Dedicated to innovation in aerospace

safetyinstitute

NLR-CR-2020-108 | juli 2020

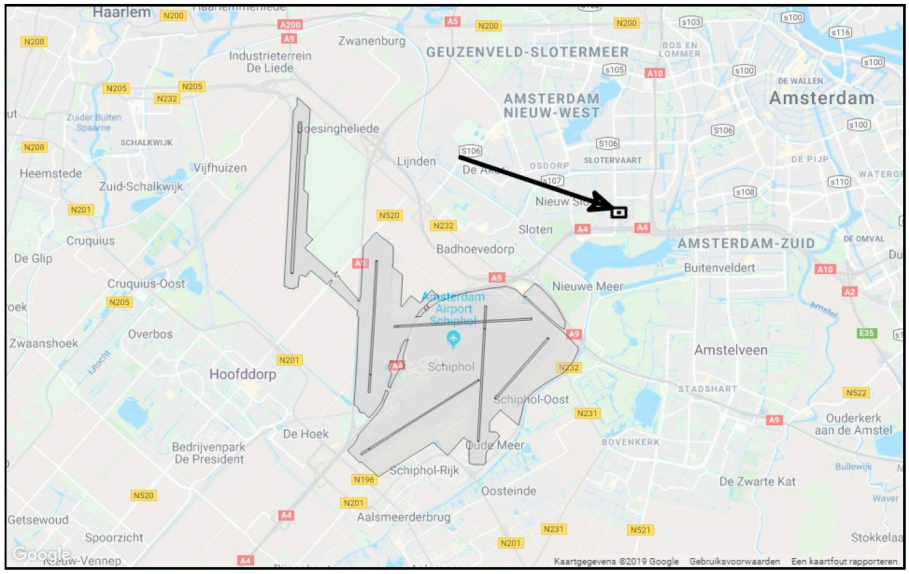
Luchtvaartstudie hoogbouw B@home, Riekerpolder, Amsterdam

OPDRACHTGEVER: COD



Dedicated to innovation in aerospace
safetyinstitute

Luchtvaartstudie hoogbouw B@home, Riekerpolder, Amsterdam



Probleemstelling

De firma COD Development Pioneers is voornemens, in samenwerking met de Gemeente Amsterdam, hoogbouw te realiseren in de Riekerpolder (Johan Huizingalaan) in Amsterdam. Het project staat bekend onder de naam B@home. De locatie van de geplande hoogbouw bevindt zich op een afstand van minder dan 4km van de luchthaven. De maximale hoogte van de nieuwbouw is circa 76m NAP. Hiermee zal interferentie ontstaan met de geldende hindernisbeperkingsvlakken en mogelijk met de gepubliceerde vliegprocedures.
In sommige gevallen kan tot zekere hoogte een vrijstelling verkregen worden van de hoogtebeperkingen, indien door middel van een luchtvaartstudie aangetoond kan worden dat de veiligheid en continuïteit van de operaties gewaarborgd is.
De firma COD heeft NLR gevraagd een dergelijke studie uit te voeren om vast te stellen wat de maximale bouwhoogte zou kunnen zijn vanuit het perspectief van de vliegoperaties op Schiphol.

RAPPORTNUMMER
NLR-CR-2020-108

AUTEUR(S)
P.J. van der Geest
H.T.H. van der Zee

RUBRICERING RAPPORT
ONGERUBRICEERD

DATUM
juli 2020

KENNISGEBIED(EN)
Luchtvaartveiligheid
Vliegoperaties

TREFWOORD(EN)
Veiligheid
Obstakels

Beschrijving van de werkzaamheden

De werkzaamheden hebben zich gericht op gevolgen van de geplande hoogbouw voor het IFR verkeer (op instrumenten) en het VFR vliegverkeer (op zicht). Alle gepubliceerde vliegprocedures zijn getoetst om vast te kunnen stellen in welke mate de geplande hoogbouw een effect zou kunnen hebben op de minima van de procedures. Daarbij is rekening gehouden met de reeds bestaande hoogbouw in de buurt van het projectgebied. Daarnaast is de impact op het VFR verkeer beoordeeld. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het helikopter verkeer, het militair verkeer (Kustwacht) en het klein algemeen VFR verkeer. Daarbij zijn ook niet-nominale en blunder scenario's in ogenschouw genomen.
De gehanteerde methodiek is gebaseerd op internationale richtlijnen, die zijn opgesteld door de internationale burgerluchtvaartorganisatie ICAO.

Resultaten en conclusies

De studie leidt tot de volgende conclusies:

- Op basis van het afschermingsprincipe kan de hoogbouw zonder meer gerealiseerd worden tot een hoogte van 55,6m NAP (de maximale hoogte van de omliggende bebouwing).
- De toetsing van de IFR vliegprocedures geeft aan dat een bouwhoogte tot 71,3m NAP gerealiseerd kan worden zonder effect op continuïteit van de operaties.
- De botsingskans voor het VFR-verkeer is extreem laag. Ten behoeve van het klein VFR-verkeer geldt een hoogtebeperking tot circa 96m NAP.
- Om het botsingsrisico verder te mitigeren zal het gebouw voorzien moeten worden van obstakelverlichting.

Toepasbaarheid

Dit rapport kan gebruikt worden als onderdeel van het traject voor het verkrijgen van een verklaring van geen bezwaar tot een bouwhoogte van 71,3m NAP. Hierbij geldt als randvoorwaarde dat bij deze hoogte er geen effect is op het functioneren van de communicatie, navigatie en radar faciliteiten. Dit zal door LVNL geverifieerd moeten worden.

NLR
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam
p) +31 88 511 3113
e) info@nlr.nl i) www.nlr.nl

Dedicated to innovation in aerospace
safetyinstitute

NLR-CR-2020-108 | juli 2020

Luchtvaartstudie hoogbouw B@home, Riekerpolder, Amsterdam

OPDRACHTGEVER: COD

AUTEUR(S):

P.J. van der Geest	NLR
H.T.H. van der Zee	NLR

NLR – Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

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

OPDRACHTGEVER	**COD**
CONTRACTNUMMER	
EIGENAAR	
NLR DIVISIE	**Aerospace Operations**
VERSPREIDING	**Beperkt**
RUBRICERING TITEL	**ONGERUBRICEERD**

GOEDGEKEURD DOOR:		
AUTEUR	**REVIEWER**	**BEHERENDE AFDELING**
P.J. van der Geest Peter van der Geest Digitally signed by Peter van der Geest Date: 2020.07.02 11:03:14 +02'00'	Y.S. Cheung Yuk Shan Cheung Digitally signed by Yuk Shan Cheung Date: 2020.07.02 11:11:19 +02'00'	A.D.J. Rutten Alex Rutten Digitally signed by Alex Rutten Date: 2020.07.03 11:09:58 +02'00'
DATUM	DATUM	DATUM

Inhoudsopgave

Afkortingen 4

1 Introductie 6

2 Beschrijving van het probleem 7

2.1 Geplande hoogbouw B@home, Riekerpolder 7

2.2 Luchthaven Schiphol en obstakelbescherming 9

2.3 Obstakels en regelgeving 12

3 Veiligheidsstudie 14

3.1 Methodiek 14

3.2 Afscherming 16

3.3 Beschrijving van de operatie en hazard identificatie 17

3.3.1 IFR verkeer 17

3.3.2 VFR verkeer 18

3.4 Botsingsrisico 19

3.4.1 Ernst van een botsing 19

3.4.2 Kans op een botsing 19

3.5 Risicoclassificatie 25

3.6 Mitigerende maatregelen 27

4 Conclusies 29

5 Referenties 30

Appendix A Schiphol kaarten 31

Appendix B Risicoclassificatietabellen 34

Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
AIP	Aeronautical Information Publication
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
APV	Approach with Vertical guidance
Baro-VNAV	VNAV met barometrische hoogtegeleiding
CTR	Control Zone
DER	Departure End of Runway
EASA	European Aviation Safety Agency
EHAM	ICAO aanduiding luchthaven Schiphol
FAS	Final Approach Segment
FAA	Federal Aviation Administration
FAVA	Final Approach Vectoring Area
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules
IHS	Inner Horizontal Surface (Horizontaal Binnenvlak)
ILS	Instrument Landing System
LIB	Luchthavenindelingbesluit
LNAV	Lateral Navigation
LOC	Localizer
LPV	Localizer Performance with Vertical guidance
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
MOC	Minimum Obstacle Clearance *(Minimum Obstakelklaring)*
MSA	Minimum Sector Altitude
MVA	Minimum Vectoring Altitude
NAP	Nieuw Amsterdams Peil
NLR	Netherlands Aerospace Centre
OCA/H	Obstacle Clearance Altitude/Height *(Obstakelklaringshoogte)*
OIS	Obstacle Identification Surface
OLS	Obstacle Limitation Surface (*Obstakelbeperkingsvlak)*
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services - Operations
PDG	Procedure Design Gradient
RD	Rijksdriehoek
RWY	Runway
SERA	Standardised European Rules of the Air
SID	Standard Instrument Departure
THR	Threshold (baandrempel)

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
TNH/A	Turn Height/Altitude
TOFPA	Take-off Flight Path Area
VFR	Visual Flight Rules
VNAV	Vertical Navigation
VOR	Very High Frequency Omni-directional Range
WGS84	World Geodetic System 1984

1 Introductie

De firma COD Development Pioneers is voornemens, in samenwerking met de Gemeente Amsterdam, hoogbouw te realiseren in de Riekerpolder (Johan Huizingalaan) in Amsterdam. Het project staat bekend onder de naam B@home. De locatie van de geplande hoogbouw bevindt zich op een afstand van minder dan 4km ten noordoosten van de luchthaven. De maximale hoogte van de nieuwbouw is circa 76m NAP. Hiermee zal interferentie ontstaan met de geldende hindernisbeperkingsvlakken en mogelijk met de gepubliceerde vliegprocedures.
In sommige gevallen kan tot zekere hoogte een vrijstelling (verklaring van geen bezwaar) verkregen worden van de hoogtebeperkingen, indien door middel van een luchtvaartstudie aangetoond kan worden dat de veiligheid en continuïteit van de operaties gewaarborgd is.
De huidige studie betreft een dergelijke luchtvaartstudie. De hoofddoelstelling van de studie is om vast te stellen, wat vanuit het perspectief van de luchtvaart, de maximale bouwhoogte zou kunnen zijn in het B@home projectgebied.

Voor het verkrijgen van een verklaring van geen bezwaar zullen de volgende aspecten beoordeeld moeten worden:

- De impact op de veiligheid en continuïteit van de IFR-operaties. Dit vereist een toetsing van alle gepubliceerde IFR procedures (*precision approach, non-precision approach, visual manoeuvring, standard instrument procedures, contingency procedures*).
- De impact op de veiligheid van de VFR-operaties. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen helikopters, militair verkeer (Kustwacht) en klein algemeen VFR-verkeer.
- De impact op het goed functioneren van de communicatie, navigatie en radar faciliteiten.

De eerste twee aspecten vormen onderdeel van dit rapport. Het derde aspect valt onder de verantwoordelijkheid van de bevoegde luchtverkeersleidingsorganisatie (LVNL), die daarvoor de expertise in huis heeft. Dit valt buiten de scope van dit rapport.

De methodiek die in dit rapport gebruikt wordt is gebaseerd op de richtlijnen, zoals door ICAO zijn geformuleerd.

In Hoofdstuk 2 wordt allereerst een beschrijving van het probleem gegeven. Dit omvat de nodige gegevens omtrent het bouwproject en de luchthaven Schiphol. Ook wordt ingegaan op de obstakelbeperkingen rond Schiphol en de regelgeving voor zover toepasselijk.
In Hoofdstuk 3 wordt de veiligheidsstudie uitgevoerd. Allereerst wordt een korte inleiding gegeven met betrekking tot de gehanteerde methodiek. Vervolgens worden een aantal veiligheidsaspecten behandeld, waaruit een toelaatbare bouwhoogte kan worden afgeleid. De volgende aspecten worden behandeld:

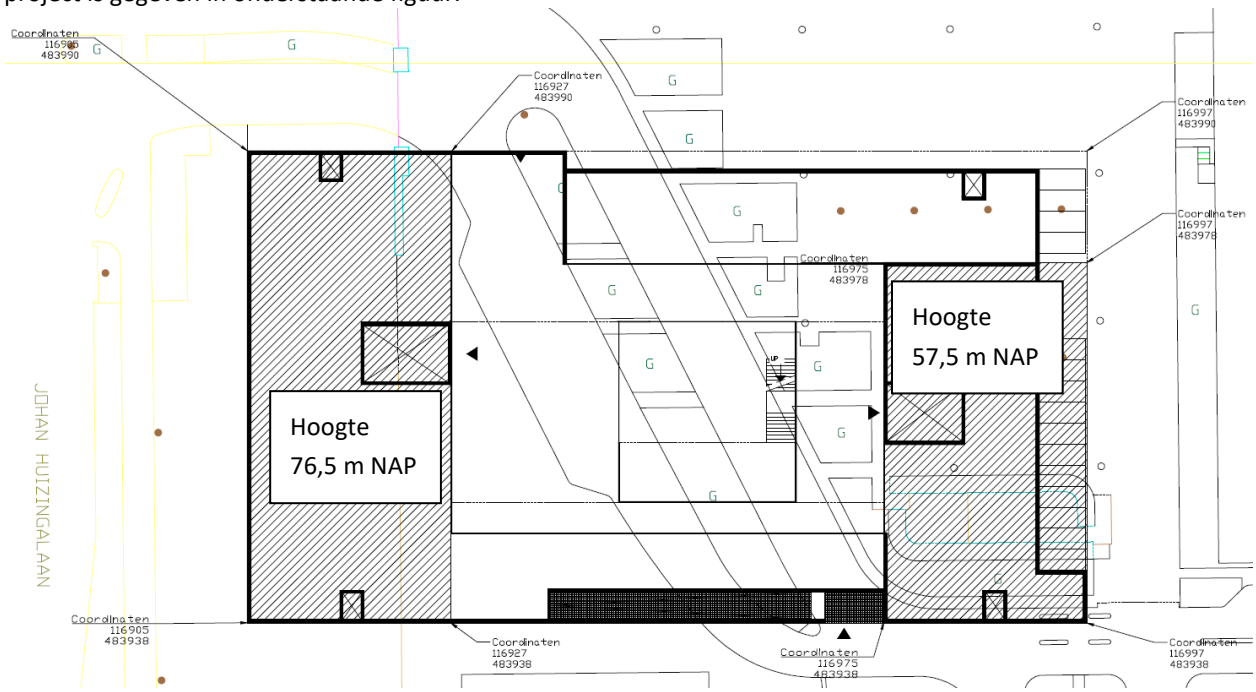
- Afscherming, op basis van de afschermingsprincipes, zoals geformuleerd door ICAO en EASA;
- IFR-procedures, op basis van PANS-OPS;
- VFR-Procedures, inclusief niet-nominale scenario's.

