

Actualisatie nachtvluchten Schiphol

i.h.k.v. de Balanced Approach-procedure

Colofon

Opdrachtgever	: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Bestemd voor	: R. Piers en J. Meijer
Auteur(s)	: R. Herlaar, J. Király en S. Meier
Controle door	: W. Haverdings en J. Faber
Datum	: 14 februari 2023
Ons kenmerk	: i&w230110not/rH/sM/kd
Versie	: 1.0 Definitief
Opgesteld door	: Adecs Airinfra Consultants BV en CE Delft
Adres	: Castellum Gebouw A 2e etage Loire 196 2491 AM Den Haag
Telefoon	: +31 (0)85 00 711 00
E-mail	: info@airinfra.eu
Website	: www.airinfra.eu
KvK nummer	: 54629179

Zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of Adecs Airinfra Consultants BV is het niet toegestaan deze uitgave of delen ervan te vermenigvuldigen of op enige wijze openbaar te maken.

Inleiding

Vanwege het geluid veroorzaakt de huidige nachtoperatie van Schiphol ernstige slaapverstoring bij omwonenden. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft om deze reden aangegeven dat het aantal slaapverstoorden verminderd moet worden en heeft Adecs en CE Delft eerder opdracht gegeven om te onderzoeken wat de economische gevolgen hiervan zouden zijn. De resultaten van deze studie zijn terug te vinden in de rapportage 'Maatregelen nachtbewegingen Schiphol – Kosteneffectiviteit'¹.

Het voorgaande onderzoek¹ is gebaseerd op basis van het scenario uit het milieueffectrapport (MER) 'Nieuw Normen- en Handhavingstelsel Schiphol' (NNHS) uit 2018. In dat onderzoek is de kosteneffectiviteit van 5 alternatieve maatregelen onderzocht ten opzichte van een exploitatiebeperking naar 29/27/25.000 vliegtuigbewegingen in de nacht. Omdat in dat onderzoek gewerkt is met de gegevens vanuit het MER NNHS uit 2018, heeft IenW behoefte aan een geactualiseerd onderzoek omwille van de te doorlopen Balanced Approach-procedure. De Balanced Approach Regulation 598/2014 (BAR) onderscheidt 4 categorieën maatregelen:

- a. de verwachte beperking van het vliegtuiglawaai aan de bron;
- b. ruimtelijke ordening en beheer;
- c. operationele procedures voor de bestrijding van geluidshinder;
- d. exploitatiebeperkingen niet in eerste instantie toe te passen, maar slechts nadat de overige maatregelen van de evenwichtige aanpak in overweging zijn genomen.

In het voorliggende onderzoek wordt gebruik gemaakt van een geactualiseerd vliegschema voor het scenario met 500.000 vliegtuigbewegingen, met 32.000 in de nacht (500/32k) en het scenario met 440.000 vliegtuigbewegingen waarvan 29.000 in de nacht (440/29k). Daarbij maken we gebruik van een geactualiseerd woningbestand (conform het jaar 2021). Zowel de vliegschema's als het woningbestand zijn afkomstig uit een parallelle studie in opdracht van IenW.

De voorliggende notitie dient als **addendum** op ons voorgaande onderzoek en bestaat enkel uit een geactualiseerde samenvatting van het vorige onderzoek met daarin de geactualiseerde resultaten en eventuele afwijkende aanvullende informatie ten opzichte van het voorgaande rapport. De methodiek met betrekking tot het berekenen van de geluidsbelasting en kosten is ongewijzigd. Voor de gedetailleerde informatie verwijzen we u graag naar het voorgaande onderzoek.

Per maatregel is het volgende geactualiseerd:

- › Het geluidseffect in de nacht, uitgedrukt in het aantal woningen en slaapverstoorden binnen respectievelijk de 48 dB(A) L_{night} en 40 dB(A) L_{night} -contour.
- › De kosten, gelet op de (hub)operatie/netwerkkwaliteit en de gevolgen voor vracht-, low cost en leisure vluchten, concurrentiepositie van Schiphol ten opzichte van buitenlandse luchthavens, mate van verplaatsing van vluchten/passagiers/vracht naar buitenlandse luchthavens, werkgelegenheidseffecten op Schiphol en de netwerkkwaliteit.
- › Onderbouwing of de maatregel kan worden uitgevoerd vóór eind 2024 (november, uitgangspunt IenW).

¹ Adecs en CE Delft (25 mei 2022). *Maatregelen nachtbewegingen Schiphol – Kosteneffectiviteit*. Kenmerk: i&w220202rap.

Correctie ten opzichte van voorgaand onderzoek¹

Bij het actualiseren van de resultaten van het vorige onderzoek kwam naar voren dat in de rapportage per abuis verkeerde waarden zijn opgenomen met betrekking tot maatregel 5 die gaat over het aantal te isoleren woningen. Het aantal te isoleren woningen valt na correctie significant hoger uit dan was gerapporteerd. De conclusie van het vorige onderzoek verandert daarentegen niet.

Actualisatie

Alle resultaten zijn overzichtelijk weergegeven in tabel 1. Onder de tabel zijn de geactualiseerde maatregelen nader toegelicht. Het basisscenario representeert gebruiksjaar 2024 (GJ2024). Het basisscenario is een geactualiseerd gebruiksjaar 2023 waarbij het aantal nachtbewegingen zijn opgeschaald naar het maximaantal vergunde nachtbewegingen (32.000) en vervolgens een vlootvernieuwing van 1 jaar is toegepast. De vlootvernieuwing is gelijk aan maatregel 1. Zowel het 32k als het 29k-scenario zijn aangeleverd en komen uit een parallelle studie die in opdracht van IenW door To70 wordt uitgevoerd.

