). Waar logisch, worden oorzaken gebundeld tot abstract geformuleerde hazards	Ja	
5	Voor elke oorzaak wordt aangegeven in welk domein (AAS, LVNL, Other) die valt	Ja	
6	De hiërarchie in de causale keten in de linkerkant van de bow-tie wordt zoveel mogelijk beperkt	Ja	
7	Oorzaken moeten duidelijk gedefinieerd worden: welke gebeurtenissen vallen eronder en welke niet?	Ja	

8	Oorzaken moeten zoveel mogelijk aansluiten bij safety barriers/risk controls zoals gedefinieerd door LVNL en AAS	Nee	In de oorzaak-kant van het model worden barriers niet expliciet gemodelleerd. Daar worden alleen oorzaken genoemd op verschillende aggregatieniveaus. Bij elke (hoofd)oorzaak is wel eenvoudig een koppeling te maken met barriers die door LVNL en AAS gedefinieerd zijn.
9	Elke encounter heeft een aantal recovery barriers, die bij benadering onafhankelijk van elkaar werken. Typische barriers zijn: ATC, Apron Control, Flight Crew	Ja	
10	Een additionele barrier is de factor "Geluk" of "Providence": ook als geen van de andere barriers werkt hoeft er geen ongeval plaats te vinden vanwege de specifieke geometrie van de encounter (relatieve positie en snelheid van vliegtuig(en)/voertuig/trekker)	Ja	
11	De achterliggende structuur van de barriers wordt niet in detail gerepresenteerd	Ja	Dat geldt voor de recovery barriers.
12	De effectiviteit van elke barrier moet bepaald kunnen worden. De collectieve effectiviteit van alle barriers is een product	Ja	Dat geldt voor de recovery barriers.
13	De door LVNL en AAS gebruikte ernst-classificatie moet herkenbaar zijn in de gedefinieerde gevolgen van een encounter	Deels	Dit is op een heel hoog niveau gedaan. De ernstclassificaties van AAS en LVNL zijn wel vermeld in het resolutiemodel, maar het model is niet in detail uitgewerkt.