De risico's, die hieruit voortkomen worden samengevat en geclassificeerd met behulp van een risicomatrix.
Tot slot, worden mogelijkheden besproken om risico's zoveel verder te mitigeren.
In Hoofdstuk 4 worden de conclusies gepresenteerd.

2 Beschrijving van het probleem

2.1 Geplande hoogbouw B@home, Riekerpolder

Vastgoedontwikkelaar COD is voornemens in samenwerking met de Gemeente Amsterdam nieuwe hoogbouw te realiseren in de Riekerpolder, aan de Johan Huizingalaan in Amsterdam. Het project staat bekend als B@home. Het projectgebied gebied heeft afmetingen 92x52 m. Hoewel de exacte vormgeving van het project nog niet bekend is, zal het project uitgevoerd worden als geschakelde hoogbouw met verschillende bouwhoogten. Het hoogste element heeft een afmeting van circa 52x22 m met een maximale projecthoogte van 76,5 m NAP. Een mogelijk lay-out van het project is gegeven in onderstaande figuur.

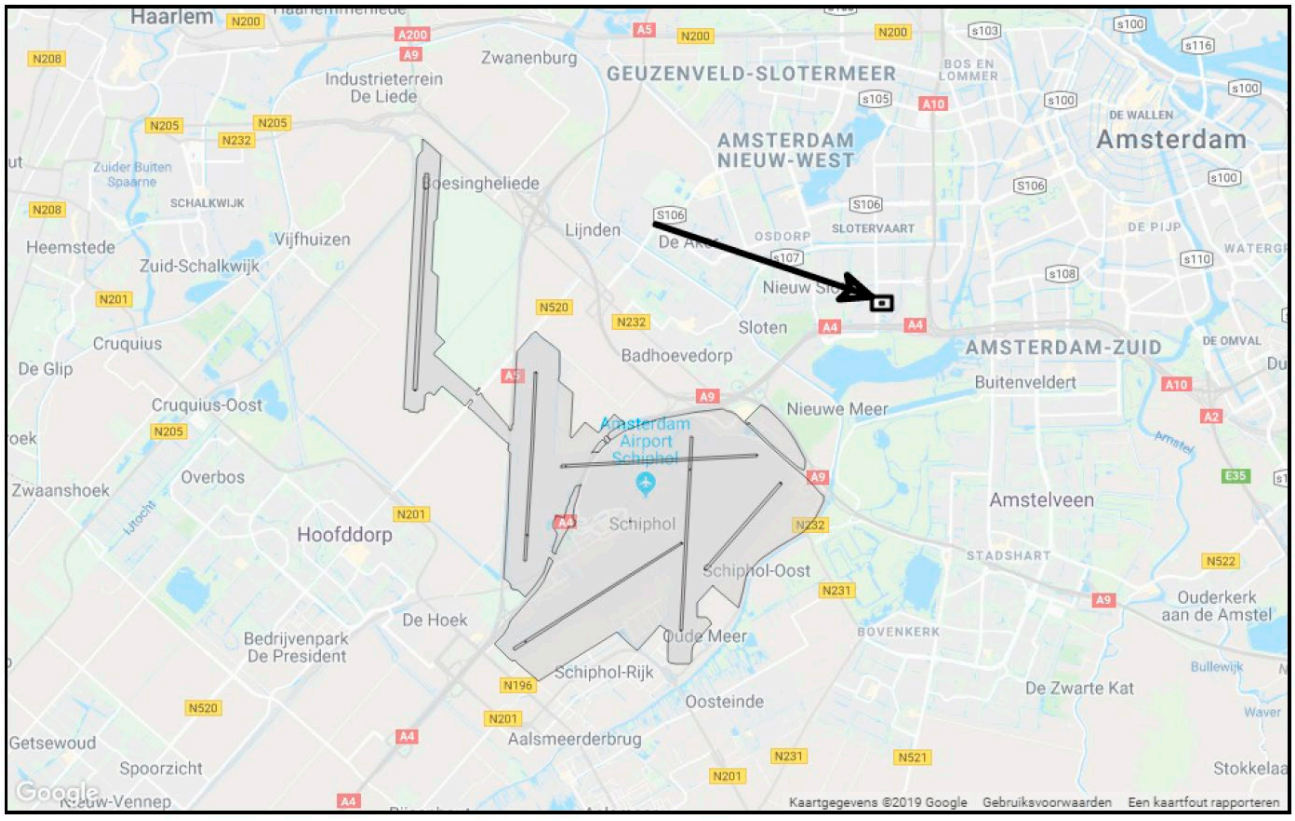


Figuur 2-1: Mogelijke lay-out van het B@home project



Figuur 2-2: Ligging van het B@home projectgebied (in blauw) aan de Joh. Huizingalaan

De ligging van het projectgebied is aangeven in Figuur 2-2, waarbij het hoogste bouwelement grenst aan de Joh. Huizingalaan. Het project ligt op korte afstand van de luchthaven Schiphol, min of meer in het verlengde van Oostbaan op Schiphol. De locatie van het projectgebied ten opzichte van Schiphol is weergegeven in Figuur 2-3.
De coördinaten (Rijksdriehoek) van het hoogste bouwelement zijn gegeven in Tabel 2-1. Hierin zijn ook de afstanden van het projectgebied tot Schiphol (baandrempels 22 en 27) opgenomen.



Figuur 2-3: Locatie van het B@home projectgebied ten opzichte van Schiphol

Tabel 2-1: Coördinaten hoogste toren B@home (Rijksdriehoek) en afstand tot relevante banen Schiphol

Hoekpunt	RD Oost [m]	RD Noord [m]	Afstand tot THR22 [m]	Afstand tot THR27 [m]
1	116905	483990	3603	3429
2	116927	483990	3614	3443
3	116927	483938	3569	3403
4	116905	483938	3558	3389

Uit deze tabel blijkt dat de afstand van het projectgebied tot Schiphol minder dan 4 km bedraagt. Hiermee bevindt het project zich in een gebied waar specifieke hoogtebeperkingen gelden om de veiligheid van het vliegverkeer te waarborgen.
Hierop wordt nader ingegaan in de volgende paragraaf.

2.2 Luchthaven Schiphol en obstakelbescherming

De luchthaven Schiphol beschikt over zes banen, die overeenkomstig de baanrichting worden aangeduid als

- 04/22 (Oostbaan)
- 06/24 (Kaagbaan)
- 09/27 (Buitenveldertbaan)
- 18R/36L (Polderbaan)
- 18C/36C (Zwanenburgbaan)
- 18L/36R (Aalsmeerbaan)

De meest gebruikte banen zijn:

- Als landingsbaan: 06, 18R, 36R, 18C, 36C, 27;
- Als startbaan: 36L, 24, 36C, 18L, 18C, 09.

Deze banen worden vrijwel alleen gebruikt voor vliegtuigen die onder instrumentregels (IFR) opereren.
De aerodrome lay-out is opgenomen in Appendix A in Figuur A1- 1.

Het verkeer dat onder zichtregels (VFR) opereert worden normaliter afgehandeld op baan 04/22.
De verkeerscircuits voor het VFR verkeer zijn weergegeven in Figuur A1- 2.

Voor de studie is verder relevant dat baan 36R niet beschikbaar is als startbaan en baan 18L niet beschikbaar als landingsbaan. Hierdoor wordt het overvliegen van de binnenstad van Amsterdam vermeden. De baandrempel van 18L en het baaneinde van 36R liggen relatief dicht in de buurt van de geplande hoogbouw (circa 4000 meter verwijderd). Omdat deze baan echter niet beschikbaar is voor landingen vanuit het noorden of vertrek naar het noorden volgen er geen hoogtebeperkingen voor de geplande hoogbouw door deze baan.

De hoogtebeperkingen die van toepassing zijn op de luchthaven Schiphol zijn vastgelegd in het *Luchthavenindelingbesluit Schiphol*[1]*(LIB).* Hierbij is een beperkingengebied vastgesteld, waarin zich hoogtebeperkingen voor bebouwing rond Schiphol kunnen voordoen. Deze hoogtebeperkingen hebben tot doel om enerzijds de bevolking rond Schiphol te beschermen (met oog op de geluidsbelasting en externe veiligheid) en anderzijds de veiligheid en continuïteit van de vliegoperaties te waarborgen. Het eerste aspect leidt tot bepaalde zonering waar bebouwing beperkingen ondervindt of waar geen bebouwing mogelijk is. Het tweede aspect leidt tot bepaalde beperkingen tot welke hoogte bebouwing toelaatbaar is. Het huidige rapport richt zich op dit tweede aspect en analyseert de bouwhoogtebeperkingen die volgen uit het LIB.

De bouwhoogtebeperkingen kunnen voortkomen uit de volgende overwegingen:

1. **Definitie van het obstakelvrije luchtruim**, op basis van de obstakelbeperkingsvlakken (OLS). Het obstakelvrije luchtruim is nodig om veilig op zicht te kunnen manoeuvreren rond de luchthaven alvorens te landen, en om ruimte te creëren om instrumentprocedures te kunnen definiëren.
   De vigerende regelgeving komt voort uit:
   - de internationale (ICAO) regelgeving, waaraan Nederland zich heeft gecommitteerd door ondertekening van het verdrag van Chicago. De voorschriften zijn vastgelegd in ICAO Annex 14 [2];

[1] Zie https://wetten.overheid.nl/BWBR0014329/2018-01-01#Bijlage3

- de nationale regelgeving, waarmee de internationale regelgeving is verankerd in de Nederlandse wetgeving. De voorschriften zijn vastgelegd in de Regeling Burgerluchthavens [3];
- de Europese regelgeving in het kader van commissie regeling (EU) 139/2014, waardoor Schiphol gecertificeerd dient te worden overeenkomstig de Europese certificatie specificaties. Deze voorschriften zijn vastgelegd in EASA CS-ADR-DSN [11].

2. **Definitie van de minimum obstakelklaring** en de daarmee samenhangende obstakelhoogte die nodig zijn om instrumentprocedures veilig te kunnen uitvoeren. De voorschriften zijn vastgelegd in de zogenaamde PANS-OPS [12].
3. **Definitie van bouwbeperkingsgebieden** (*Building Restricted Areas*), die nodig zijn om de communicatie, navigatie en radar faciliteiten ongestoord te kunnen laten functioneren. De voorschriften komen voort uit richtlijnen die door ICAO zijn opgesteld (ICAO EUR Doc 015 [14]) en die zijn verankerd in de Nederlandse wetgeving, middels de Regeling Burgerluchthavens.

Voor Schiphol heeft de bovenstaande regelgeving geleid tot een gebied met bouwhoogtebeperkingen[2], die zijn vastgelegd in het LIB, zie Figuur 2-4. De bouwhoogtebeperkingen worden daarin gepresenteerd als toetshoogten. Dit betekent dat een obstakelhoogte op een bepaalde locatie getoetst kan worden om te identificeren of de maximale hoogte al dan niet overschreden wordt. Indien de toetshoogte niet overschreden wordt zal de bouwhoogte zonder meer vergund worden. Indien de bouwhoogte wel overschreden wordt dan zal een vergunning alleen verleend worden onder voorwaarde van een Ministeriële vrijstelling. Deze vrijstelling kan alleen verleend worden op basis van een nadere studie van de gevolgen van de doorsnijding.
Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden tussen de diverse beschermingsvlakken.
Sommige van deze vlakken vormen harde grenzen, zoals enkele van de obstakelbeschermingsvlakken (bijv. het naderingsvlak), of beschermingsgebieden van de instrumentprocedures. Andere vlakken vormen zachte grenzen, zoals enkele obstakelbeschermingsvlakken (bijv. het horizontale binnenvlak) of de bouwbeperkingsgebieden.
Hierop wordt nader ingegaan in de volgende paragraaf.

De toetsgebieden, zoals weergegeven in Figuur 2-4 zijn door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat geïmplementeerd in een web-applicatie (https://www.lib-schiphol.nl/app/applicatie#nl), waarmee voor een gegeven locatie eenvoudig is vast te stellen welke toetsvlakken mogelijk tot bouwhoogtebeperkingen kunnen leiden.

