

# Memo

## Buffertijd reizigers op Nederlandse luchthavens

---

**Aan**

Johan Visser (KiM)

**C.c.**

Roel Faber, Pauline Wortelboer, Marlinde Knoope (KiM)

**Van**

Jeroen Muller, Marco Kouwenhoven (Significance)

**Datum**

9 januari 2025

**Referentie**

24043-M01 v5

---

## 1. Inleiding

In 2023 zijn de nieuwe nationale reistijdwaarderingskengetallen voor Nederland gepubliceerd door het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (Knoope 2023<sup>1</sup>, Significance 2023<sup>2</sup>). Naast een herijking van de waarderingskengetallen voor de klassieke vervoerswijzen als auto, trein en vliegen, zijn in deze studie voor het eerst waarderingskengetallen voor fiets, lopen en het voor- en na transport naar de luchthaven bepaald. Met de kengetallen is het bijvoorbeeld mogelijk om de kosten/baten van de verandering van de voortransporttijd te berekenen. En ook geeft het rapport handvaten om een waardering te hangen aan de kans op het missen van een vlucht en de keuze voor de buffertijd.

Bij het toepassen van deze nieuwe kengetallen zijn enkele vragen naar voren gekomen, waaronder de vraag of de buffertijd van een reiziger verandert wanneer deze uitwijkt naar een andere luchthaven. De buffertijd is gedefinieerd als de extra tijd (exclusief procestijd voor o.a. inchecken, douane en boarden)

---

<sup>1</sup> Knoope, M. (2023), Nieuwe waarderingskengetallen voor reistijd, betrouwbaarheid en comfort, Rapport. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

<sup>2</sup> Significance (2023) Values of Time, Reliability and Comfort in the Netherlands 2022, Technical Report 19022-R01, november 2023

die reizigers voorafgaand aan hun vlucht op de luchthaven aanwezig zijn. Dit doen ze onder meer om ervoor te zorgen dat hun kans op het missen van de vlucht acceptabel klein wordt. Wat ontbreekt in de nieuwe kengetallen is informatie hoe groot de buffertijd is. Hierbij spelen factoren als de afstand van het vortransport naar de luchthaven, het motief van de reis, het type vlucht en de soort luchthaven (internationaal versus regionaal) mogelijk een rol.

Deze memo beschrijft de aanvullende analyse ter bepaling van een functie voor de buffertijd op luchthavens, met de vortransportafstand, het motief, soort luchthaven en type vlucht als verklarende variabelen. Voor het bepalen van de functie wordt dezelfde dataset gebruikt als tijdens het reistijdwaarderingsonderzoek van het KiM. Gebruikers kunnen deze functie gebruiken in de toepassing van de reistijdwaarderingkengetallen in scenario's waarbij reizigers uitwijken naar een andere luchthaven.

De structuur van de memo is als volgt. In hoofdstuk 2 wordt de dataset beschreven en wordt toegelicht welke dataverrijkende stappen er zijn ondernomen. In hoofdstuk 3 beschrijven we de methode voor het afleiden van de buffertijd-functie en worden de resultaten getoond. In hoofdstuk 4 wordt de conclusie van de analyse beschreven en geven we aanbevelingen hoe deze functie toegepast kan worden.

## 2. Dataset en preparatie

Het Nederlandse reistijdwaarderingsonderzoek is gebaseerd op een uitgebreid *stated preference* (SP) onderzoek, waarbij antwoorden van ruim 9,700 respondenten zijn verzameld. Het onderzoek is uitgevoerd door Significance in opdracht van het KiM. Het technische rapport<sup>3</sup> beschrijft in detail de dataverzameling, keuzemodellen en analyse van reistijdwaarderingkengetallen. In dit onderzoek gebruiken we dezelfde dataset als in het reistijdwaarderingsonderzoek.

### Dataselectie

De dataset uit het Nederlandse reistijdwaarderingsonderzoek bevat informatie over veel verschillende vervoerswijzen en reismotieven. We beperken ons voor deze analyse tot alle respondenten die (1) een reis per vliegtuig hebben gemaakt en (2) meegedaan hebben aan het experiment over vortransport naar de luchthaven (experiment SP5A). Belangrijke andere selecties met betrekking tot de data zijn:

- Wij hanteren dezelfde filtercriteria voor respondenten als in het reistijdwaarderingsonderzoek. In het reistijdwaarderingsonderzoek zijn respondenten om verschillende redenen uitgesloten van het onderzoek. Denk hierbij aan:
  - fouten waardoor het experiment niet goed getoond werd.
  - onrealistische/inconsistente waarden voor reistijden, kosten etc.
  - afwijkend keuzegedrag of te snel invullen van de enquête.