Tabel 1 Overzicht resultaten.

Maatregel	Variant	Woningen 48 dB(A)	ESV ¹	Totale kosten in mln. €	Jaarlijkse kosten in mln. €	Kosten-effectiviteit in € ²
Basisscenario 32k	-	5.700	24.400	-	-	-
Geactualiseerd 29k <i>Nachtreductie</i>	-	4.900	21.700	-	€ 6,8 – € 8,3	€ 2.500 – € 3.100
Maatregel 1 <i>Vlootvernieuwing</i>	GJ2027	4.900	21.700	-	-	-
Maatregel 2 <i>Weren lawaaiige vliegtuigen</i>	Zacht	4.500	20.000	€ 373	€ 38 ³	€ 8.600
	Hard	3.800	17.000	€ 1.225	€ 124,7 ³	€ 16.900
Maatregel 3 <i>Bredere toepassing CDA</i>	Hard	5.500	23.300	-	-	-
Maatregel 4 <i>Sanering</i>	-	5.700 ⁴	21.700	€ 3.374	€ 178	€ 65.900
Maatregel 5 <i>Isolatie 5 dB</i>	-	24.000 ⁵	21.700	€ 1.548	€ 81,6	€ 30.200

¹ ernstig slaapverstoorden

² kosteneffectiviteit staat voor het aantal euro's kosten per verminderde slaapverstoorden per jaar

³ jaarlijkse kosten gebaseerd op eenmalige kosteninvestering

⁴ te saneren woningen om aantal slaapverstoorden van nachtreductievariant te behalen

⁵ te isoleren woningen binnen 40 dB(A) L_{night} om aantal slaapverstoorden van nachtreductievariant te behalen

De kosteneffectiviteit van het geactualiseerde 29k-scenario weergeeft de kosten voor de luchtvaartindustrie in euro's per verminderde slaapverstoorde. De jaarlijkse kosten bedragen per jaar in totaal tussen € 6,8 miljoen en € 8,3 miljoen, dat overeenkomt met € 2.500 tot € 3.100 per verminderde slaapverstoorde omwonenden. Voor deze update zijn de aantallen vluchten die moeten worden verplaatst of vervangen voor de segmenten low-cost-, netwerk-, cargo- en express luchtvaartmaatschappijen geüpdatet.

De bandbreedte in kosten is afhankelijk van factoren in 2 segmenten: De keuze van low-cost maatschappijen voor het type vliegtuig (B737NG/A320, of B737 Max-8/A320-neo) dat wordt geleased voor het overdag uitvoeren van de te vervangen nachtvluchten, afhankelijk welke typen al in de vloot bestaan; De prijsdaling die netwerk maatschappijen zullen doorvoeren op tickets van stoelen op ICA vluchten om deze met OD passagiers op te vullen hangt af van de bestemming (de vraag naar tickets op routes naar Noord- en Zuid-Amerika of naar Azië kennen een andere prijselasticiteit). Het precieze aantal op te vullen stoelen naar de verschillende bestemmingen verschilt per jaar, afhankelijk van de vraag. Zie voor een uitgebreide uitleg van de methode voor de berekening van de kosteneffectiviteit het hoofdrapport¹.

In deze actualisatie is in afstemming met het ministerie gebruik gemaakt van de Schiphol enquête 2019 (een overzicht geregistreerde vluchten) om het aantal transferpassagiers gedetailleerd te bepalen. Het aantal transferpassagiers dat niet meer via Schiphol zou reizen door verplaatste of vervallen vluchten in de nachtperiode, is relevant voor de berekening van de impact op *netwerk luchtvaartmaatschappijen* vanwege het feit dat zij deze type passagiers essentieel achten voor het functioneren van hun businessmodel. Een splitsing is gemaakt naar transferpassagiers van aankomende vluchten op narrow-body en wide-body vliegtuigen welke we beschouwen als intra-Europese vluchten en intercontinentale (ICA) vluchten respectievelijk. Om het omzetverlies te minimaliseren zullen *netwerk luchtvaartmaatschappijen* prijzen op bepaalde vluchten verlagen om OD-passagiers aan te trekken voor de lege stoelen als gevolg van het wegvallen van een deel van de transferpassagiers. Er zijn verschillende ticketprijzen en elasticiteiten gehanteerd voor de verschillende vluchtsegmenten (intra-EU en ICA) om de kosten voor de luchtvaartmaatschappijen te bepalen.

De kosteneffectiviteit van het 29k-scenario kan met de kosteneffectiviteit van de alternatieve maatregelen worden vergeleken. De uitkomst van de vergelijking geeft weer dat de kosten voor de luchtvaartindustrie voor het reduceren van het aantal slaapverstoorde omwonenden het laagst zijn in het 29k-scenario.

Maatregel 1: Vlootvernieuwing

Wanneer men uitgaat van een constante vlootvernieuwing² over de jaren, het aantal nachtvluchten gelijk blijft en de gemiddelde grootte van de vliegtuigen gelijk blijft, zal het aantal ernstig slaapverstoorden afnemen. Met een dergelijke constante vlootvernieuwing kan men in 2027 een vergelijkbaar aantal ernstig slaapverstoorden en woningen realiseren ten opzichte van het nachtsценario met 29.000 vliegtuigbewegingen, zie tabel 2 voor de bijbehorende resultaten. Wanneer de vlootvernieuwing versneld zou (kunnen) worden, zou een grotere reductie in het aantal ernstig slaapverstoorden mogelijk zijn. Het ontbreekt echter aan beleidsinstrumenten om een snellere vlootvernieuwing af te dwingen.