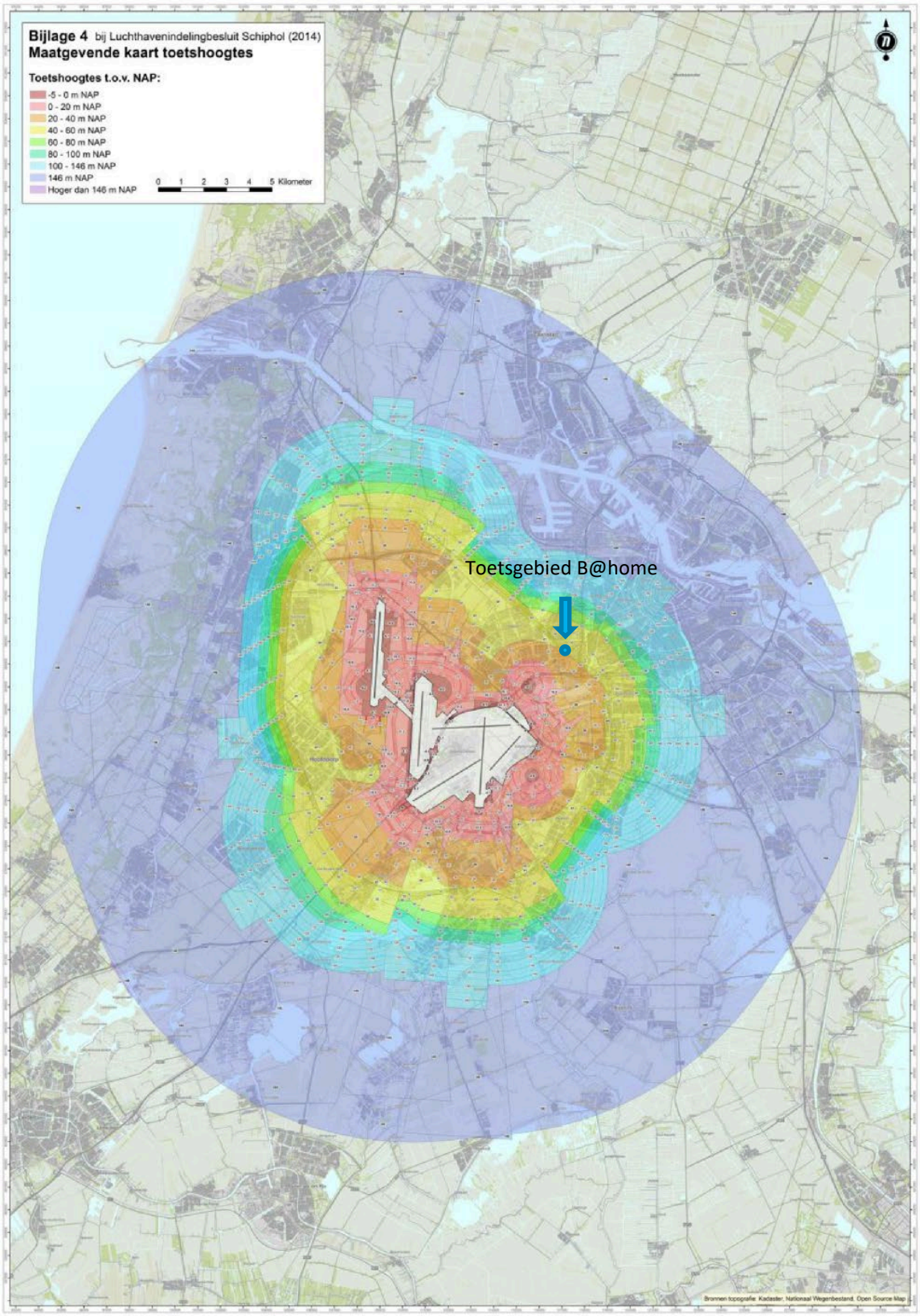
Met deze web-applicatie zijn de doorsnijdingen van de toetsvlakken door de geplande B@home hoogbouw geïdentificeerd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 2-2. Hierin is ook het type doorsnijding opgenomen. Dit is als volgt gedefinieerd, in overeenstemming met de eerder gepresenteerde lijst:

1. Type 1: doorsnijding van een obstakelbeschermingsvlak (OLS)
2. Type 2: interferentie met de PANS-OPS minimum obstakelklaring
3. Type 3: doorsnijding van een bouwbeperkingsgebied

Uit deze tabel blijkt dat het merendeel van de doorsnijdingen van het Type 3 zijn. Dit betekent dat mogelijk het functioneren van de betreffende communicatie (ID2), navigatie (ID3,4 en 5) en radar (ID6) mogelijk verstoord wordt door de hoogbouw. Type 3 vlakken zijn echter geen harde beperkingen, zoals aangegeven in ICAO EUR Doc 015 [14]. Bij een doorsnijding zal een specialistische analyse uitgevoerd moeten worden om de feitelijke verstoring vast te stellen. Deze specialistische analyse wordt, op verzoek, uitgevoerd door experts van de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL). Dit valt buiten de scope van het huidige onderzoek. Ervaring leert echter dat de type 3 vlakken

[2] Afgezien van de radar verstoringsgebieden

tamelijk conservatief zijn. Gezien de bebouwde omgeving, met reeds bestaande hoogbouw, waarin het projectgebied B@home is gelegen, is het niet aannemelijk dat het gebouw tot ernstige verstoringen zou kunnen leiden. Dit dient echter wel door LVNL geverifieerd te worden.



Figuur 2-4: Gebied met bouwhoogtebeperkingen rond Schiphol [bron: LIB, ref.11

Tabel 2-2: Doorsnijdingen van toetshoogtevlakken door B@home hoogbouw (76,5 m max. projecthoogte)

ID	Toetsvlak	Hoogte toetsvlak	Max. Verticale doorsnijding	Type
1	OIS-turning departure 04	26 m NAP	50,5 m	2
2	Zendstation Riekerpolder	28 – 29 m NAP	48,5 m	3
3	DME 27-BVB	33 – 34 m NAP	43,5 m	3
4	DME 22-SCH	36 – 37 m NAP	40,5 m	3
5	ILS 22	36 – 37 m NAP	40,5 m	3
6	Radar TAR 1	38 m NAP	38,5 m	3
7	Inner Horizontal	41 m NAP	35,5 m	1
8	OIS-turning departure 06	67 – 70 m NAP	9,5 m	2
9	OIS-turning departure 09	67 – 69 m NAP	9,5 m	2

Naast de Type 3 doorsnijdingen zijn er drie Type 2 doorsnijdingen, waarbij vooral de beperking door de turning departure 04 (ID1) maatgevend is. Hoewel Type 2 doorsnijdingen in principe een harde begrenzing vormen, wordt in paragraaf 3.4.2.1 een nadere analyse uitgevoerd om te verifiëren of de beperking op juiste gronden is vastgesteld. Hierbij dient nog te worden opgemerkt dat de web-applicatie, slechts een klein gedeelte van de toepasselijke instrument procedures toetst. In Hoofdstuk 3 wordt een volledige toets uitgevoerd voor alle relevante instrument procedures, zodat een volledig overzicht wordt verkregen van alle mogelijke Type 2 begrenzingen.

De tabel identificeert slechts één Type 1 doorsnijding, ten gevolge van de doorsnijding van het horizontale binnenvlak (ID7). Dit vlak vervult een belangrijke veiligheidsfunctie en kan daarom niet zonder meer doorsneden worden. In de volgende paragraaf wordt de betreffende regelgeving in deze nader toegelicht.

2.3 Obstakels en regelgeving

De luchthaven Schiphol is een commerciële luchthaven die uitsluitend kan opereren onder de beschikking van een geldig luchthavencertificaat. De eisen hiertoe zijn geformuleerd in Annex 14, deel I bij het Verdrag van Chicago in zake de internationale burgerluchtvaart. Deze eisen zijn verankerd in de Nederlandse regelgeving door middel van de *Regeling Burgerluchthavens.* Boven deze internationale en nationale regelgeving heeft de Europese Commissie in 2014, middels de commissie regeling (EU) 139/2014 (ref. 9), de Europese regels vastgelegd met betrekking tot de eisen en procedures voor luchthavens. Volgens deze regeling moeten alle luchthavens binnen de EU, met een verharde instrumentbaan langer dan 800 meter, voldoen aan deze specificaties. De luchthaven Schiphol voldoet aan deze voorwaarden en valt daarmee onder de Europese regeling voor luchthavencertificatie. Vanaf 1 januari 2018 geldt dat de luchthaven moet beschikken over een luchthavencertificaat dat voldoet aan de EU regelgeving.
In het kader van de huidige studie is het van belang enkele elementen van deze Europese regelgeving nader te beschouwen.
Het betreft dan vooral de voorschriften met betrekking tot het beschermen van het luchtruim tegen obstakels die rond de luchthaven zijn opgesteld of opgesteld kunnen worden.

In de zogenaamde Certificatie Specificatie CS ADR-DSN.J.480 (ref. 11) worden de hindernisbeperkende vlakken gedefinieerd die van toepassing zijn op een landingsbaan voor CAT I precisienaderingen.
Van belang is hier vooral het zogenaamde horizontaal binnenvlak (Inner Horizontal Surface – IHS). Dit vlak wordt nader beschreven in CS ADR-DSN.H.420. Het betreft een horizontaal vlak met een convexe contour bestaande uit cirkelvormige segmenten, met hun oorsprong op het snijpunt van de baan middenlijn en het eind van de strip, die tangentieel verbonden zijn met rechte lijnen, parallel aan de baan. De hoogte van het vlak is 45 meter boven de

elevatie van de luchthaven (voor Schiphol is dit circa 41 meter boven NAP). De straal van de cirkelbogen bedraagt voor de gegeven baankarakteristiek 4000 meter.

CS ADR-DSN.J.480 Precision approach runways

(a) The following obstacle limitation surfaces should be established for a precision approach runway Category I:

(1) conical surface;

(2) inner horizontal surface;

(3) approach surface; and

(4) transitional surfaces.

[..]

(g) New objects or extensions of existing objects should not be permitted above the conical surface and the inner horizontal surface except when an object would be shielded by an existing immovable object, or if after a safety assessment , it is determined that the object would not adversely affect the safety or significantly affect the regularity of operations of aeroplanes.

Uit de bovenstaande specificatie volgt dat doorsnijdingen van het horizontaal binnenvlak niet zijn toegestaan, tenzij:

1) het obstakel wordt afgeschermd door een bestaand, niet te verwijderen, object, of
2) uit een veiligheidsanalyse blijkt dat het obstakel de veiligheid niet negatief beïnvloedt of de continuïteit van de vliegoperaties niet significant vermindert.

Beide aspecten zullen nader geanalyseerd worden in deze studie.

Ter ondersteuning hiervan is het goed om de functie van het horizontaal binnenvlak nader te benoemen. De doelstelling van het vlak wordt beschreven in CS ADR-DSN.H.420, als "*the inner horizontal surface is to protect airspace for visual manoeuvring prior to landing*". Dit betekent dat het vlak tot functie heeft om het luchtruim rond de luchthaven te beschermen zodat veilig op zicht gemanoeuvreerd kan worden in de buurt van de luchthaven alvorens te landen. Dit visueel manoeuvreren kan zowel onder zichtvliegregels (VFR) als onder instrumentregels (IFR) plaatsvinden. Een veiligheidsstudie zal dus, bij doorsnijdingen van het horizontaal binnenvlak moeten vaststellen in hoeverre het vlak zijn functie nog kan vervullen.

Hierbij is dus ook van belang of er sprake kan zijn van afscherming. In het begeleidende materiaal dat samenhangt met CS ADR-DSN.J.480 wordt hiertoe verwezen naar de afschermingsprincipes die redelijkerwijs kunnen worden toegepast, zoals verwoord in ICAO Doc 9137 (*Airport Services Manual, Part 6, Control of Obstacles*).
Artikel 2.9.3 van dit document beschrijft dit principe als volgt:

> *The formula for shielding should be based on a horizontal plane projected from the top of each obstacle away from the runway and plane with a negative slope of 10 per cent towards the runway. Any object which is below either of the two planes would be considered shielded.*

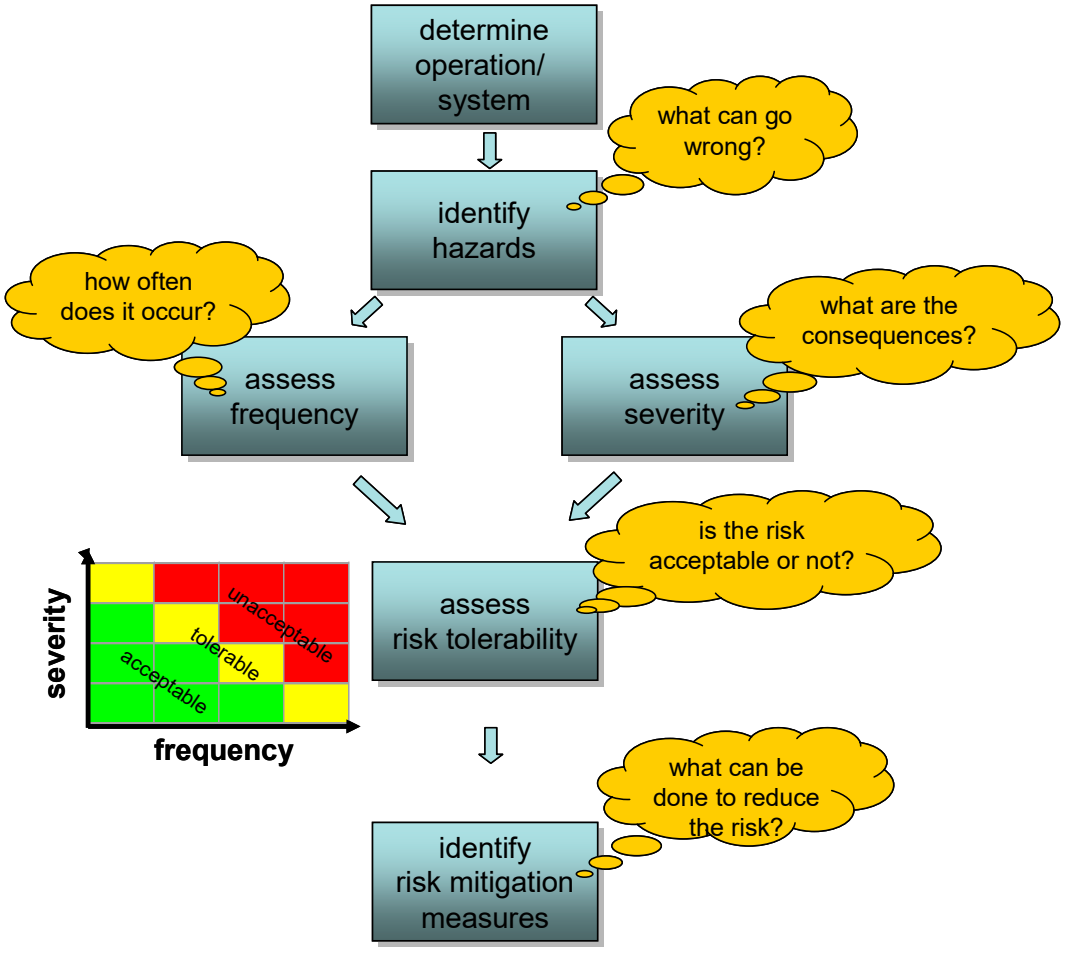
Dit principe zal ook in de huidige studie gehanteerd worden.