In het technische rapport van het reistijdwaarderingsonderzoek is een uitgebreide toelichting te vinden.

- We accepteren alleen respondenten die zijn vertrokken vanaf een Nederlands luchthaven.
- Observaties met onlogische waarden voor buffertijd (negatief) en vortransporttijd (negatief) worden uit de dataset verwijderd

Deze selectiestappen leiden tot een dataset van 555 respondenten waarop de analyse wordt uitgevoerd.

---

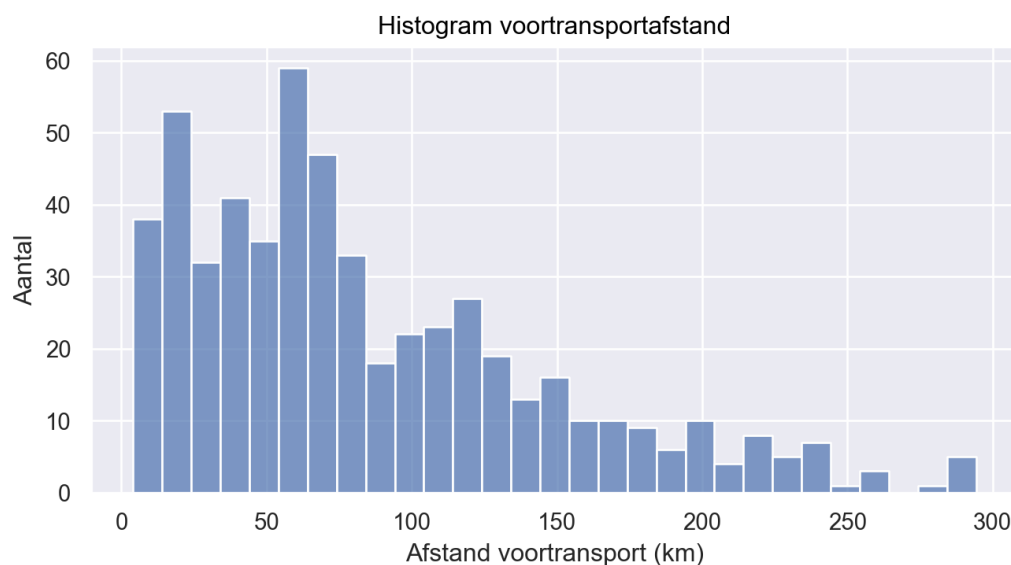
<sup>3</sup> Zie voetnoot 2.

### Toevoeging voortransportafstand

Een belangrijk punt ter aanleiding van dit onderzoek is in hoeverre de keuze voor de buffertijd samenhangt met de afstand van het voortransport. De afstand van het voortransport kan namelijk sterk veranderen door de keuze voor een andere luchthaven. De voortransportafstand is tijdens het reistijdwaarderingsonderzoek in 2022 niet bevraagd en zit daarom niet in de dataset. Er is wel informatie over de 4-cijferige postcode (PC4) van het thuisadres en de keuze voor de vertrekluchthaven beschikbaar. We gebruiken deze gegevens om een voortransportafstand te schatten op basis van PC4 informatie. Voor de luchthavens in Nederland gebruiken we de volgende PC4-codes:

- Schiphol Airport: 1117
- Rotterdam The Hague Airport: 3045
- Eindhoven Airport: 5657
- Maastricht Aachen Airport: 9761
- Groningen Airport Eelde: 6199

Voor de afstanden tussen PC4 zones is gebruik gemaakt van de geografische PC4 dataset van het CBS. We kiezen voor de geografische data uit 2022, zodat deze gelijk is aan het jaar waarin de data is verzameld voor Nederlandse reistijdwaarderingsonderzoek. Afstanden worden bepaald door de hemelsbrede afstand tussen het zwaartepunt van beide zones. Een route met auto of trein naar het vliegveld zal altijd een langere afstand hebben dan de hemelsbrede afstand. Daartoe wordt de afstand tussen PC4-zones met een correctiefactor van 1.35 vermenigvuldigd. De correctiefactor is gebaseerd op typische waarden gevonden in de literatuur en door simulatie van een veelvoud van routes op basis van PC4-combinaties in deze dataset. Figuur 1 toont de verdeling van de voortransportafstanden van de 555 respondenten in de dataset.