Geluidswinst die volgt uit de vlootvernieuwing kan ook worden gebruikt om grotere vliegtuigen in te zetten, met als mogelijk gevolg dat het aantal slaapverstoorden gelijk blijft aan de referentiesituatie. Vlootvernieuwing kan alleen blijvend ten goede komen aan het aantal slaapverstoorden mits een (harde) grenswaarde juridisch wordt vastgesteld. Schiphol is slotgereguleerd en maatschappijen hebben zelf de keuze voor het in te zetten vliegtuigtype. Een juridische borging voor het in te zetten vliegtuigtype is daarom niet mogelijk. Directe sturing (vanuit bijvoorbeeld het ministerie) op vlootvernieuwing is wellicht niet mogelijk, maar de (on)mogelijkheden rondom indirecte sturing zou nader onderzocht kunnen worden.

Tabel 2 Resultaten van maatregel 1.

Scenario	Ernstig slaapverstoorden	Woningen
	40 dB(A) L _{night}	48 dB(A) L _{night}
Basisscenario 32k	24.400	5.700
Maatregel 1 – Vlootvernieuwing GJ2027	21.700	4.900

De kosten voor vlootvernieuwing zijn niet in te schatten. Vlootvernieuwing is een proces wat zich voltrekt binnen de bedrijfsvoering van luchtvaartmaatschappijen en daarmee zijn er geen bijkomende kosten, afhankelijk van de gewenste vermindering in geluidsbelasting over een periode. Luchtvaartmaatschappijen hebben mogelijk ook de optie om de vliegtuigen met de hoogste geluidsbelasting elders in het netwerk in te zetten, of op andere tijden.

² 0,2 dB(A) voor starts en 0,1 dB(A) voor landingen per jaar

Realistisch ten opzichte van eind 2024?

De resultaten van maatregel 1 tonen aan wat het aantal ernstig slaapverstoorden en woningen is in GJ2027 wanneer deze vlootvernieuwing wordt toegepast. Het is onrealistisch dat dit aantal ernstig slaapverstoorden en woningen eind 2024 gerealiseerd kan worden zonder aanvullende maatregelen.

Maatregel 2: Weren meest lawaaiige vliegtuigen

Een relatief beperkt aantal vliegtuigen veroorzaakt 's nachts een relatief groot deel van de geluidsoverlast. Door deze vliegtuigen met een juridische regeling te weren, kan de geluidsoverlast worden verminderd. Maatregel 2 faseert de lawaaiigste toestellen uit (in termen van cumulatief geluidsniveau en cumulatieve geluidsmarge). Vliegtuigtypen zoals de Boeing 747-400 mogen dan 's nachts niet meer opstijgen of landen. Er zijn twee varianten van deze maatregel. De zachte variant vervangt deze toestellen door het meest voor de hand liggende nieuwe toestel, de harde variant vervangt deze toestellen door toestellen die aan de strengere geluidsnorm voldoen, ook als daarvoor een ander type toestel nodig is. Zie tabel 3 voor de bandbreedte van de harde en zachte variant.

Tabel 3 Bandbreedte maatregel 2.

Scenario	Maatregel
Hard	Cumulatieve marge <10 EPNdB is niet toegestaan.
	Cumulatieve waarde >285 EPNdB is niet toegestaan.
Zacht	Cumulatieve marge <10 EPNdB is niet toegestaan.
	Cumulatieve waarde >292 EPNdB is niet toegestaan.
	Bij een cumulatieve waarde tussen 285 EPNdB en 292 EPNdB wordt een realistische (geluidsarmere) vervanging overwogen.

Tabel 4 geeft de selectie van luchtvaartmaatschappijen en vliegtuigtypen weer die passen binnen de criteria van het harde en zachte scenario en door welke vliegtuigtypen deze zijn vervangen.

Tabel 4 Selectie luchtvaartmaatschappijen/vliegtuigtypen gesorteerd op geluidsniveau.

Luchtvaartmaatschappij	Vliegtuigtype	Geluidsniveau	Geluidsmarge	Vervanging - Hard	Vervanging - Zacht	Nachtbewegingen (in 32k-scenario)
Martinair Holland	B744	●	●	B779 ³	B779 ³	817
Singapore Airlines	B744	●	●	A35K ⁴	A35K ⁴	125
KLM	B77W	●	●	B779	B77W	796
China Southern Airlines	B77W	●	●	B779	B77W	253
KLM	A333	●	●	B781	B781	164
KLM	A332	●	●	B789	B789	650
Delta Airlines	A333	●	●	A339	A339	687
Turkish Airlines	A332	●	●	B789	A332	879
Nippon Cargo Airlines	B748	●	●	A35K ⁴	B748	225
MNG Airlines	A306	●	●	A339	A333	193
DHL	A306	●	●	A339	A333	103
TUI fly	B763	●	●	B788	B788	79
KLM	B772	●	●	B779	B772	364
China Southern Airlines	A333	●	●	B789	A333	1.531
DHL	A333	●	●	A339	A333	664
DHL	A332	●	●	A339	A332	149
Totaal:						7.678

- = Verplichte vervanging in zowel het harde als zachte scenario.
- = Verplichte vervanging in het harde scenario, maar niet in het zachte scenario.
- = Geen vervanging nodig.