3 Veiligheidsstudie

3.1 Methodiek

Voor de uitvoering van een luchtvaartstudie worden door de Nederlandse luchtvaartautoriteit geen richtlijnen gegeven voor de manier waarop een dergelijke studie dient te worden uitgevoerd. Om deze reden wordt ervan uitgegaan dat in Nederland hiervoor de internationale standaard wordt gehanteerd. Deze standaard is gebaseerd op ICAO Annex 19 (Safety Management) [4] en de daarbij gehanteerde richtlijnen zoals opgenomen in ICAO Doc 9859 (Safety Management Manual) [5] en meer specifiek voor luchthavens ICAO Doc 9981 (PANS-Aerodromes) [6].
De beschreven methodiek vereist een beoordeling van veiligheidsrisico's door middel van een inschatting van de waarschijnlijkheid en van de gevolgen van een potentiële "hazard". Een "hazard" wordt hierbij gedefinieerd als "elke omstandigheid of gebeurtenis die zou kunnen leiden tot een schadelijk effect".

Schematisch kan het proces van veiligheidsanalyse worden weergegeven zoals in Figuur 3-1.



Figuur 3-1: Schematisch proces veiligheidsanalyse

Zoals aangegeven hanteert de methodiek een protocol dat uit een aantal stappen bestaat:

1. Het beschrijven van de operatie;
2. Het identificeren van de hazards;
3. Het beoordelen van de kans van voorkomen;
4. Het vaststellen van de gevolgen;
5. Het beoordelen van de toelaatbaarheid;
6. Het verder reduceren van de risico's, voor zover mogelijk en noodzakelijk (ALARP[3] principe).

Bij de beoordeling van de hazards wordt een schatting gemaakt van de ernst en frequentie van voorkomen. Hierbij worden vijf niveaus gehanteerd. De ernst wordt daarbij met een letter (A-E) aangeduid en de frequentie met een cijfer (1-5). Hierbij gelden de volgende algemene definities (in Engels):

Ernst:

A. Catastrophic
B. Hazardous
C. Major
D. Minor
E. Negligible

Frequentie:

1. Extremely improbable
2. Improbable
3. Remote
4. Occasional
5. Frequent

De combinatie van ernst en frequentie levert een zogenaamde risico-index, een combinatie van een cijfer en een letter, die de mate van het risico aangeeft. De aanvaardbaarheid van een risico wordt daarbij bepaald met behulp van een zogenaamd risico matrix.

Bij het uitvoeren van dit proces is het van groot belang om goed te definiëren hoe de ernst en frequentie van de hazards worden beoordeeld. Een veel gebruikte definitie wordt gegeven in het ICAO Safety Management Manual (ICAO Doc 9859), en wordt om die reden ook hier toegepast. De gehanteerde definities zijn opgenomen in Appendix A. De ervaring leert echter dat deze definities zeer algemeen van aard zijn en niet toegespitst op specifieke operaties. Om deze reden hanteert het NLR in aanvulling op deze definities de omschrijvingen die door de Amerikaanse luchtvaartautoriteit FAA worden gehanteerd. Deze aanvullende definities zijn meer specifiek (speciaal gericht op luchthavens) en leiden daarom tot meer consistente resultaten. Deze aanvullende definities zijn vastgelegd in de FAA Order 5200.11 [7], en vormen het nationale beleid in de Verenigde Staten ten aanzien van veiligheidsmanagement voor luchthavens.
De betreffende definities zijn ter referentie ook in Appendix B opgenomen.

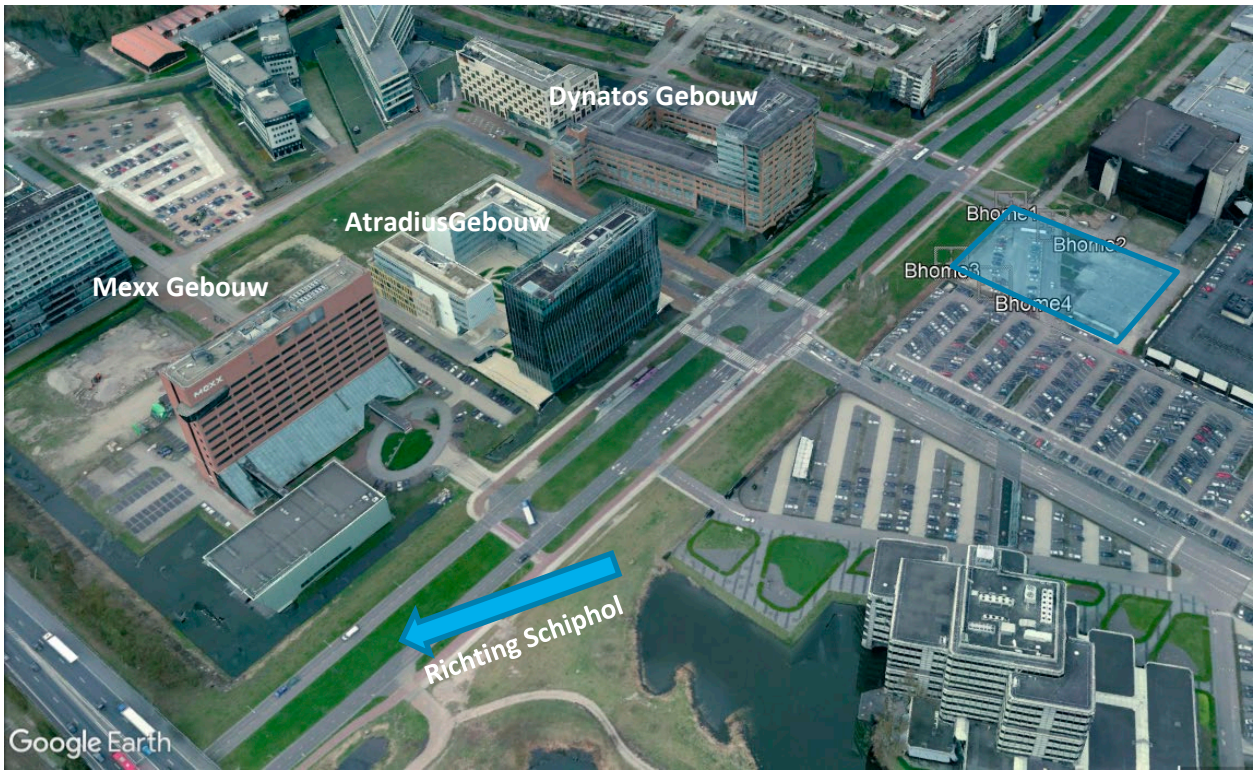
[3] ALARP: As Low As Reasonably Practicable

3.2 Afscherming

In paragraaf 2.3 is aangegeven dat de doorsnijding van het horizontaal binnenvlak toelaatbaar is in het geval dat het object wordt afgeschermd door een ander reeds bestaand object.
Rond het projectgebied staan reeds diverse hoge gebouwen die ook het horizontaal binnenvlak doorsnijden.
Het betreft de volgende gebouwen:

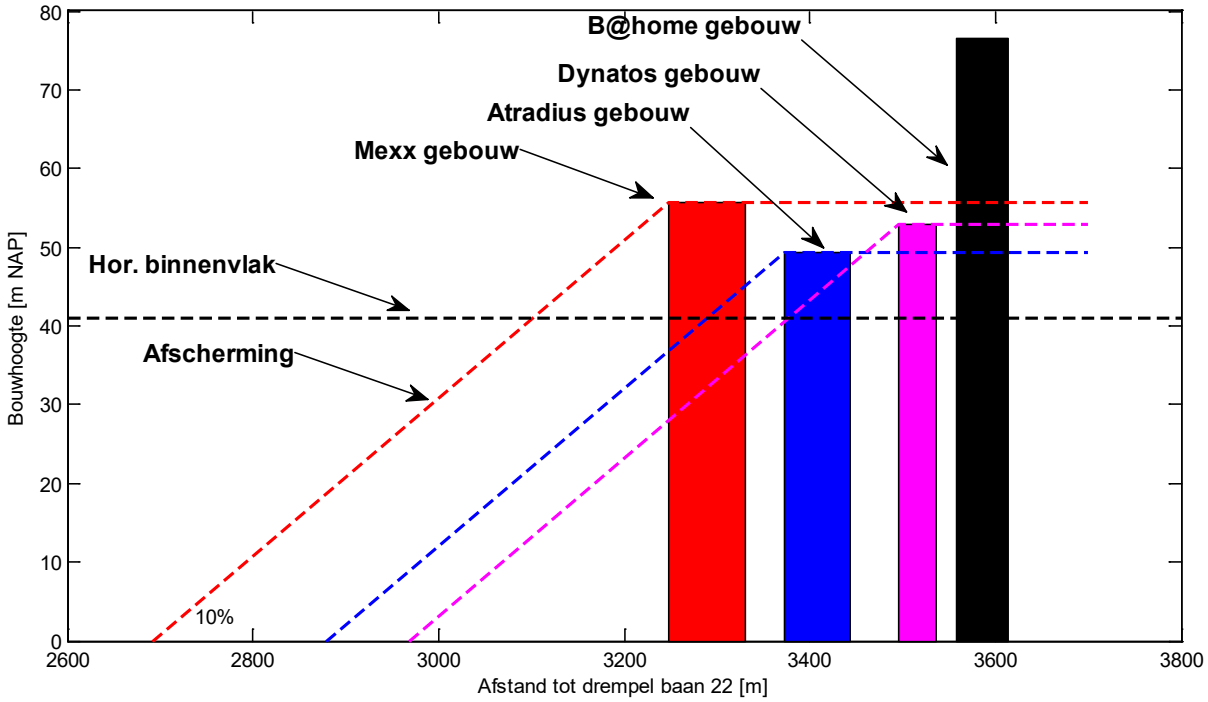
- Het Mexx gebouw: Hoogte 55,6 m NAP;
- Het Atradius gebouw: Hoogte 49,4 m NAP;
- Het Dynatos gebouw: Hoogte 52,85 m NAP.

Een overzicht van de bestaande hoogbouw rond het projectgebied wordt gegeven in Figuur 3-2.



Figuur 3-2: Bestaande hoogbouw rond het projectgebied

Er mag dus worden verondersteld dat voor de omliggende hoogbouw is vastgesteld dat dit de veiligheid van de vliegoperaties niet in gevaar brengt. Dit betekent tevens dat van deze bestaande gebouwen een afschermende werking zou kunnen uitgaan voor het projectgebied. Volgens het principe dat in paragraaf 2.3 is besproken kan de mate van afscherming worden vastgesteld. Dit wordt weergegeven in Figuur 3-3.
Hieruit blijkt dat de bestaande hoogbouw dichter bij Schiphol (en specifiek baan 22) ligt dan het B@home project gebied. Hierdoor bepaalt het hoogste bestaande gebouw de afschermingshoogte. In dit geval is dat het Mexx gebouw, met een hoogte van 55,6 m NAP. Hieruit mag worden geconcludeerd dat de hoogbouw in het B@home projectgebied zonder meer ten minste tot deze hoogte zou kunnen worden uitgevoerd.
Omdat de gewenste projecthoogte 76,5 m NAP bedraagt, is deze hoogte dus hoger dan de maximale afschermingshoogte. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de gevolgen voor de veiligheid van de vliegoperaties op Schiphol die dit met zich mee zou kunnen brengen.



Figuur 3-3: Afscherming ter plaatse van het B@home projectgebied

3.3 Beschrijving van de operatie en hazard identificatie

Bij de beschouwing van de vliegoperaties op Schiphol moet onderscheid gemaakt worden tussen het verkeer dat op instrumenten (IFR) navigeert en dat op zicht (VFR) opereert.

3.3.1 IFR verkeer

Voor het IFR-verkeer zijn instrumentvliegprocedures voorgeschreven. Deze zijn gepubliceerd in het AIP. Voor Schiphol zijn de volgende naderings- en vertrekprocedures gepubliceerd:

- SID vertrekprocedures voor baan 04, 06, 09, 18C, 18L, 22, 24, 27, 36C en 36L
- Non-precisie naderingsprocedures:
  - LOC procedures voor baan 06, 18C, 18R, 22, 27, 36C en 36R
  - LNAV (RNAV GNSS) procedures voor baan 06, 18C, 22, 24 en 36R
  - VOR procedures voor 09, 18R, 24, 27 en 36C
  - Circling procedures
- Precisie naderingsprocedures:
  - ILS procedures voor baan 06, 18C, 18R, 22, 27, 36C en 36R
- Naderingsprocedures met verticale geleiding (APV):
  - LPV en Baro-VNAV procedures voor baan 06, 18C, 22, 24 en 36R

Naast bovenstaande vliegprocedures zijn er in het algemeen nog een aantal andere aspecten die getoetst dienen te worden:

- MVA/FAVA
- MSA
- N-1 noodprocedures

Gezien de locatie en de gewenste hoogte van het beoogde gebouw is echter al op voorhand uit te sluiten dat het gebouw hier een effect op zal hebben. Voor de beoordeling van het risico voor IFR-verkeer is het in dit geval dus voldoende om alleen de naderings- en vertrekprocedures te beschouwen.