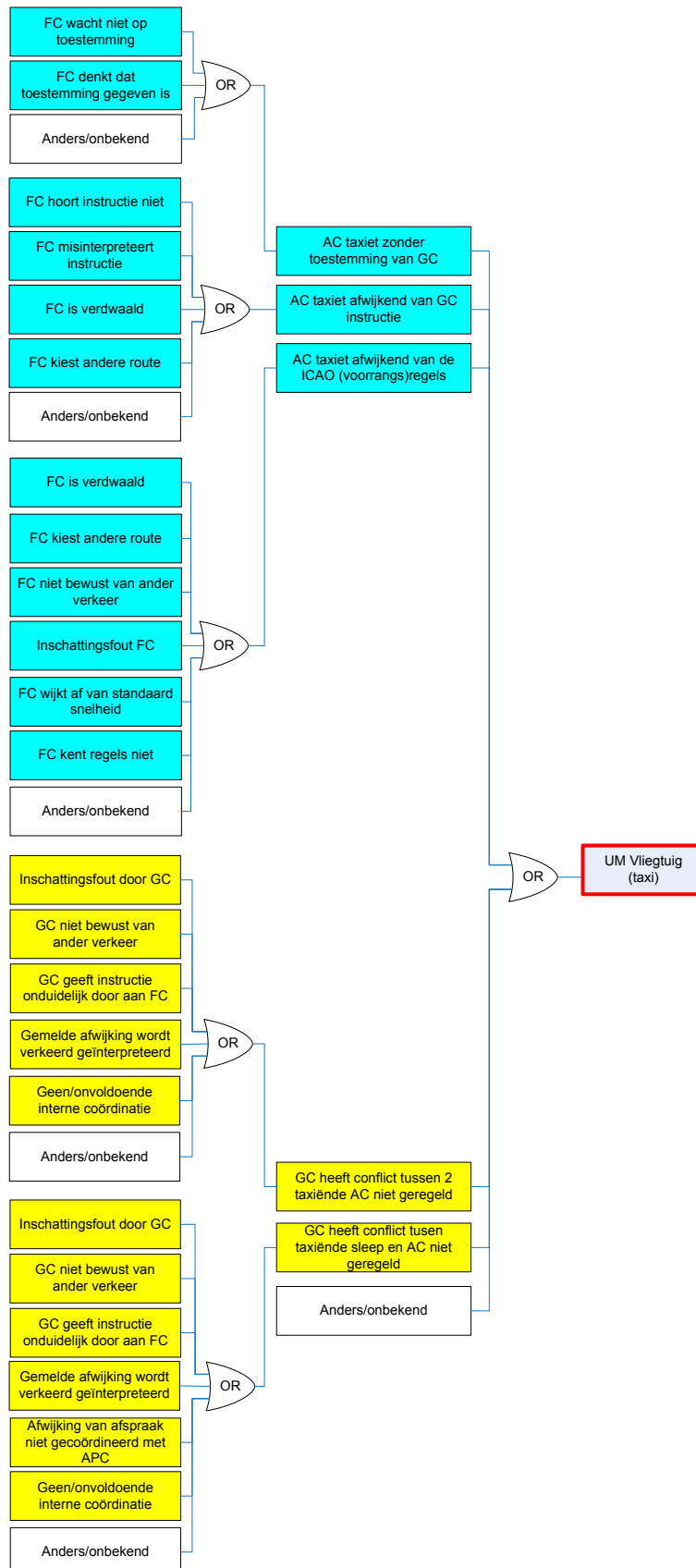
Appendix B ACHTERLIGGENDE OORZAKEN

De in deze appendix beschreven achterliggende oorzaken zijn geïdentificeerd tijdens de ontwikkeling van het model. Aangezien de focus vooral op hoofdoorzaken is geweest moeten deze achterliggende oorzaken vooral gezien worden als een eerste aanzet. Ze zijn niet in detail getoetst door LVNL en AAS.

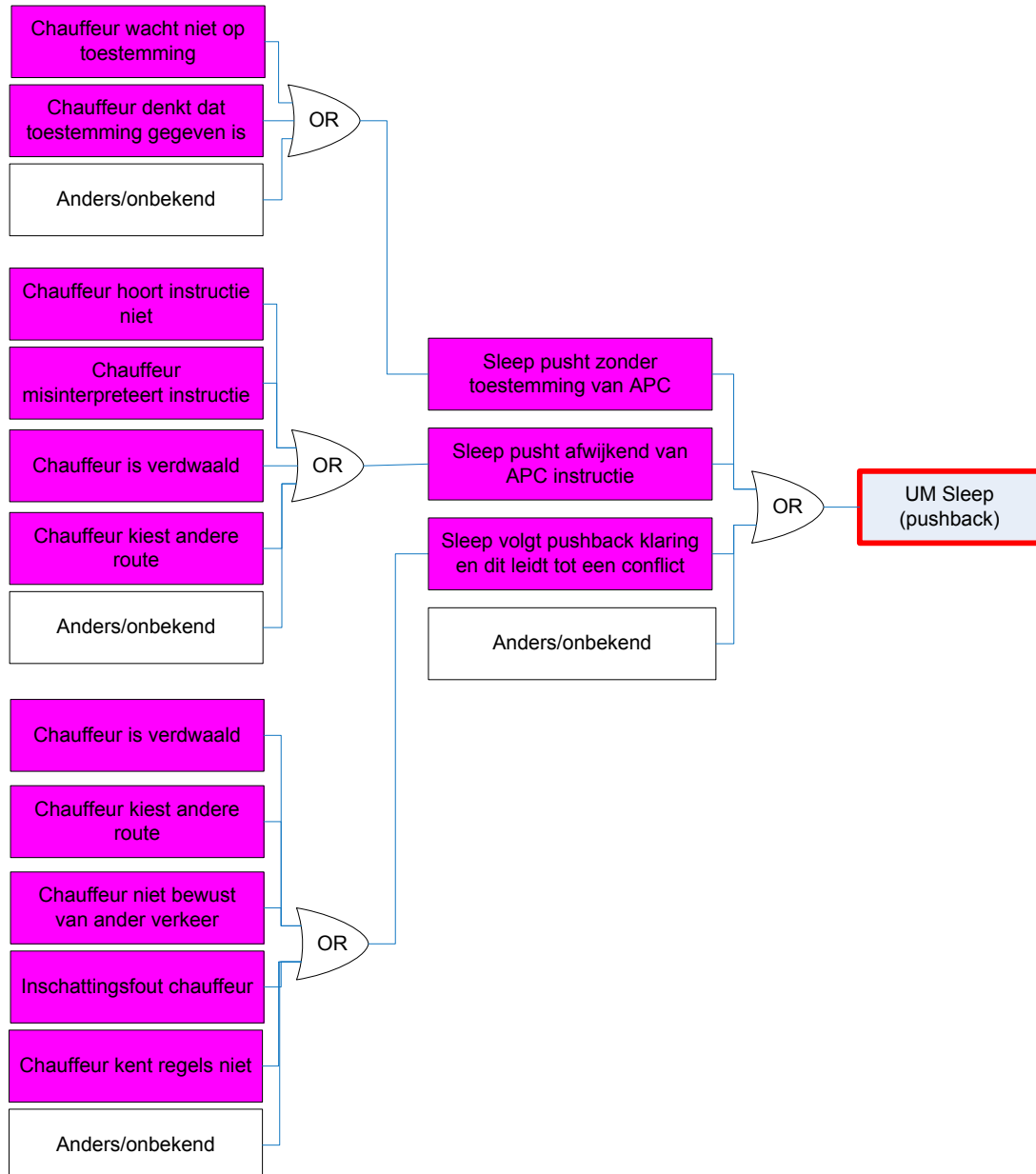
B.1 UNCONTROLLED MANOEUVRE Vliegtuig (PUSHBACK)