Het harde scenario zorgt voor een positiever resultaat in termen van hinder. Het harde scenario heeft een fors lager aantal ernstig slaapverstoorden en aantal woningen dan de nachtreductie naar 29.000 vliegtuigbewegingen. Het zachte scenario toont eveneens een positief beeld, zie tabel 5. Evenals bij maatregel 1 zou een juridische borging wenselijk zijn (bijvoorbeeld een harde grenswaarde) om de vervanging ook daadwerkelijk ten goede te laten komen van de omwonenden.

Tabel 5 Resultaten van maatregel 2.

Scenario	Ernstig slaapverstoorden	Woningen
	40 dB(A) L _{night}	48 dB(A) L _{night}
Basisscenario 32k	24.400	5.700
Scenario zacht	20.000	4.500
Scenario hard	17.000	3.800

³ Tijdens de afronding van het onderzoek maakte de holding Air France-KLM (waar Martinair onderdeel van uitmaakt) bekend dat de Boeing 747-400F's worden vervangen door de Airbus A350F, te laat om in dit onderzoek nog mee te nemen. De verwachting is dat deze vervanging beperkt van invloed zal zijn op het geluidresultaat: +/- 100 ernstig slaapverstoorden.

⁴ Vrachtvariant (A350F).

Voor de maatregel die gaat om het weren van de meest lawaaiige vliegtuigen uit de nacht wordt in de kostenberekening gekeken naar opties om vliegtuigen te vervangen door andere vliegtuigen in de vloot van een luchtvaartmaatschappij, vervanging door natuurlijke vlootvernieuwing en aankoop van een vliegtuig van soortgelijke grootte met een minder luid geluidsniveau. In een aantal gevallen kan er binnen de vloot van een luchtvaartmaatschappij de planning worden aangepast om een stiller vliegtuig te vervangen in de nacht. Hiervoor rekenen we geen kosten toe in de maatregel. Ook worden er door enkele luchtvaartmaatschappijen bepaalde typen vliegtuigen vervangen op korte termijn. Deze natuurlijke vervangingen in de vloot worden niet in de kosten meegenomen omdat deze binnen de kostenstructuur van de business van luchtvaartmaatschappijen vallen. De grens voor de natuurlijke vlootvernieuwing van de te vervangen toestellen ligt in het najaar van 2024. Alle vlootvervanging na het najaar van 2024 wordt beschouwd als verplichte vlootvernieuwing als gevolg van een juridische bepaling op geluidsemisies in de nacht.

De vliegtuigen die nog niet zijn vervangen door andere toestellen in de vloot of door natuurlijke vlootvernieuwing tellen mee voor verplichte vervanging volgens de maatregel. In deze update is de methode voor de berekening van de kosten voor verplichte vervanging aangescherpt om een meer accurate schatting te maken. Aangenomen is dat met een 25-jarige levensduur van de vliegtuigen in de vloot, de verplichte vervanging gemiddeld 10 jaar eerder is dan de natuurlijke vervanging. Daarom zijn de aanschafkosten voor nieuwe toestellen voor 40% (10/25 jaar) meegeteld voor de kostenberekening van de maatregel.

De vervanging van de meest lawaaiige vliegtuigen heeft in het *harde scenario* een kosteneffectiviteit van € 16.900 per verminderde slaapverstoorde en een totaal geraamd kostenplaatje van € 1,2 miljard (overeenkomstig € 125 miljoen per jaar). Het resterende aantal in slaapverstoorden in scenario *hard* is bijna 5.000 lager dan in het scenario van maximaal 29.000 nachtvluchten. In het *scenario zacht* heeft deze maatregel een kosteneffectiviteit van € 8.600 per verminderde slaapverstoorde en een totaal geraamd kostenplaatje van € 373 miljoen voor de luchtvaartmaatschappijen (overeenkomstig met € 38 miljoen per jaar). Het resterende aantal slaapverstoorden is ongeveer 1.000 lager dan het aantal in het scenario van maximaal 29.000 nachtvluchten.

Realistisch ten opzichte van eind 2024?

Maatregel 2 is voor de verlaging van het aantal slaapverstoorden weliswaar zeer effectief, maar in relatie tot de kosteneffectiviteit van de nachtreducties valt deze maatregel veel nadeliger uit. Naast dat het grote investeringen vraagt van de luchtvaartmaatschappijen, achten wij in verband met de langere levertijden van vliegtuigen het harde en zachte scenario onrealistisch voor eind 2024. Overigens verwachten we dat niet alle luchtvaartmaatschappijen de kosten kunnen opbrengen voor de vervanging binnen de gestelde termijn, met gevolg dat zij hun operaties zouden moeten staken totdat zij wel tot aanschaf kunnen overgaan.

Maatregel 3: Bredere toepassing Continuous Descent Approach

Wanneer vliegtuigen geleidelijk dalen veroorzaken ze minder geluidsoverlast dan wanneer ze, zoals gewoonlijk, getrapt dalen. Een bredere toepassing van de zogenaamde Continuous Descent Approach (CDA) vermindert dus de geluidsoverlast. Binnen deze maatregel is één scenario geactualiseerd ten opzichte van het voorgaande onderzoek, namelijk het scenario waarbij alle landingen in de nacht de CDA-procedure volgen. Tabel 6 toont de resultaten.

Tabel 6 Resultaten maatregel 3 – bredere toepassing CDA.