3.3.2 VFR verkeer

Zoals eerder aangegeven wordt het VFR verkeer normaliter afgehandeld op baan 04/22. Voor de huidige studie is dit van belang omdat het projectgebied B@home in de buurt van het verlengde van deze baan ligt.
In principe zou een doorsnijding van het horizontale binnenvlak een veiligheidseffect kunnen hebben op vliegverkeer dat op zicht (VFR) manoeuvreert ten opzichte van deze baan. In het meest extreme geval zou een vliegtuig in botsing kunnen komen met de nieuwe doorsnijding ten gevolge van de hoogbouw van het B@home project.
De mogelijke hazard die hierdoor dus zou kunnen ontstaan is het risico van een botsing met het gebouw, voor zover dit gebouw hoger is dan de omliggende bebouwing.
Een ander risico komt voort uit het toenemen van de bebouwingsdichtheid, waardoor er mogelijk minder ruimte is om een noodlanding te maken na een ernstige storing (bijv. motoruitval).
Deze hazards worden in de volgende paragrafen behandeld.

Voor een goed begrip met betrekking tot het mogelijk ontstaan van genoemde hazards is het van belang kennis te hebben van de VFR vliegprocedures, zoals op Schiphol worden gehanteerd.
Het projectgebied bevindt zich in de Schiphol Control Zone (CTR). De Schiphol CTR is gekwalificeerd als luchtruimklasse C. Alle vliegtuigen die van dit luchtruim gebruik maken dienen klaringen te hebben van de luchtverkeersleiding. De verkeersleiding separeert in dit luchtruim het IFR verkeer onderling en het IFR verkeer van het VFR verkeer. Het VFR verkeer is zelf verantwoordelijk voor de onderlinge separatie, maar krijgt wel verkeersinformatie over ander VFR verkeer.
Alle VFR vluchten binnen de CTR moeten een vluchtplan indienen, en toestemming voor de uitvoering moet worden verkregen van de verkeersleiding.
Dit betekent dat alle VFR vluchten op Schiphol onder toezicht staan van de verkeersleiding en alleen volgens een vooraf ingediend plan mogen worden uitgevoerd.
VFR vluchten van en naar Schiphol worden uitgevoerd via de VFR sector zoals aangegeven in Figuur A1- 2. Dit is een sector afgebakend door de vliegrichting 289˚ en 322˚. Hierdoor zullen vliegtuigen altijd min of meer loodrecht op het rugwindbeen (*downwind segment*) aanvliegen. Het manoeuvreren alvorens te landen blijft daardoor beperkt tot een kleine sector ten oosten van baan 04/22.

Lokale vluchten binnen de CTR en en-route VFR vluchten die de CTR kruisen kunnen onder bepaalde voorwaarden door de verkeersleiding worden toegestaan.

3.4 Botsingsrisico

3.4.1 Ernst van een botsing

Wanneer een vliegtuig in botsing komt met de hoogbouw van het B@home project zal dit zeer waarschijnlijk leiden tot een fataal ongeval, waarbij het vliegtuig volledig verloren zal gaan en de inzittenden zullen omkomen. De ernst van deze hazard wordt dus als **"*Catastrophic*"** (Categorie A) gekwalificeerd.

3.4.2 Kans op een botsing

3.4.2.1 IFR verkeer

Instrumentvliegprocedures worden beschermd tegen obstakels door middel van de ontwerpcriteria in PANS-OPS. Criteria in PANS-OPS zijn er op gebaseerd dat de botsingskans met een obstakel kleiner is dan 10^{-7} per beweging. Dit wordt als extreem onwaarschijnlijk (*extremely improbable*) beschouwd. Daarom wordt vanuit veiligheidsperspectief botsingsrisico als acceptabel beschouwd, zolang de procedures voldoen aan deze criteria vanuit PANS-OPS.

Het uitgangspunt voor de beoordeling van het risico voor IFR-verkeer is dan ook dat de huidige procedures met bijbehorende minima en klimgradiënten moeten blijven voldoen aan de PANS-OPS criteria wanneer het B@home-gebouw wordt gerealiseerd.

<u>Vertrekprocedures</u>
In paragraaf 2.2 is al aangegeven dat uit de analyse met het LIB-tool blijkt dat de omni-directionele vertrekprocedure van baan 04 mogelijk een maatgevende beperking voor het project oplevert. In de huidige paragraaf wordt nader ingegaan op alle beperkingen die gerelateerd zijn aan vertrekprocedures.

Uit een analyse van alle vertrekprocedures op Schiphol blijkt dat de vertrekprocedures (*Standard Instrument Departures* - SIDs) van baan 04 maatgevend zijn voor het B@home-gebouw. Voor de SIDs van baan 06 geldt dat de afstand tussen het baaneinde en het B@home-gebouw dusdanig is dat met de standaard klimgradiënt van 3,3% ruim voldoende obstakelklaring zal worden behaald. Voor baan 09 geldt dat de SIDs die over het projectgebied komen (BERGI 2N en IDRID 1N) een minimale hoogte van 500ft hebben bij het inzetten van de linkerbocht richting het B@home-gebouw. Deze hoogte is voldoende voor de vereiste obstakelklaring van 246ft. De SIDs van de overige banen leiden niet (direct) over het projectgebied.

De vertrekprocedures vanaf baan 04 zijn weergegeven in Figuur A1- 3. Er zijn zes mogelijke vertrekroutes:

- VOLLA 1F
- BERGI 1F
- ANDIK 2F
- ARNEM 2F/RENDI 1F
- LOPIK 1F
- KUDAD 1F

Al deze vertrekroutes zijn getoetst op mogelijke interferentie door het B@home-gebouw. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3-1. Naast de gepubliceerde SIDs is ook de omni-directionele vertrekprocedure getoetst. Hoewel deze procedure zelden of nooit gevlogen zal worden bij een vertrek vanaf baan 04, is deze procedure wel opgenomen in het LIB. De door het LIB aangegeven toetshoogte wordt overschreden door het B@home-gebouw. Daarom is de procedure ook in deze toetsing meegenomen.

Wat betreft de omni-directionele vertrekprocedure dient het volgende te worden opgemerkt:

- Het LIB geeft ter plaatse van het B@home-gebouw een toetshoogte van 26m NAP (zie Tabel 2-2). Dat is veel lager dan de 40,8m die uit deze toetsing volgt. De verklaring hiervoor is het feit dat in het LIB een minimum obstakelklaring (MOC) van 295ft (90m) is toegepast. Deze waarde is inmiddels verlaagd in PANS-OPS naar 246ft (75m).
- De meest kritische omni-directionele vertrekprocedure veronderstelt dat op een laagst mogelijke hoogte (een *Turn Height* – TNH – van 394ft) een bocht wordt ingezet. Dat is echter nu al niet mogelijk vanwege bestaande bebouwing in de *turn initiation area*. Maatgevend is het Mexx-gebouw met een hoogte van 55,6m NAP (182ft). Met een MOC van 246ft is de minimale hoogte waarop een bocht (Turn Altitude - TNA) kan worden ingezet 428ft NAP. Naar boven afgerond leidt dit tot een *turn at an altitude* van 500 voet, overeenkomstig de TNA van de gepubliceerde SIDs. Als voor de omni-directionele vertrekprocedure een minimale TNA van 500ft wordt toegepast dan geldt ook dezelfde maximale hoogte (77,4m NAP) en vervalt dus de hoogtebeperking voor het B@home-gebouw (met een gewenste hoogte van 76,5m NAP).

Met betrekking tot de gepubliceerde SIDs wordt vastgesteld dat drie SIDs (namelijk ARNEM 2F/RENDI 1F, LOPIK 1F en KUDAD 1F) zijn gebaseerd op het maken van een bocht na het bereiken van een minimale hoogte van 500ft NAP (*turn at an altitude*) en drie SIDs (ANDIK 2F, BERGI 1F en VOLLA 1F) die zijn gebaseerd op het maken van een bocht gedefinieerd door een vast punt (*turn at a fix*). De eerste drie geven geen beperking in het B@home projectgebied, de laatste drie wel.

Het is hierbij verder van belang vast te stellen dat de obstakelklaring ten opzichte van het Mexx-gebouw voor de SIDs met een *turn at a fix* (ANDIK 2F, BERGI 1F en VOLLA 1F) niet voldoet aan de criteria van PANS-OPS. Het Mexx-gebouw bevindt zich, net als het B@home-gebouw in de *turn area* van deze procedures. De vereiste obstakelklaring (MOC) is hier 246ft. Gegeven de afstand tussen het baaneinde van 04 (DER) en het Mexx-gebouw is een klimgradiënt (PDG) van 4,2% vereist om aan de minimum obstakelklaring te kunnen voldoen. De huidige minimale klimgradiënten (3,3% voor BERGI 1F en VOLLA 1F; 4,0% voor ANDIK 2F) zijn dus niet voldoende. Dit betekent dat deze SIDs zoals ze momenteel gepubliceerd zijn in het AIP (AD 2 EHAM-SID-04 van 06 december 2018) niet voldoen aan de minimale klaringseisen.

Een mogelijk risico van het B@home-project voor het vliegverkeer kan dus niet alleen aan dit project worden toegeschreven, maar wordt nu reeds veroorzaakt door de bestaande bebouwing. Het uitgangspunt is dat het B@home-gebouw geen extra risico mag vormen en dat voldaan wordt aan de geldende minimum obstakelklaring. Om de risico's te beheersen zullen, vanwege de bestaande bebouwing de volgende maatregelen genomen moeten worden:

- De laagste *turn height* voor een omni-directionele vertrekprocedure van baan 04 zal verhoogd moeten worden naar 500ft. Hierdoor zal de maximale hoogte in het B@home projectgebied 77,4m bedragen en levert deze procedure dus geen beperking meer op voor gewenste hoogte van het B@home-gebouw (76,5m NAP).
- De minimum klimgradiënten (PDGs) van de vertrekprocedures BERGI 1F, VOLLA 1F en ANDIK 2F moeten verhoogd worden tot 4,2%. Hiermee zal de maximale hoogte in het B@home-projectgebied 71,3m bedragen. Dit levert dan nog steeds een hoogtebeperking op maar veel minder zwaar.

Tabel 3-1: Hoogtebeperkingen voor vertrekprocedures van baan 04

Procedure	Beschermingsgebied	Criteria	Hoogtebeperking (t.o.v. NAP)
Omni-directioneel (PDG: 3,3%; minimum TNH: 394ft; geen Area 2)	Turn initiation area (Area 1)	OIS = H_{DER} + 16ft + d_r*2,5% = 282ft (85,9m) Max. obstacle elevation = H_{DER} + TNH – MOC = 134ft (40,8m)	40,8m*
	Turn area (Area 3)	OIS = H_{DER} + 246ft = 232ft (70,7m) Max. obstacle elevation = TNA + d_o PDG – MOC = 134ft (40,8)	
SIDs ARNEM 2F, KUDAD 1F, LOPIK 1F en RENDI 1F (PDG 4,0%; turn at an altitude; TNA 500ft)	Turn initiation area	OIS = H_{DER} + 16ft + d_r*3,2% = 360ft (109,7m) Max. obstacle elevation = TNA – MOC = 254ft (77,4m)	n.v.t.
SIDs BERGI 1F en VOLLA 1F (PDG 3,3%; turn at a fix)	Turn area	Max. obstacle elevation = H_{DER} + 16ft + PDG(d_r + d_o) – MOC = 130ft (39,6m)	39,6m**
SID ANDIK 2F (PDG 4,0%; turn at a fix)	Turn area	Max. obstacle elevation = H_{DER} + 16ft + PDG(d_r + d_o) – MOC = 210ft (64,0m)	64,0m**

** Beperking vervalt als de minimale turn altitude (TNA) wordt verhoogd naar 500ft vanwege bestaande bebouwing*

*** Beperking wordt 71,3m als de klimgradiënt (PDG) wordt verhoogd naar 4,2% vanwege bestaande bebouwing*

Instrumentnaderingsprocedures

Voor de toetsing van de naderingsprocedures worden de volgende procedures onderscheiden:

- non-precisie naderingen (LOC, LNAV, VOR en circling);
- ILS-naderingen;
- APV-naderingen (LPV en Baro-VNAV).

Voor de non-precisie naderingen is eerst gekeken of de huidige minima (OCA/H), zoals gepubliceerd in het AIP, voldoende obstakelklaring bieden ten opzichte van het B@home-gebouw wanneer dat gerealiseerd zou worden met de gewenste hoogte van 76,5m NAP. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van de maximaal denkbare MOC (246ft voor straight-in approaches en 295ft/394ft voor circling procedures). Hieruit volgen zeven non-precisie naderingsprocedures op Schiphol die mogelijk gehinderd kunnen worden door het beoogde gebouw. Voor deze procedures is nader bekeken of en in welk beschermingsgebied het B@home-gebouw zich zou bevinden en welke specifieke MOC daar van toepassing is. Hieruit volgt dan de maximaal toelaatbare hoogte. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Hoogtebeperkingen voor non-precisie naderingsprocedures

Procedure	Beschermingsgebied	Criteria	Hoogtebeperking (t.o.v. NAP)
RWY 06 LOC	Final Missed Approach, primary area	MOC = 164ft, Max. obstacle elevation = OCA + d_z tanZ – MOC = 781ft (238m)	n.v.t.
RWY 06 RNP (LNAV)	Final Missed Approach, primary area	MOC = 164ft, Max. obstacle elevation = OCA + d_z tanZ – MOC = 785ft (239m)	n.v.t.
RWY 27 LOC	Buiten beschermingsgebieden	n.v.t.	n.v.t.
RWY 36C LOC	Buiten beschermingsgebieden	n.v.t.	n.v.t.
RWY 36C VOR	Buiten beschermingsgebieden	n.v.t.	n.v.t.
RWY 36R LOC	Buiten beschermingsgebieden	n.v.t.	n.v.t.
RWY 36R RNP (LNAV)	Final Missed Approach, secondary area	MOC = 30ft, Max. obstacle elevation = OCA + d_z tanZ – MOC = 735ft (224m)	n.v.t.