Figuur 1 - Verdeling voortransportafstand (in km) in verrijkte dataset

## 3. Regressieanalyse

We bepalen de functie voor de buffertijd door middel van een regressieanalyse. In dit hoofdstuk beschrijven we hoe de dataset is geprepareerd voor de regressieanalyse en wat de uitkomst van de regressieanalyse is. Voor de regressieanalyse stellen we de volgende uitgangspunten vast:

1. We veronderstellen dat de kans op het missen van een vlucht niet wijzigt bij de keuze van een andere luchthaven. Het is aannemelijk dat reizigers bij een andere vertrekluchthaven hun buffertijd zullen aanpassen, zodanig dat de kans op het missen van de vlucht nog steeds acceptabel klein blijft. Oftewel, we nemen aan dat reizigers dezelfde kans accepteren ongeacht de keuze voor de luchthaven.
2. We maken geen onderscheid naar de modaliteit van het vortransport. Het maakt dus niet uit met welke vervoerswijze reizigers de vortransportreis maken in deze analyse. Merk op dat er wel verschillende reistijdwaarderingcijfers per modaliteit van het vortransport beschikbaar zijn.
3. Een onderliggende aanname is dat er geen onderscheid is tussen regionale luchthavens. Dat betekent dat we geen onderscheid maken tussen een keuze voor bijvoorbeeld Groningen Airport Eelde en Eindhoven Airport. Alle Nederlandse luchthavens exclusief Schiphol Airport worden aangemerkt als regionale luchthaven<sup>4</sup>.

### Datapreparatie

In hoofdstuk 2 is de totstandkoming van de dataset beschreven. Toch is de dataset nog niet volledig geschikt voor een regressieanalyse. Een lineair regressiemodel kan erg gevoelig zijn voor *outliers* (een datapunt dat sterk afwijkt van het merendeel van de data), wat kan leiden tot een minder betrouwbaar model. Bovendien kan een lineair regressiemodel slecht omgaan met nominale variabelen (categorie variabelen) indien verkeerd opgenomen in de dataset. In deze paragraaf wordt beschreven hoe met beide aandachtspunten wordt omgegaan.

We bepalen voor 4 continue variabelen of er *outliers* in de dataset zitten. We bepalen of een datapunt een *outlier* is door de Z-score van het datapunt te berekenen. Wanneer de Z-score hoger is dan 3 (de gestandaardiseerde afwijking van het datapunt is meer dan 3x de verwachtingswaarde), wordt deze bestempeld als een *outlier*<sup>5</sup>. Dit doen we voor de variabelen:

- Voortransporttijd: [5 *outliers*]
- Buffertijd: [3 *outliers*]
- Voortransportafstand: [6 *outliers*]
- Gemiddelde snelheid (voortransportafstand gedeeld door de voortransporttijd) : [9 *outliers*]

In de dataset zien we dat deze *outliers* voornamelijk zeer onwaarschijnlijk grote waarden hebben voor de voortransporttijd. Zo vallen onder deze *outliers* buffertijden van meer dan 10 uur en voortransporttijden van meer dan 15 uur. Ook is in enkele gevallen de gemiddelde snelheid van het vortransport onrealistisch hoog. Een plausibele verklaring hiervoor is dat respondenten niet vanuit hun thuisadres naar de luchthaven zijn vertrokken, maar vanaf een hotel/andere overnachtingslocatie. Ons vermoeden is dat dit bij circa 15-20 observaties een rol heeft gespeeld. De dataset bevat ook enkele observaties met een zeer lage gemiddelde snelheid (5-20 km/h) van het vortransport, maar deze worden niet als *outlier* bestempeld. Dit zijn veelal vortransportritten per trein, bus, tram of metro of autoritten die tijdens de spits zijn gemaakt. Het is dus mogelijk dat deze vortransportreizen gepaard gingen met files en vertragingen. We kunnen dus niet uitsluiten dat dit plausibele reizen zijn geweest.

De *outliers* zijn verdeeld over 21 respondenten. Hierdoor blijft er een dataset van 534 respondenten over waarmee de regressieanalyse wordt uitgevoerd. In Tabel 1 zijn het aantal observaties per variabele in de dataset beschreven.

<sup>4</sup> Onder regionale luchthavens vallen: Rotterdam The Hague Airport, Eindhoven Airport, Groningen Airport Eelde en Maastricht Aachen Airport.