Scenario	Ernstig slaapverstoorden	Woningen
	40 dB(A) L _{night}	48 dB(A) L _{night}
Basisscenario 32k	24.400	5.700
Maatregel 3 – 100% CDA in de nacht	23.300	5.500

In de referentiesituatie volgt gemiddeld 75% van de landingen al de CDA-procedure. De potentiële geluidswinst door alle landingen volgens de CDA-procedure te laten opereren is daardoor beperkt. Dit blijkt ook uit de resultaten.

De kosten voor een bredere uitvoering van CDA vallen naar verwachting voor rekening van de LVNL. De kosten zullen waarschijnlijk worden beperkt tot operationele kosten van de verkeersleiding. Wij nemen aan dat het uitvoeren van deze maatregel niet zal leiden tot capaciteitsproblemen voor de aanvlieg- en opstijgroutes rondom Schiphol tijdens de nachtvluchten.

Realistisch ten opzichte van eind 2024?

Maatregel 3 heeft maar een beperkt effect op het aantal ernstig slaapverstoorden. Onze verwachting is dat zodra een volledige toepassing van CDA-procedures gedurende de nacht technisch en capaciteitsgewijs haalbaar is, Schiphol en LVNL dit ook zullen toepassen. Het meest uitdagende deel betreft de vroege ochtend (tussen 06:00 en 07:00 uur) in verband met het grotere aantal vluchten. De verwachting is dat dit niet voor eind 2024 volledig kan worden toegepast. Gezien de geringe bijdrage van deze maatregel op de slaapverstoring is extra stimulans daarbij weinig effectief.

Maatregel 4: Woningen saneren

Wanneer er minder woningen binnen de geluidscontouren liggen, neemt ook het aantal ernstig slaapverstoorden af. Deze maatregel saneert zoveel woningen dat het aantal ernstig slaapverstoorden overeenkomt met het referentiescenario. In het rekenmodel worden de woningen binnen de contouren van de referentiesituatie gesaneerd van hoog naar laag in termen van dB(A) L_{night}-geluidsbelasting. Tabel 7 geeft het aantal te saneren woningen weer om op een gelijk aantal ernstig slaapverstoorden te komen als in het geactualiseerde scenario met 29.000 nachtbewegingen. Hierbij wordt verondersteld dat de nieuwe huisvesting zich niet elders binnen de 40 dB(A) L_{night}-contour zal plaatsvinden.

Tabel 7 Aantal gesaneerde woningen per nachtreductiescenario.

Scenario	Ernstig slaapverstoorden	Woningen 48
	40 dB(A) L _{night}	dB(A) L _{night} (*te saneren)
Basisscenario 32k	24.400	5.700
Maatregel 4 – Woningen saneren	21.700	*5.700

De kosteneffectiviteit van deze maatregel bedraagt jaarlijks per verminderde slaapverstoorde € 65.900 voor het 29k-scenario (totaal geraamd kostenplaatje van € 3,4 miljard, overeenkomstig met jaarlijks € 178 miljoen). De kosten van deze maatregel gaat om een eenmalige zeer forse uitgave. Daarnaast zijn er waarschijnlijk praktische bezwaren vanwege de omvang van de uitvoering van een dergelijke maatregel.

Realistisch ten opzichte van eind 2024?

Maatregel 4 is gezien de huidige woningmarktcrisis, de omvang en de hoge kosten naar onze verwachting niet realistisch voor eind 2024.

Maatregel 5: Woningen isoleren

Om het aantal slaapverstoorden te verminderen, is het ook mogelijk om de geluidsisolatie van woningen te verbeteren. Voor deze maatregel is alleen het hoogste isolatieniveau geactualiseerd, namelijk 5 dB(A). De woningen uit het woningbestand zijn 'geïsoleerd' met 5 dB(A) totdat het aantal ernstig slaapverstoorden is bereikt van het geactualiseerde scenario met 29.000 nachtbewegingen. Tabel 8 toont het aantal woningen dat geïsoleerd moet worden om het aantal ernstig slaapverstoorden gelijk te brengen. Hieruit blijkt dat er meer woningen gesaneerd moeten worden. De verwachting is dat een isolatie van minder dan 5 dB nauwelijks waarneembaar is voor bewoners.

Tabel 8 Aantal geïsoleerde woningen per isolatiepakket en per nachtreductiescenario.

Scenario	Ernstig slaapverstoorden 40 dB(A) L _{night}	Woningen 48 dB(A) L _{night} (*te isoleren)
Basisscenario 32k	24.400	5.700
Maatregel 5 – Woningen isoleren met 5 dB(A)	21.700	*24.000

Deze manier van isoleren kan ertoe leiden dat in theorie een bepaald huis wel geïsoleerd wordt, maar een aangrenzend huis niet, omdat het doel (het aantal ernstig slaapverstoorden) al is behaald. In de werkelijkheid is dit niet realistisch. Deze resultaten geven daarom een indicatie van de aantallen woningen wil men hetzelfde resultaat behalen als in het nachtreductiescenario. Ook gaan we hierbij ervan uit dat men slaapt met de ramen dicht. In het geval men slaapt met een raam open, zal isolatie niet het gewenste effect hebben.

Verder is het ook belangrijk om op te merken dat de mate van isolatie niet meegenomen wordt in de handhaving. Het gaat namelijk om de geluidswaarde op de buitengevel van een woning die telt. Daarmee is het onderzoeken van het effect van isolatie voornamelijk ter indicatie. Wellicht is het naar de omgeving toe wel wenselijk om isolatiemaatregelen te treffen, maar dit zal dus niet van invloed zijn op de handhaving.