De ILS-naderingen zijn getoetst op basis van de Obstacle Assessment Surfaces (OAS). Het B@home-gebouw zal geen enkel OAS-vlak doorsnijden. Dat betekent dat het gebouw geen impact zal hebben op de minima (OCA/H) van de ILS-procedures. Wel dient rekening gehouden te worden met de *turn altitude* (TNA) voor de *missed approach* van baan 22. Hier wordt namelijk al op 400ft een linkerbocht ingezet (*as soon as practicable*) om interferentie met verkeer van/naar baan 18C en 18R te voorkomen. De beoogde locatie voor het B@home-gebouw ligt in de *turn initiation area*, op de grens van het X- en Y-vlak van de OAS. Voor het gedeelte van het projectgebied dat zich onder het Y-vlak bevindt geldt geen hoogtebeperking omdat obstakels onder dit vlak aan de buitenkant van de bocht (*outer side of the turn*) niet beschouwd hoeven te worden. De consequenties voor het gedeelte onder het X-vlak zijn gegeven in Tabel 3-3. Alleen het lage gedeelte van de bebouwing (met een hoogte van 57,5m NAP) ligt binnen het X-vlak. De beoogde hoogte van 57,5m NAP is dus toelaatbaar. Voor de ILS-procedure van baan 22 voor helikopters geldt dat het projectgebied in zijn geheel onder het Y-vlak ligt en dus niet beschouwd hoeft te worden bij de beoordeling van de *turn altitude* voor de *missed approach*.

Tabel 3-3: Hoogtebeperkingen voor ILS-naderingsprocedures

Procedure	Beschermingsgebied	Criteria	Hoogtebeperking (t.o.v. NAP)
RWY 22 ILS	Missed Approach Turn Initiation Area	Max. obstacle elevation = TNA – 164ft = 236ft (71,9m)	71,9m*

** Beperking geldt alleen voor de laagbouw in het B@home projectgebied (met een gewenste hoogte van 57,5m NAP)*

Ook de APV-naderingen (LPV en Baro-VNAV) zijn getoetst op basis van de OAS. Het B@home-gebouw zal het Final Approach Surface (FAS) van de Baro-VNAV (LNAV/VNAV) naderingsprocedure van baan 22 doorsnijden. Zoals aangegeven in Tabel 3-4 zal het gebouw echter geen impact hebben op de minima (OCA/H) van deze procedure omdat de huidige minima al relatief hoog zijn (503ft/517ft). Voor de overige APV-procedures geldt dat het B@home-gebouw onder de OAS blijft.

Tabel 3-4: Hoogtebeperkingen voor APV-naderingsprocedures

Procedure	Beschermingsgebied	Criteria	Hoogtebeperking (t.o.v. NAP)
RWY 22 RNP (LNAV/VNAV)	FAS, primary area	FAS = 101ft Max. obstacle elevation = OCA - HL = 342ft (104,2m)	n.v.t.

Conclusie

Op basis van de toetsing van alle toepasselijke instrumentprocedures voor Schiphol Airport, zowel voor vertrek als nadering, wordt geconcludeerd dat de maximale hoogte in het B@home projectgebied 71,3m NAP bedraagt. Maatgevend hierbij zijn de vertrekprocedures BERGI 1F, VOLLA 1F, ANDIK 2F en de omni-directionele departure van baan 22, waarbij rekening wordt gehouden met de beperkingen die volgen uit de bestaande bebouwing in de buurt van het projectgebied.

Wanneer aan de genoemde hoogtebeperking wordt voldaan, is de kans op een botsing ***Extremely Improbable*** (categorie 1).

3.4.2.2 VFR verkeer

Om de kans dat een vliegtuig, dat op zicht (VFR) opereert, met het nieuwe obstakel zal botsen te kunnen schatten moeten een aantal zaken in overweging genomen worden:

1. Hoe groot is de kans dat zich tegelijk een laterale en verticale afwijking van de laterale route zal voordoen, zodat de klaringsmarge ten opzichte van het obstakel kleiner of gelijk aan nul is;
2. Hoe groot is de mate van blootstelling aan het risico, of met andere woorden hoeveel bewegingen vinden plaats waarbij het risico zich voordoet.

Om deze zaken te adresseren moet onderscheid gemaakt worden tussen de verschillende typen VFR verkeer op Schiphol, te weten:

- Helikopter verkeer (vooral de politie helikopters);
- Militair verkeer (kustwacht, Dornier 228);
- Algemeen klein verkeer.

Het totaal aantal VFR bewegingen dat op Schiphol jaarlijks wordt uitgevoerd is niet exact bekend. Op basis van beschikbare gegevens bij het NLR kan hier echter wel een redelijke schatting van gemaakt worden.
Het totaal VFR bewegingen op Schiphol wordt geschat op circa 5000 jaarlijks.
Hiervan wordt circa 70% gemaakt door helikopters, 13% door de kustwacht en 17% door ander klein algemeen VFR verkeer.

Helikopter verkeer

De helikopters maken in principe gebruik van de helispot op baan 22 (op de intersectie mat taxibaan G2). Voor de helikopter operaties is geen horizontaal binnenvlak van toepassing. Om deze reden leiden de helikopter operaties niet tot obstakelbeperkingen in het projectgebied. Een botsing van een helikopter met de hoogbouw in het projectgebied is daarom geen geloofwaardig scenario, en wordt derhalve als verwaarloosbaar beschouwd.

Militair verkeer

De militaire operaties betreffen de operaties met de Do228 van de Kustwacht. Deze zullen voornamelijk van baan 04/22 opereren. Door de specifieke operaties met Do228 zal bij vertrek van baan 04 meestal niet via de VFR-sector vertrokken worden, maar zal –indien de verkeersleiding dit toelaat– een linkerbocht gemaakt worden om de kortste route richting zee te vliegen. Hierbij is het van belang op te merken dat het niet onder de functie van het horizontale binnenvlak valt om vertrekkende vliegtuigen te beschermen. Het vertrek is een operatie die uitgevoerd wordt op basis van de geldende regels voor het vliegen op zicht, en vereist boven dichtbevolkte zones van de stad een hoogte van 1000 voet boven het hoogste obstakel, binnen een straal van 600 meter. De kans dat het vliegtuig in de buurt van het projectgebied komt en tegelijkertijd de volledige klaringsmarge zou verliezen wordt als extreem onwaarschijnlijk beoordeeld.

Bij naderingen van toestellen van de Kustwacht op baan 22 zullen zij veelal een straight-in nadering maken ondersteund door de ILS op baan 22. Hierbij bestaat er geen risico voor botsing met de bebouwing in het projectgebied, omdat dit zich buiten het naderingsvlak van baan 22 bevindt.

Mogelijk kunnen vliegtuigen van de Kustwacht ook gebruik maken van het VFR-circuit, waarbij zij zich zullen moeten houden aan het naderen via de VFR-sector. Hierbij is een botsing met bebouwing in het projectgebied uitgesloten.

Op basis van het bovenstaande overwegingen wordt de botsingskans voor het militair verkeer beoordeeld als ***Extremely Improbable*** (categorie 1).

Klein algemeen VFR verkeer

Onder klein algemeen VFR verkeer worden de operaties met kleine, recreatieve, vliegtuigen verstaan. Dit zijn bijvoorbeeld de Diamond DA40 van de Vliegclub Schiphol of kleine vliegtuigen zoals de Cessna 172, die door bezoekers van Schiphol gebruikt kunnen worden. Dit zijn toestellen die voldoende hebben aan een referentiebaanlengte van minder dan 800 meter. Dit betekent dat zij voldoende bescherming hebben van de obstakelvlakken die bij een zogenaamde code 1 baan behoren.

Het horizontaal binnenvlak van een code 1 baan strekt zich uit tot 2000 meter van het baaneinde. Het daaraan grenzende kegelvormige vlak (*conical surface*) strekt zich uit tot 2700 meter van het baaneinde. Het projectgebied is verder verwijderd van het baaneinde van baan 22 dan 2700 meter en wordt daarom niet beperkt door deze gebieden.

De *Regeling Burgerluchthavens* specificeert in aanvulling op obstakelbeschermingsvlakken, die voortkomen uit de internationale regelgeving, nog een aanvullend beschermingsvlak; namelijk het horizontaal buitenvlak (*outer horizontal surface*). Dit vlakt strekt zich (voor een code 1 baan) uit tot 5100 meter van het baaneinde. Het projectgebied ligt daardoor binnen de contour van dit vlak. Dit vlak laat obstakels toe tot een hoogte van 100 meter boven vliegveldhoogte (in dit geval dus 96m NAP). Dit vormt dus geen beperking voor het B@home projectgebied.

In aanvulling op bovenstaande moet nog worden opgemerkt dat de kans op een botsing nog verder afneemt, omdat het VFR-circuit zich ten oosten van baan 22 bevindt en het aanvliegen naar het circuit moet plaatsvinden in de sector 289˚ - 322˚. Omdat het B@home projectgebied zich aan de westzijde van baan 22 ligt is het vrijwel onmogelijk dat een klein VFR vliegtuig over het projectgebied zal vliegen tijdens het manoeuvreren voor de landing.

Op basis van het bovenstaande overwegingen is de botsingskans voor het klein algemeen verkeer ***Extremely Improbable*** (categorie 1).

3.4.2.3 Niet-nominale en blunder scenario's

In de vorige paragrafen zijn de vliegprocedures beoordeeld op basis van de veronderstelling dat vliegtuigen zich houden aan de voorschriften en er zich geen grote storingen of mankementen aan het vliegtuig voordoen. De bescherming door de PANS-OPS criteria en de obstakelvlakken is hierop gebaseerd. Desondanks is het van belang om de nieuwe hoogbouw ook in ogenschouw te nemen met het oog op de impact op de veiligheid bij niet-nominale en

blunder scenario's. Een probleem hierbij is dat dergelijke scenario's niet goed in standaard scenario's zijn te omschrijven, vanwege de veelheid van bijzondere situaties die zich kunnen voordoen.
Desondanks kan aan een aantal gangbare situaties worden gedacht, zoals hieronder aangegeven:

- Motorstoring na de start;
- Problemen met de besturing en prestaties na de start, die een snelle terugkeer naar de luchthaven vereisen.

Bij de motorstoring na de start moet onderscheid gemaakt worden tussen één- en meermotorige vliegtuigen.
Bij meermotorige vliegtuigen is het vereist dat voor iedere start een analyse gemaakt moet worden van de effecten van een motorstoring op een kritiek moment tijdens de start. Er mag alleen vertrokken worden als is vastgesteld dat de prestaties met uitval van één motor (N-1) voldoende zijn om obstakels te verklaren. Hiertoe wordt een zogenaamde Aerodrome Obstacle Chart Type A gepubliceerd in het AIP (zie AIP AD 2.EHAM-AOC-04-22 voor baan 04/22). Hiermee worden alle obstakels in het *take-off flight path area (TOFPA)* in kaart gebracht, zodat hiermee bij de N-1 prestatieberekeningen rekening gehouden kan worden. Het B@ home projectgebied ligt buiten het TOFPA voor baan 04. Daarmee heeft het geen effect op de veiligheid bij een motorstoring van een meermotorig vliegtuig.

Bij eenmotorige vliegtuigen zal een motorstoring, die niet opgelost kan worden, per definitie leiden tot een noodlanding. VFR-vliegers worden erop getraind om altijd een mogelijkheid te hebben om in een dergelijk geval het vliegtuig aan de grond te zetten zonder onnodig gevaar voor personen en eigendommen op de grond. Indien zich zoiets zou voordoen bij vertrek van baan 04 is het waarschijnlijk dat een locatie gevonden wordt in het verlengde van de baan of ten oosten van de baan. Het is buitengewoon onwaarschijnlijk dat een vlieger in de richting van het bebouwde gebied in Amsterdam zal sturen. Om die reden zal de nieuwe bebouwing geen rol spelen bij de mogelijkheid om een geschikte landingsplaats te vinden.

Naast motorproblemen kunnen zich ook problemen met de besturing of prestaties voordoen. Veelal wordt dit dan veroorzaakt door externe oorzaken, zoals een vogelaanvaring. Er kunnen zich vele mogelijke scenario's voordoen. Als het toestel volledig onbestuurbaar wordt zal het op een willekeurige plek neerstorten. De mate en hoogte van bebouwing doet dan niet meer ter zake. Veelal is het vliegtuig echter met beperkte prestaties nog wel enigszins bestuurbaar. In dat geval zal de vlieger zo snel mogelijk proberen terug te keren naar het vliegveld. Als dit zich voordoet bij vertrek van baan 04 mag verwacht worden dat de vlieger een rechter bocht zal inzetten, om zich van bebouwing te verwijderen, en een zo kort mogelijk circuit te vliegen om ofwel te landen op baan 04, of (minder waarschijnlijk) direct naar baan 27. In beide gevallen zal het toestel niet in de buurt van het B@home projectgebied komen.
Op basis van het bovenstaande overwegingen is de botsingskans voor het VFR verkeer bij motoruitval of besturingsproblemen ***Extremely Improbable*** (categorie 1).