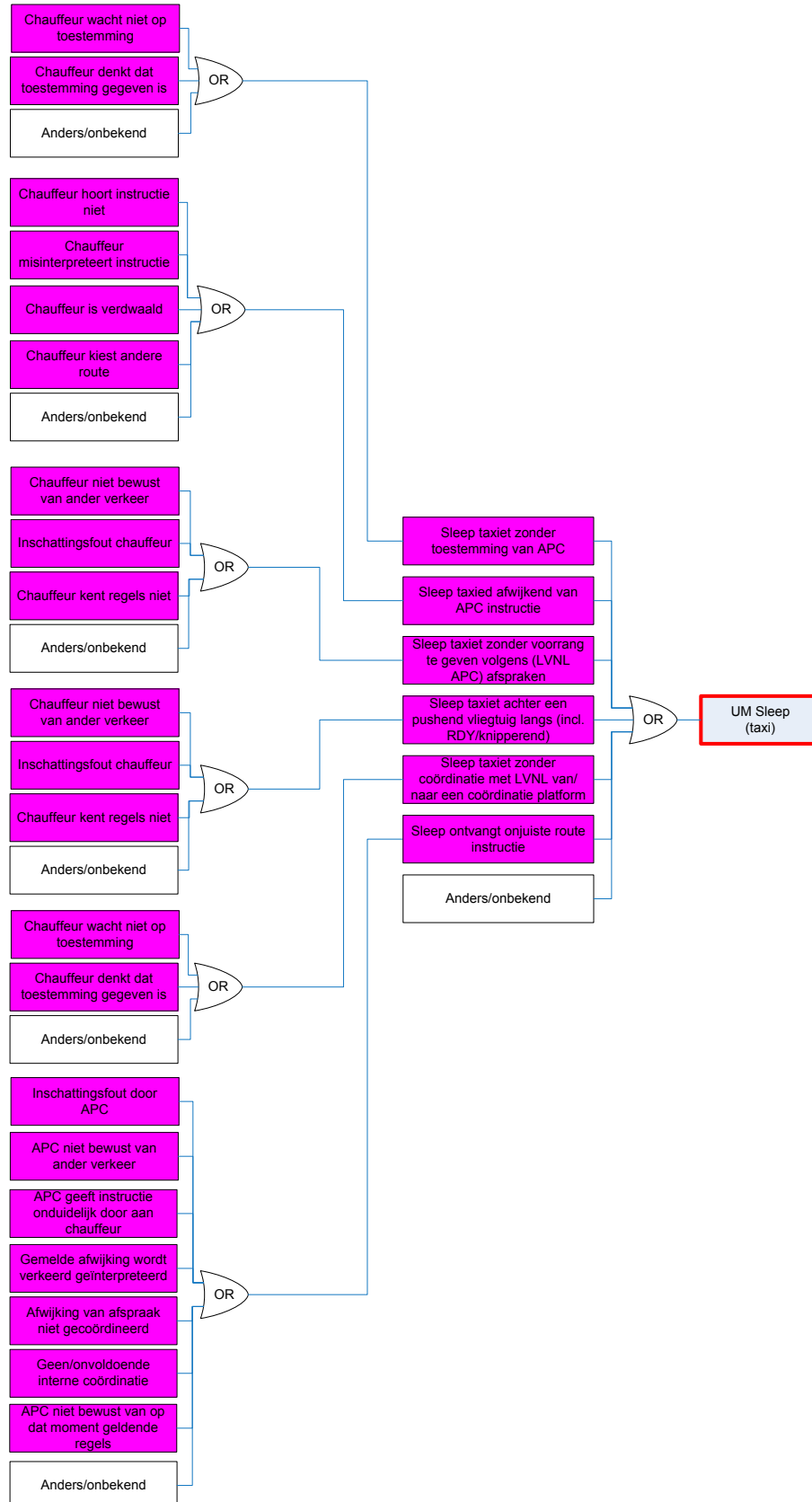
B.2 UNCONTROLLED MANOEUVRE Vliegtuig (TAXI)



B.3 UNCONTROLLED MANOEUVRE SLEEP (PUSHBACK)



B.4 UNCONTROLLED MANOEUVRE SLEEP (TAXI)



B.5 UNCONTROLLED MANOEUVRE VOERTUIG