De kosten voor deze maatregel bedragen in totaal € 1,5 miljard. Om deze kosten te kunnen vergelijken worden deze omgezet naar jaarlijkse kosten: met een afschrijvingstermijn voor maatschappelijke kosten van 25 jaar bedragen de kosten € 82 miljoen per jaar. De kosteneffectiviteit per verminderde slaapverstoorde is € 30.200 per jaar. Dit bedrag is echter zeer afhankelijk van de precieze invulling van een isolatieprogramma voor de in aanmerking komende huizen.

Realistisch ten opzichte van eind 2024?

Maatregel 5 is gezien de omvang en de hoge kosten naar onze verwachting niet realistisch voor eind 2024.

Updated results

The updated results are summarised in table 1. The updated measures are explained in more detail below the table. The base scenario represents operating year 2024 (GJ2024). The base scenario is an updated version of operating year 2023 in which the number of night movements have been expanded up to the maximum number of night movements licensed (32,000), and then a 1-year fleet renewal has been applied. The degree of fleet renewal is equal to the annual fleet renewal used in measure 1. Both the 32k and 29k scenarios were provided by To70 and result from a parallel study commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management.

Table 1 Summary of results.

Measure	Variant	Dwellings	SSD ¹	Total costs in m €	Annual costs in m €	Cost-effectiveness in € ²
Base scenario 32k <i>GJ2024</i>	-	5,700	24,400	-	-	-
Updated 29k <i>Night-time reduction</i>	29,000	4,900	21,700	-	€ 6.8 – € 8.3	€ 2,500 – € 3,100
Measure 1 <i>Fleet renewal GJ2027</i>	2027	4,900	21,700	-	-	-
Measure 2 <i>Remove noisiest aircraft</i>	Soft	4,500	20,000	€ 373	€ 38 ³	€ 8,600
	Hard	3,800	17,000	€ 1,225	€ 124.7 ³	€ 16,900
Measure 3 <i>100% CDA</i>	Hard	5,500	23,300	-	-	-
Measure 4 <i>Remove dwellings</i>	-	5,700 ⁴	21,700	€ 3,374	€ 178	€ 65,900
Measure 5 <i>Insulate by 5 dB</i>	-	24,000 ⁵	21,700	€ 1,548	€ 81.6	€ 30,200

¹ severely sleep disturbed

² cost-effectiveness is the number of euros per reduced severely sleep disturbed per year

³ annual costs based on a one-off cost investment

⁴ dwellings to be removed in order to get to the number of sleep disturbed of the night-time variant

⁵ dwellings to be insulated in order to get to the number of sleep disturbed of the night-time variant

The cost-effectiveness of the updated 29k scenario reflects the cost for the aviation industry in euros per reduced sleep disturbed resident. The annual costs total between € 6.8 million and € 8.3 million per year, corresponding to € 2,500 to € 3,100 per reduced sleep-disrupted residents. For this update, the numbers of flights to be relocated or replaced for the low-cost, network, cargo and express airline segments have been updated.

The cost range depends on factors in 2 airline segments: Low-cost carriers' choice of the type of aircraft (B737NG/A320, or B737 Max-8/A320-neo) to be leased for daytime operation of the night flights to be replaced, depending on which types already exist in the fleet; the price reduction that network carriers will make on tickets for seats on ICA flights to fill them with OD passengers depends on the destination (demand for tickets on routes to the Americas or to Asia have different price elasticities). The exact number of seats to be filled to different destinations varies from year to year, depending on demand. For a detailed explanation of the method used to calculate cost-effectiveness, see the main report¹.

In this update, in coordination with the ministry, the Schiphol Survey 2019 (an overview of registered flights) was used to determine the number of transfer passengers in detail. The number of transfer passengers who would no longer travel via Schiphol due to rescheduled or cancelled flights in the night period is relevant for calculating the impact on *network airlines* (or *full-service carriers*) since they consider transfer passengers essential for the functioning of their business model. A distinction was made between arriving transfer passengers on flights with narrow-body and wide-body aircraft which we consider intra-

European flights and intercontinental (ICA) flights respectively. To minimise revenue loss, network airlines will reduce ticket prices on certain flights to attract OD passengers for the empty seats due to the loss of some transfer passengers. Different ticket prices and elasticities have been used for the different flight segments (intra-EU and ICA) to determine the costs for airlines.

The cost-effectiveness of the 29k scenario can be compared with the cost-effectiveness of the alternative measures. The outcome of the comparison shows that the cost to the aviation industry for reducing the number of sleep-disturbed residents is lowest in the 29k night flights scenario.

Measure 1: Fleet renewal

If one assumes a constant fleet renewal over the years, the number of night flights remains the same and the average size of the aircraft remains the same, the number of people suffering from severe sleep disturbance will decrease. With such a constant fleet renewal, a similar number of severely sleep disturbed and dwellings can be realised in 2027 compared to the night scenario with 29,000 aircraft movements, see table 2. If the fleet renewal were to be accelerated, a greater reduction severely sleep disturbed would be possible. However, there is a lack of policy instruments to enforce a faster fleet renewal.

Noise reduction resulting from fleet renewal can also be 'used' to deploy larger aircraft, with the possible consequence that the number of severely sleep disturbed remains the same as in the reference situation. Fleet renewal can only permanently benefit the number of severely sleep disturbed if a (hard) limit is legally established. Schiphol is slot-regulated, and airlines can choose the type of aircraft to be used. Therefore, a legal guarantee is no option.