3.5 Risicoclassificatie

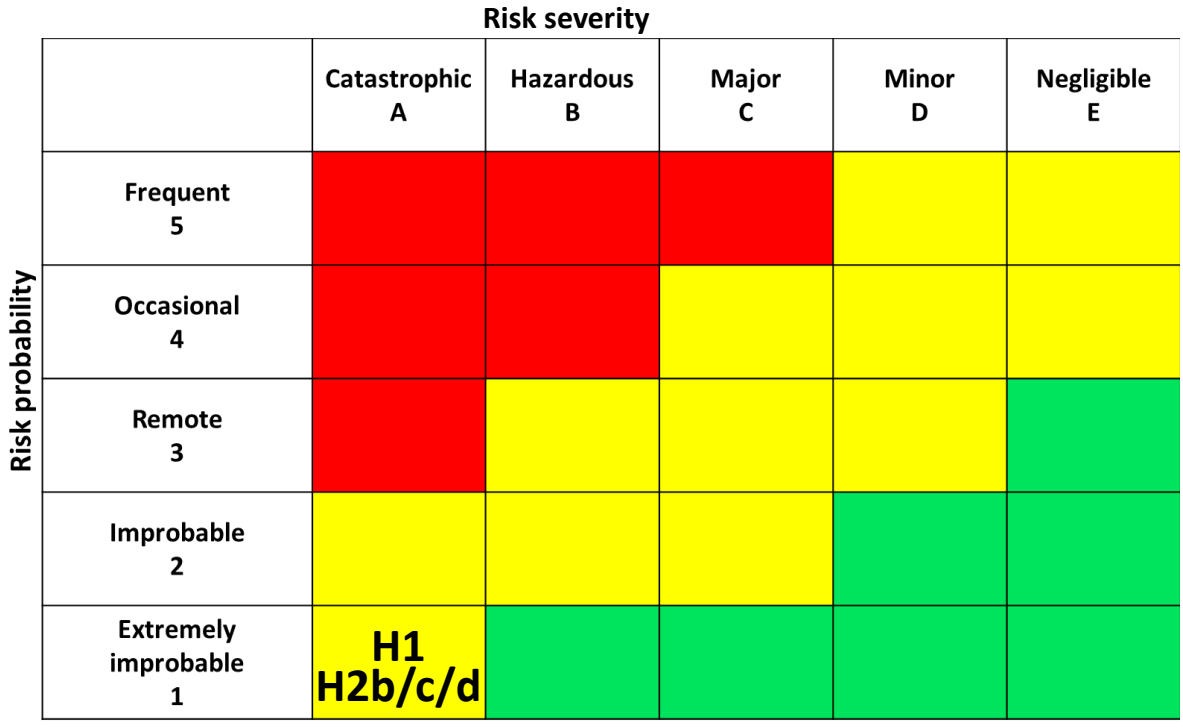
De classificatie van de risico's die samenhangen met de geïdentificeerde hazards vindt plaats aan de hand van de risico-matrix, zoals gedefinieerd in het ICAO Safety Manual (ICAO Doc 9859), zie paragraaf 3.1. Deze matrix is weergegeven in Figuur 3-4. De classificatie van de risico's is overeenkomstig de classificatie van de ernst en frequentie van de geïdentificeerde hazards, zoals bepaald in de vorige paragrafen. De betreffende risico's zijn in de matrix weergegeven.

Hierin zijn de risico's als volgt aangeduid en geclassificeerd:

- H1 – Risico dat IFR verkeer in botsing komt met de hoogbouw van het B@home project;
    - Ernst: ***Catastrophic (A)***
    - Frequentie: ***Extremely Improbable (1)***
    - Risico index: **1A**

  De risicobeoordeling is gebaseerd op het waarborgen van de criteria van PANS-OPS. De maximale hoogte in het B@home projectgebied die hiermee samenhangt is 71,3m NAP.
- H2 – Risico dat VFR verkeer in botsing komt met de hoogbouw van het B@home project;
    - H2a – Helikopters; geen geloofwaardig risico;
    - H2b – Militair Verkeer (Kustwacht);
        - Ernst: ***Catastrophic (A)***
        - Frequentie: ***Extremely Improbable (1)***
        - Risico index: **1A**
    - H2c – Klein VFR verkeer;
        - Ernst: ***Catastrophic (A)***
        - Frequentie: ***Extremely Improbable (1)***
        - Risico index: **1A**
    - H2d – Niet-nominaal en blunder scenario's
        - Ernst: ***Catastrophic (A)***
        - Frequentie: ***Extremely Improbable (1)***
        - Risico index: **1A**

  De risico beoordeling is gebaseerd op het waarborgen van de criteria, voortkomende uit de regels voor het vliegen op zicht en de geldende obstakelbeperkingsvlakken, met de daarmee samenhangende richtlijnen . De maximale hoogte in het B@home projectgebied, die hiermee samenhangt is, 96m NAP.



Figuur 3-4: Risico Matrix

De kleurcodering van de risico matrix moet als volgt worden opgevat:

- Rood: Hoog risico. Dit vertegenwoordigt onacceptabel risico.
- Geel: Medium risico. Dit risico is in principe toelaatbaar, maar maatregelen tot verdere mitigatie moeten onderzocht worden. Indien haalbaar en kosteneffectief moeten deze maatregelen worden ingevoerd. Dit kan onderdeel zijn van een management beslissing.
- Groen: Laag risico. Dit risico kan zonder verdere maatregelen worden geaccepteerd.

Uit de risicomatrix blijkt dat het botsingsrisico bevindt zich in het gele gebied, om reden van het feit dat risico's met een mogelijk fatale afloop zich nooit in het groene gebied kunnen bevinden, ongeacht de kans op voorkomen. Dit signaleert dat dergelijke risico's altijd gemonitord moeten worden, en dat mitigerende maatregelen, voor zover praktisch haalbaar en kosten effectief, genomen moeten worden, zonder dat ooit de groene status bereikt zal kunnen worden. Dit is inherent aan de ICAO methodiek.
Op deze mitigerende maatregelen wordt in het volgende hoofdstuk ingegaan.

3.6 Mitigerende maatregelen

In de vorige paragraaf is naar voren gekomen dat een aantal hazards met een potentiële catastrofale afloop zich in het gele (medium risk) gebied bevinden.
Het risico wordt als extreem laag ingeschat, maar omdat de gevolgen catastrofaal kunnen zijn, is het verstandig om mogelijke mitigerende maatregelen te overwegen, die het risico zoveel als redelijk haalbaar kunnen verminderen.
Omdat het gaat om vluchten die op zicht worden uitgevoerd (VFR) is het van groot belang dat mogelijke hindernissen altijd goed waarneembaar zijn. Ook voor IFR verkeer kan het risico zich voordoen in het visuele segment van de instrumentprocedure. Ook om die reden is het van belang de zichtbaarheid van het obstakel zo goed mogelijk te waarborgen.
Een belangrijke mitigerende maatregel in dit verband is voorgeschreven door de vigerende regelgeving. Het betreft de het voorschrift betreffende de objecten die gemarkeerd en/of verlicht moeten worden als zij zich bevinden binnen contour van obstakelbeperkingsvlakken, zoals vastgelegd in specificatie CS ADR-DSN.Q.840 (f), zie hieronder.

CS ADR-DSN.Q.840 Objects to be marked and/or lighted within the lateral boundaries of the obstacle limitation surfaces

(f) A fixed obstacle that extends above a horizontal surface should be marked and if the aerodrome is used at night, lighted, except that:

(1) such marking and lighting may be omitted when:

(i) the obstacle is shielded by another fixed obstacle; or

(ii) for a circuit extensively obstructed by immovable objects or terrain, procedures have been established to ensure safe vertical clearance below prescribed flight paths; or

(iii) a safety assessment shows the obstacle is not of operational significance.

(2) the marking may be omitted when the obstacle is lighted by medium-intensity obstacle lights, Type A, by day, and its height above the level of the surrounding ground does not exceed 150 m;

Hieruit kan worden afgeleid dat het niet nodig is om het gebouw te markeren, maar wel dat het gebouw zal moeten worden voorzien van zogenaamde *medium intensity obstacle lights, Type A.*
Mogelijk zou nog beargumenteerd kunnen worden dat het obstakel niet van operationele betekenis is, waardoor markering en verlichting niet nodig zou zijn. Dit lijkt echter geen steekhoudende argumentatie; het Mexx gebouw is immers ook van verlichting voorzien.
Het lijkt dan ook verstandig om deze mitigerende maatregel te implementeren, als onderdeel va het project.

Een tweede mitigerende maatregel die overwogen zou kunnen worden is om het obstakel op te nemen in de VFR- en IFR-kaarten in het AIP, zodat vliegers geïnformeerd zijn over het bestaan van het obstakel. Er moet echter voor gewaakt worden dat er niet teveel clutter op deze kaarten ontstaat. In het algemeen worden obstakels met een hoogte van minder dan 100 meter niet in de kaarten opgenomen. Bijvoorbeeld, enkele gebouwen aan de Zuidas met een hoogte van meer dan 100 meter zijn wel in de kaarten opgenomen. Maar, de Zuidtoren in Hoofddorp met een hoogte van 75 meter is niet opgenomen. De Zuidtoren vertegenwoordigt een vergelijkbaar obstakel (in termen van bouwhoogte en afstand tot de baan) als het B@home project. Om reden van consistentie lijkt het dan ook niet aan te bevelen het obstakel in de genoemde kaarten op te nemen.

4 Conclusies

In dit rapport is een luchtvaartstudie uitgevoerd naar de gevolgen die hoogbouw in het B@home projectgebied zou kunnen hebben voor de veiligheid en continuïteit van de vliegoperaties op Schiphol.
Omdat het projectgebied ligt op een locatie waarvoor hoogtebeperkingen gelden vanuit het Luchthavenindelingbesluit (LIB), heeft de studie als eerste doelstelling om vast te stellen tot welke hoogte mogelijkerwijs een vrijstelling (verklaring van geen bezwaar) verleend zou kunnen worden.

De luchtvaartstudie richt zich op twee aspecten: het toetsen van de gepubliceerde vliegprocedures en een analyse van de veiligheidsconsequenties als gevolg van doorsnijding van het horizontale binnenvlak. Een derde aspect betreft de impact die de hoogbouw zou kunnen hebben op de goede werking van de navigatie-, communicatie- en radar-faciliteiten. Dit aspect valt echter onder de verantwoordelijkheid van de luchtverkeersleidingsorganisatie (LVNL), die daartoe ook de geëigende expertise in huis heeft.

Op basis van de resultaten van de studie kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

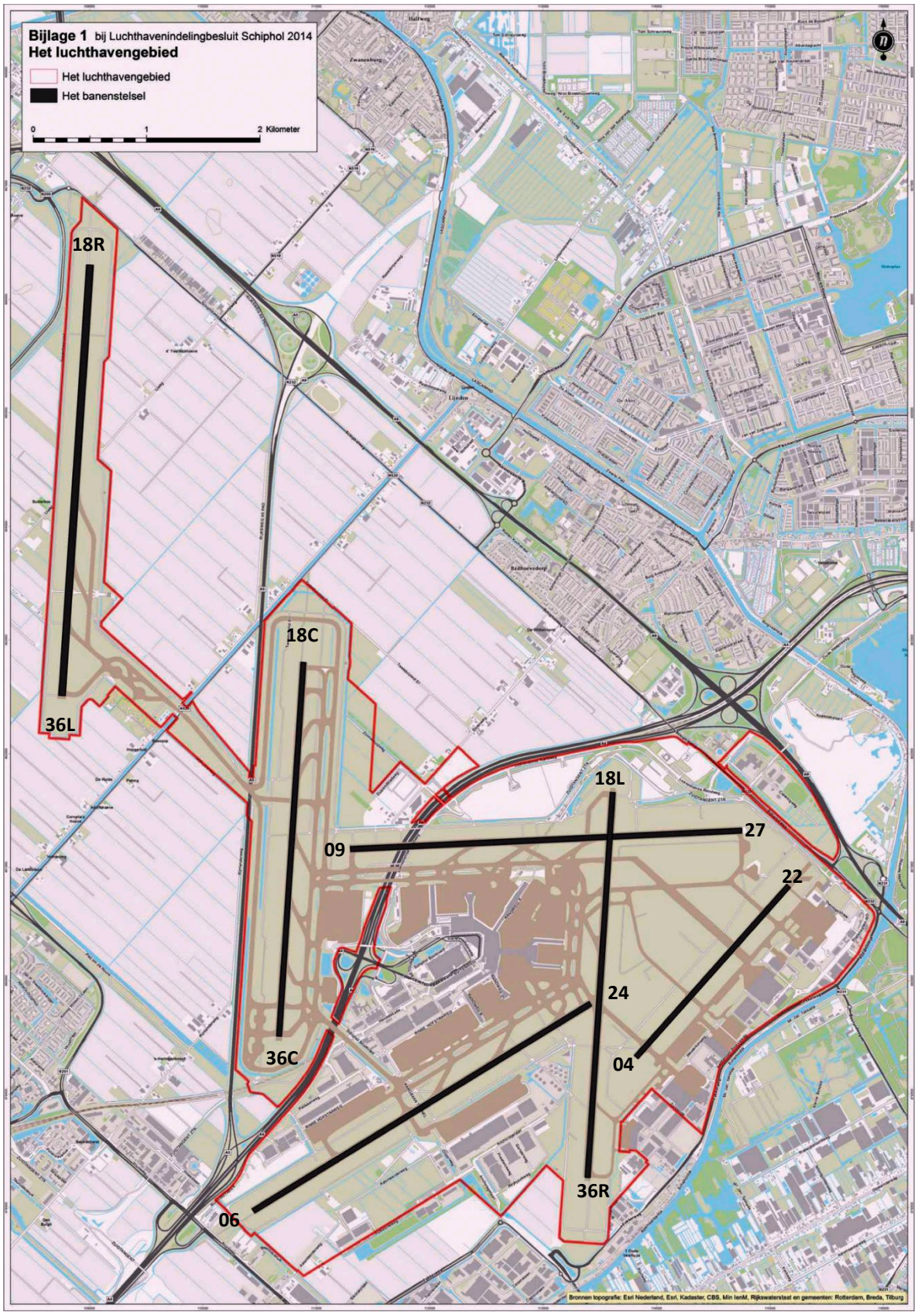
- Op basis van het afschermingsprincipe kan de hoogbouw in het B@home projectgebied zonder meer gerealiseerd worden tot de hoogte van de voorliggende bebouwing. Maatgevend hierbij is het Mexx gebouw met een bouwhoogte van 55,6 meter NAP.
- Op basis van de toetsing van alle gepubliceerde instrumentprocedures is vastgesteld dat de meest kritische procedures worden gevormd door drie vertrekprocedures van baan 04 (ANDIK 2F, BERGI 1F en VOLLA 1F), plus de omni-directionele vertrekprocedure. Indien deze procedures worden uitgevoerd zodanig dat voldoende obstakelklaring bestaat ten opzichte van de bestaande bebouwing, dan resulteert dit in een maatgevende hoogtebeperking in het B@home projectgebied van 71,3 meter NAP.
- De VFR-procedures, zoals die binnen de Control Zone zijn voorgeschreven (en onder toezicht staan van de verkeersleiding), zijn zodanig dat de botsingskans voor het VFR-verkeer extreem laag is. Voor het klein VFR kan worden afgeleid dat een hoogtebeperking tot 100 meter boven het vliegveld (circa 96m NAP) voldoende is om de veiligheid te waarborgen.
- Hoewel de botsingskans extreem laag is, zullen de gevolgen van een botsing zeer ernstig (catastrofaal) zijn. Om deze reden leidt de veiligheidsmethodiek tot de conclusie dat het risico niet zonder meer aanvaardbaar is. Om het risico zoveel mogelijk te mitigeren, zal de zichtbaarheid van het gebouw onder alle omstandigheden voldoende moeten zijn. Hiertoe zal het gebouw van obstakelverlichting voorzien moeten worden.