Table 2 Results of measure 1.

Scenario	Severely sleep disturbed	Dwellings
	40 dB(A) L _{night}	48 dB(A) L _{night}
Base scenario 32k	24,400	5,700
Measure 1 – Fleet renewal, 2027	21,700	4,900

The costs of fleet renewal cannot be estimated. Thereby, fleet renewal is a process that takes place within the operational management of airlines and therefore there are no additional costs, depending on the desired reduction in noise levels over time.

Feasible before end of 2024?

The results of measure 1 show the number of severely sleep disturbed and dwelling in GJ2027 when this fleet renewal is applied. It is unrealistic that this number of severely sleep disturbed and dwellings can be achieved by the end of 2024 without any additional measures.

Measure 2: Phase out noisiest aircraft

A relatively small number of aircraft causes a relatively large amount of noise nuisance at night. By phasing out these aircraft through a legal arrangement, noise nuisance can be reduced. Measure 2 phases out the noisiest aircraft (in terms of cumulative noise level and cumulative noise margin). Aircraft types such as the Boeing 747-400 are then no longer allowed to take off or land at night. There are 2 variants of this measure. The soft variant replaces these aircraft with the most logical new aircraft, while the hard variant replaces them with aircraft that meet the new stricter noise standard, even if this requires a different type of aircraft. Table 3 describes the bandwidth of the hard and soft scenario.

Table 3 Bandwidth measure 2.

Scenario	Bandwidth
Hard	Cumulative margin <10 EPNdB is not allowed.
	Cumulative level >285 EPNdB is not allowed.
Soft	Cumulative margin <10 EPNdB is not allowed.
	Cumulative level >292 EPNdB is not allowed.
	In case of a cumulative level between 285-292 EPNdB, a realistic (lower noise) replacement is considered.

Table 4 shows the selection of airlines and aircraft types that fall within the hard and soft scenario criteria. Additionally, the table shows aircraft types that are used as replacements.

Table 4 Selection of airlines/aircraft types sorted by noise level.

Airline	Aircraft type	Noise level	Noise margin	Scenario - Hard	Scenario - Soft	Night movements (in 32k-scenario)
Martinair Holland	B744	●	●	B779 ⁵	B779 ⁵	817
Singapore Airlines	B744	●	●	A35K ⁶	A35K ⁶	125
KLM	B77W	●	●	B779	B77W	796
China Southern Airlines	B77W	●	●	B779	B77W	253
KLM	A333	●	●	B781	B781	164
KLM	A332	●	●	B789	B789	650
Delta Airlines	A333	●	●	A339	A339	687
Turkish Airlines	A332	●	●	B789	A332	879
Nippon Cargo Airlines	B748	●	●	A35K	B748	225
MNG Airlines	A306	●	●	A339	A333	193
DHL	A306	●	●	A339	A333	103
TUI fly	B763	●	●	B788	B788	79
KLM	B772	●	●	B779	B772	364
China Southern Airlines	A333	●	●	B789	A333	1.531
DHL	A333	●	●	A339	A333	664
DHL	A332	●	●	A339	A332	149
Totaal:						7.678

● = Mandatory replacement in both the hard and soft scenarios.

● = Mandatory replacement in the hard scenario, but not in the soft scenario.

● = No replacement required.

⁵ During the completion of the study, the holding Air France-KLM (which Martinair is part of) announced that the Boeing 747-400Fs will be replaced by the Airbus A350F, too late to be included in this study. This replacement is expected to have a limited influence on the noise result: +/- 100 severely sleep disturbed.

⁶ Freighter (A350F).

The hard scenario produces a more positive result in terms of sleep disturbed. The hard scenario has a lower number of severely sleep disturbed and dwellings compared to the night reduction-scenario of 29.000 aircraft movements. The soft scenario shows a milder positive picture, see table 5. As with measure 1, a legal safeguard (e.g., a hard limit) would be desirable to ensure that the replacement benefits residents.

Table 5 Results of measure 2.

Scenario	Severely sleep disturbed	Dwellings
	40 dB(A) L _{night}	48 dB(A) L _{night}
Base scenario 32k	24,400	5,700
Measure 2 – Soft	20,000	4,500
Measure 2 – Hard	17,000	3,800

For the measure on banning the noisiest aircraft from the night, the cost calculation considers options to replace aircraft with other aircraft in an airline's fleet, natural fleet renewal and purchase of a similar-sized aircraft with a lower noise level. In some cases, there may be schedule changes within an airline's fleet to replace an aircraft with a quieter one. For this, we do not allocate a cost in the measure. Some airlines also replace certain types of aircraft in the short term. Such natural fleet replacements are not included in the costs because they fall within the cost structure of airlines' business. The limit for natural fleet renewal of aircraft to be replaced is in autumn 2024. All fleet replacement after autumn 2024 is considered mandatory fleet renewal due to a legal provision on night-time noise emissions.

Those aircraft that have not yet been replaced by other aircraft in the fleet or by natural fleet renewal count towards mandatory replacement under the measure. In this update, the methodology for calculating the cost of mandatory replacement has been tightened to provide a more accurate estimate. It has been assumed that with a 25-year life of the aircraft in the fleet, mandatory replacement is on average 10 years earlier than natural replacement. Therefore, 40% (10/25 years) acquisition costs for new aircraft have been included in the costing of the measure.