Op basis van bovenstaande conclusies is de verwachting dat de geplande hoogbouw in het B@home projectgebied kan worden gerealiseerd tot een maximale bouwhoogte van 71,3 meter NAP, onder voorwaarde dat er geen verdere beperkingen volgen vanuit het functioneren van de navigatie-, communicatie- en radar- faciliteiten. Dit laatste zal moeten worden geverifieerd door LVNL.

5 Referenties

1. AIP Netherlands, AD 2 Public Aerodromes, EHAM – AMSTERDAM/Schiphol
2. ICAO Annex 14, Aerodromes, Vol I, Aerodrome Design and Operations, 8th Edition, July 2018
3. Regeling Burgerluchthavens, https://wetten.overheid.nl/BWBR0026564/2019-11-07
4. ICAO Annex 19, Safety Management, Second Edition, 2016
5. Safety Management Manual (SMM), ICAO Doc 9859, Third Edition, 2013
6. Procedures for Air Navigation Services – Aerodromes, ICAO Doc 9981, First Edition, 2015
7. FAA Order 5200.11 FAA Airports (ARP) Safety Management System (SMS) (includes Changes 1, 2, and 3)
8. ICAO Doc 9137, Airport Services Manual, Part 6, Control of Obstacles, Second Edition, 1983
9. VERORDENING (EU) Nr. 139/2014 VAN DE COMMISSIE van 12 februari 2014 tot vaststelling van eisen en administratieve procedures met betrekking tot luchtvaartterreinen, overeenkomstig Verordening (EG) nr. 216/2008 van het Europees Parlement en de Raad
10. UITVOERINGSVERORDENING (EU) Nr. 923/2012 VAN DE COMMISSIE van 26 september 2012 tot vaststelling van gemeenschappelijke luchtverkeersregels en operationele bepalingen betreffende luchtvaartnavigatiediensten en –procedures
11. Certification Specifications and Guidance Material for Aerodrome Design CS-ADR-DSN, issue 4, EASA, 8 December 2017
12. ICAO Doc 8168, OPS/611, Procedures for Air Navigation Services, Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures, Sixth Edition – 2014
13. Luchthavenindelingbesluit Schiphol, https://wetten.overheid.nl/BWBR0014329/2018-01-01
14. ICAO EUR DOC 015, European Guidance Material on Managing Building Restricted Areas, 2nd Edition, 2009

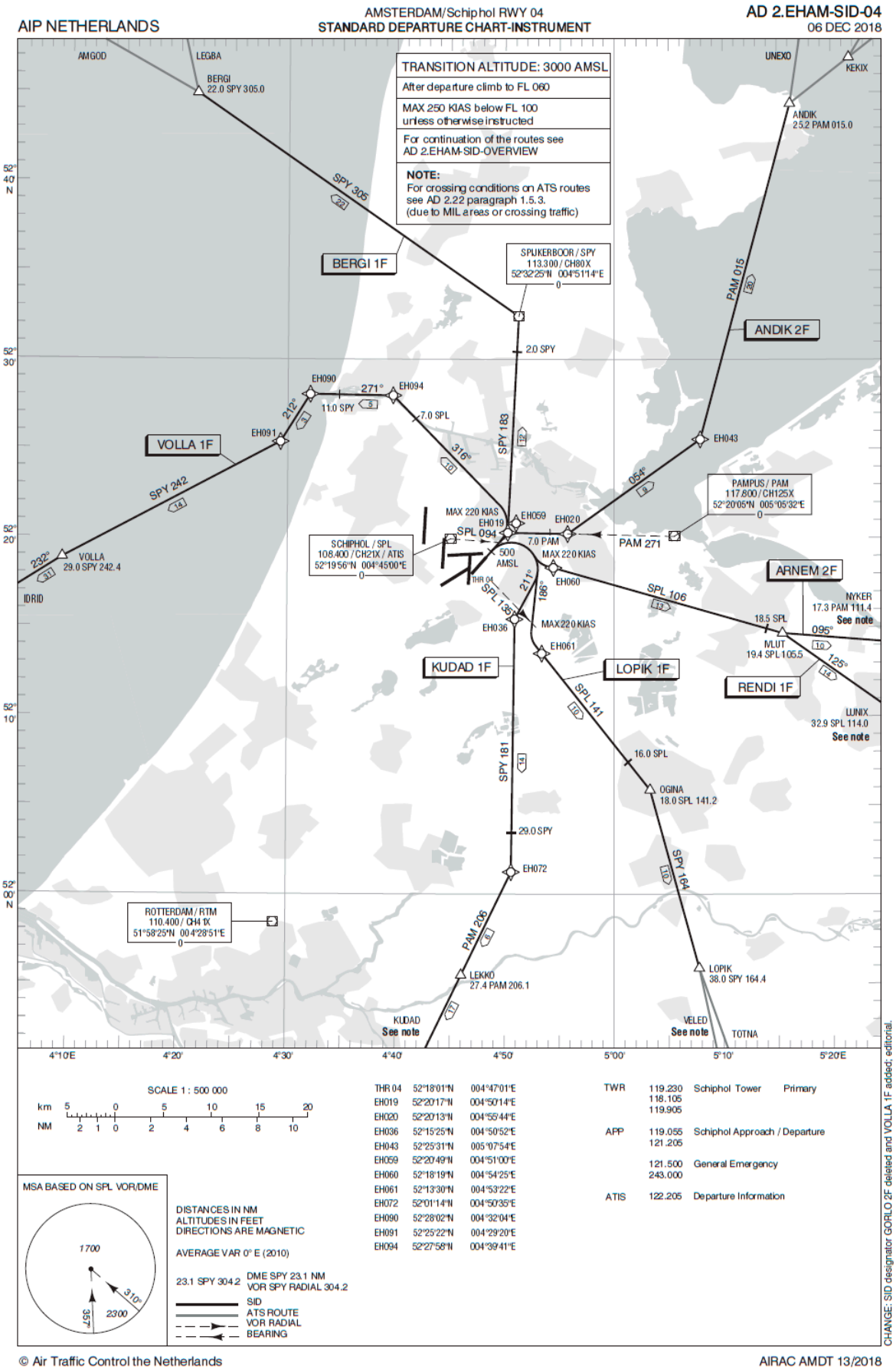
Appendix A Schiphol kaarten



Figuur A.1- 1: Schiphol Lay-out [bron: LIB, ref. 11]



Figuur A.1- 2: VFR verkeerscircuits Schiphol [bron: AIP, ref. 1]



Figuur A.1- 3: Standard Instrument Departures van baan 04

Appendix B Risicoclassificatietabellen

ICAO Risicomatrix (Doc 9859)

Risk probability \ Risk severity	Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent 5					
Occasional 4					
Remote 3					
Improbable 2					
Extremely improbable 1					

Risico acceptatie (ICAO Doc 9859)

Tolerability description	Assessed risk index	Suggested criteria
Intolerable region	5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	Unacceptable under the existing circumstances
Tolerable region	5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A	Acceptable based on risk mitigation. It may require management decision.
Acceptable region	3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E	Acceptable

ICAO Safety risk severity table.

Severity	Meaning	Value
Catastrophic	— Equipment destroyed — Multiple deaths	A
Hazardous	— A large reduction in safety margins, physical distress or a workload such that the operators cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely — Serious injury — Major equipment damage	B
Major	— A significant reduction in safety margins, a reduction in the ability of the operators to cope with adverse operating conditions as a result of an increase in workload or as a result of conditions impairing their efficiency — Serious incident — Injury to persons	C
Minor	— Nuisance — Operating limitations — Use of emergency procedures — Minor incident	D
Negligible	— Few consequences	E

ICAO Safety risk probability table.

Probability	Meaning	Value
Frequent	Likely to occur many times (has occurred frequently)	5
Occasional	Likely to occur sometimes (has occurred infrequently)	4
Remote	Unlikely to occur, but possible (has occurred rarely)	3
Improbable	Very unlikely to occur (not known to have occurred)	2
Extremely improbable	Almost inconceivable that the event will occur	1

Relatie van de "ICAO probability and severity tables" en de FAA definities

FAA Safety risk severity table.

Severity	FAA definition for airport operations	Value
Catastrophic	-Complete loss of aircraft and/or facilities or fatal injury in passenger(s)/worker(s); or -Complete unplanned airport closure and destruction of critical facilities; or -Airport facilities and equipment destroyed	A
Hazardous	-Severe damage to aircraft and/or serious injury to passenger(s)/worker(s); or -Complete unplanned airport closure, or -Major unplanned operations limitations (i.e.. runway closure), or -Major airport damage to equipment and facilities	B
Major	-Major damage to aircraft and/or minor injury to passenger(s)/worker(s), or -Major unplanned disruption to airport operations, or -Serious incident, or -Deduction on the airport's ability to deal with adverse conditions	C
Minor	-Minimal damage to aircraft, or -Minor injury to passengers, or -Minimal unplanned airport operations limitations (i.e. taxiway closure), or -Minor incident involving the use of airport emergency Procedures	D
Negligible	No damage to aircraft but minimal injury or discomfort of little consequence to passenger(s) or workers.	E

FAA Safety risk probability table.

Probability	FAA definition for airport operations	Value
Frequent	Expected to occur more than once per week or every 2500 departures/landings, whichever occurs sooner	5
Occasional	Expected to occur about once every month or 250,000 departures/landings, whichever occurs sooner	4
Remote	Expected to occur about once every year or 2.5 million departures/landings, whichever occurs sooner	3
Improbable	Expected to occur once every 10-100 years or 25 million departures/landings, whichever occurs sooner	2
Extremely improbable	Expected to occur less than every 100 years	1

Risicomatrix – Risicomatrix voor luchtvaartstudies

Dedicated to innovation in aerospace

Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Het NLR is een toonaangevend, mondiaal opererend onderzoekscentrum voor de lucht- en ruimtevaart. Met zijn multidisciplinaire expertise en ongeëvenaarde onderzoeksfaciliteiten, levert NLR innovatieve, integrale oplossingen voor complexe uitdagingen in de aerospace sector.

De werkzaamheden van het NLR beslaan het volledige spectrum van Research Development Test & Evaluation (RDT&E). Met zijn kennis en faciliteiten kunnen bedrijven terecht bij het NLR voor validatie, verificatie, kwalificatie, simulatie en evaluatie. Zo overbrugt het NLR de kloof tussen onderzoek en toepassing in de praktijk. Het NLR werkt zowel voor overheid als industrie in binnen- en buitenland. Het NLR staat voor praktische en innovatieve oplossingen, technische expertise en een lange termijn ontwerpvisie. Hierdoor vindt NLR's cutting edge technology zijn weg naar succesvolle lucht- en ruimtevaartprogramma's van OEM's zoals Airbus, Embraer en Pilatus. Het NLR draagt bij aan (defensie)programma's zoals ESA's IXV re-entry voertuig, de F-35, de Apache-helikopter en Europese programma's als SESAR en Clean Sky 2.
Opgericht in 1919 en met 600 betrokken medewerkers, realiseerde NLR in 2017 een omzet van 76 miljoen euro. 81% hiervan is afkomstig uit contractonderzoek, het overige betreft een overheidsbijdrage.

Voor meer informatie bezoek: **www.nlr.nl**

Postal address
PO Box 90502
1006 BM Amsterdam, The Netherlands
e) info@nlr.nl **i)** www.nlr.org

NLR Amsterdam
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam, The Netherlands
p) +31 88 511 3113

NLR Marknesse
Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse, The Netherlands
p) +31 88 511 4444

NLR is a registered trade name of Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, Chamber of Commerce No. 41150373. VAT No. NL002760551B01