Replacing the noisiest aircraft in the *hard* scenario has a cost-effectiveness of € 16,900 per reduced sleep disturbed and a total estimated cost of € 1.2 billion (corresponding to € 125 million per year). The remaining number of sleep disturbed residents in scenario *hard* is almost 5,000 lower than in the scenario of up to 29,000 night flights. In the *soft* scenario, this measure has a cost-effectiveness of € 8,600 per reduced sleep disturbed and a total estimated cost of € 373 million for the airlines (corresponding to € 38 million per year). The remaining number of sleep disturbed residents is about 1,000 lower than the number in the scenario of up to 29,000 night flights.

Feasible before end of 2024?

Although measure 2 is very effective for reducing the number of severely sleep disturbed, the measure is unfavourable in relation to the cost-effectiveness. In addition to requiring large investments from the airlines, we consider the hard and soft scenario unrealistic for the end of 2024 due to the longer delivery times of aircraft, with the result that they would have to suspend their operations.

Measure 3: Wider application of Continuous Descent Approach

When aircraft descend gradually, they cause less noise pollution than when they descend in stages, as is usually the case. Therefore, a wider application of the so-called Continuous Descent Approach (CDA) reduces noise nuisance. Within this measure, one scenario has been updated: all landings during the night will follow the CDA procedure. Table 6 shows the results.

Table 6 Results of measure 3.

Scenario	Severely sleep disturbed	Dwellings
	40 dB(A) L_{night}	48 dB(A) L_{night}
Base scenario 32k	24,400	5,700
Measure 3 – 100% CDA	23,300	5,500

In the reference situation, an average of 75% of the landings follow the CDA procedure. Hence, the potential noise gain by having all landings operate according to the CDA procedure is limited. This is also evident in the results.

The costs for a wider implementation of CDA are expected to be borne by LVNL. The costs are likely to be limited to ATC operational costs. We assume that the implementation of this measure will not lead to capacity problems for the approach and take-off routes around Schiphol during night-time flights.

Feasible before end of 2024?

Measure 3 has a limited effect on the number of severely sleep disturbed. We expect that as soon as full application of CDA procedures is technically and capacity-wise feasible during the night, Schiphol and LVNL will implement as such. The most challenging part concerns the early morning (between 06:00 and 07:00) due to the greater number of flights. It is not expected this measure to be fully implemented before the end of 2024. Given the small contribution of this measure to severely sleep disturbed, additional stimulation is not very effective.

Measure 4: Remove dwellings

When there are fewer houses within the noise contours, the number of people suffering from severe sleep disturbance decreases as well. In the modulation, dwellings have been removed until the number severely sleep disturbed corresponds to the numbers of 29,000 night flights. Dwellings within the contours of the reference situation are removed from high to low in terms of L_{night} -dB(A) levels. Table 7 shows the number of dwellings that would have to be removed to get to the same number of severely sleep disturbed as in the night-time reduction scenario. It is assumed that new housing will not be located elsewhere within the 40 dB(A) L_{night} -contour.

Table 7 Results of measure 4.

Scenario	Severely sleep disturbed	Dwellings
	40 dB(A) L_{night}	48 dB(A) L_{night} (*to be removed)
Base scenario 32k	24,400	5,700
Measure 4 – Remove dwellings	21,700	*5,700

The cost-effectiveness of this measure is € 65,900 annually per severely sleep disturbed for the 29,000 scenario (total estimated cost of € 3.4 billion, corresponding to € 178 million annually). The cost of this measure is a one-off substantial expense. In addition, there are likely to be practical concerns due to the scale of implementation of such a measure.

Feasible before end of 2024?

In view of the current housing market crisis, the size of the measure and the high costs, we do not expect measure 4 to be realistic before the end of 2024.

Measure 5: Insulate dwellings

To reduce the number of severely sleep disturbed, there is also the option to improve the sound insulation of dwellings. The highest variant has been updated for this measure, namely the 5 dB(A). In the modulation, the dwellings have been insulated by 5 dB(A) until the number of severely sleep disturbed had been reached for the night-time reduction scenario. Table 8 shows the number of dwellings that needs to be insulated (within the 40 dB(A) L_{night}) to bring the number of severely sleep disturbed in line with the night-time reduction scenario.

Table 8 Results of measure 5.

Scenario	Severely sleep disturbed 40 dB(A) L_{night}	Dwellings 48 dB(A) L_{night} (*to be insulated)
Base scenario 32k	24,400	5,700
Measure 5 – Insulate dwellings by 5 dB(A)	21,700	*24,000

The modulated way of insulating can lead to a situation where a specific dwelling is insulated but an adjacent one is not, because the number of severely sleep disturbed has already been reached. This may not be realistic, however. These results are purely an indication of the number of insulated dwellings needed to achieve the same result as in the night-time reduction scenarios. Apart from the insulation, it is also assumed that residents sleep with the windows closed. In case one sleeps with a window open, insulation will not have the desired effect as is modulated.

It is also important to note that insulation is not included in the enforcement of Schiphol. After all, it is the noise value on the outer wall of a dwelling that counts. This means that investigating the effect of insulation is mainly indicative. It may be desirable to implement insulation measures for the surrounding area, but this will not affect enforcement.

The costs for this measure are in total € 1.5 billion. To compare these costs, they are converted to annual costs: with a social cost amortisation period of 25 years, the costs are € 82 million per year. The cost-effectiveness per reduced sleep disturbance is € 30,200 per year. However, this amount is highly dependent on the exact design of an insulation programme for eligible houses.

Feasible before end of 2024?

We do not expect measure 5 to be realistic before the end of 2024, given its size and high costs.