<sup>5</sup> Bij een normaalverdeling is de kans op een  $Z > 3$  kleiner dan 0,002

Tabel 1 - Overzicht aantal observaties in dataset per variabele

Motief	#	Vluchttype	#	Voortransportafstand	#	Buffertijd	#
Niet-zakelijk	411	Continentaal (Schiphol)	279	0 – 50 km	183	0 – 1 uur	18
Zakelijk	123	Continentaal (regionaal)	128	50 – 100 km	181	1 – 2 uur	98
		Intercontinentaal (Schiphol)	127	100 – 150 km	101	2 – 3 uur	200
				150 – 200 km	44	3 – 4 uur	140
				200 – 300 km	25	4+ uur	78
<b>Totaal</b>	<b>534</b>		<b>534</b>		<b>534</b>		<b>534</b>

### Dummy codering nominale variabelen

Nominale variabelen – variabelen die een categorie beschrijven – worden als dummy's gecodeerd. De variabelen voor type luchthaven (Schiphol Airport versus regionale luchthavens) en type reis (continentaal versus intercontinentaal) worden samengenomen tot één verklarende variabele. We doen dit omdat er geen intercontinentale vluchten vertrekken vanaf regionale luchthavens in Nederland<sup>6</sup>, en de afzonderlijk dummy-variabelen anders sterk correleren. Continentale vluchten vanuit Schiphol worden als referentie genomen in het model. Ook het reismotief (zakelijk versus niet-zakelijk) wordt als dummy gecodeerd, waarbij het niet-zakelijke segment als uitgangspunt wordt genomen.

### Regressieanalyse

Voor de regressieanalyse maken we gebruik van een *ordinary least squares* (OLS) lineaire regressie met buffertijd als afhankelijke variabele en voortransportafstand, vluchttype en motief als onafhankelijke variabelen. De formule van deze lineaire regressiefunctie is als volgt:

$$B = \beta_{vta} \cdot d + \delta_{regionaal} + \delta_{intercontinentaal} + \delta_{zakelijk} + C \quad (eq\ 1)$$

Waarbij:

$B$	Buffertijd (minuten)
$d$	Afstand voortransport (km)
$\beta_{vta}$	Coëfficiënt voortransportafstand
$\delta_{regionaal}$	Dummy-coëfficiënt voor de regionale luchthavens
$\delta_{intercontinentaal}$	Dummy-coëfficiënt voor intercontinentale vluchten vanaf Schiphol
$\delta_{zakelijk}$	Dummy-coëfficiënt voor zakelijk reismotief
$C$	Constante

De resultaten van de regressieanalyse zijn gegeven in Tabel 2. De geschatte coëfficiënten hebben plausibele en intuïtieve waarden. De constante  $C$  is in het model geschat op 184,7 minuten; grofweg 3 uur. Dit betekent dat respondenten in de basis een gemiddelde buffertijd van circa 3 uur kiezen voor een continentale vlucht vanaf Schiphol Airport (de transportafstand nog buiten beschouwing gelaten). Voor continentale vluchten vanaf een regionale Nederlands luchthaven zoals Rotterdam The Hague Airport of Eindhoven Airport accepteren reizigers een 55 minuten kortere buffertijd. De coëfficiënt voor intercontinentale vluchten vanaf Schiphol is statistisch niet significant ( $\alpha = 0,05$ ). We kunnen op basis van deze dataset dus niet concluderen dat reizigers een langere buffertijd kiezen voor intercontinentale vluchten in vergelijking met continentale vluchten vanaf Schiphol Airport.

Bijzonder omstandigheden buffertijd Schiphol

Tijdens het reistijdwaarderingsonderzoek in 2022 golden er bijzonder omstandigheden op Schiphol met betrekking tot de wachttijden. Het vliegverkeer trok snel aan in navolging van de COVID-19

<sup>6</sup> Strikt genomen worden er vanaf regionale luchthavens wel enkele intercontinentale bestemmingen aangedaan (bijv. Antalya (Azië) en Marrakesh (Afrika)), maar worden gezien hun afstand in deze analyse als continentaal/regionaal luchtverkeer gerekend.

pandemie en Schiphol kampte met personeelstekorten o.a. de beveiliging/douane. Dit had lange wachttijden tot gevolg. Reizigers werden geadviseerd om minimaal 3 uur van tevoren aanwezig te zijn, ongeacht of het een continentale of intercontinentale vlucht betrof. Dit heeft effect gehad op de gekozen buffertijd van reizigers op Schiphol, en kan een plausibele verklaring zijn dat er geen significant effect is gevonden voor een verschil tussen continentale en intercontinentale vluchten.

Voor zakelijke reizigers zien we wel een significant effect op de buffertijd: afgerond 30 minuten korter vergeleken met niet-zakelijke reizigers. De coëfficiënt voor de voortransportafstand  $\beta_{vta}$  heeft een geschatte waarde van 0,1135. De totale voortransportafstand (van thuisadres naar de luchthaven) dient vermenigvuldigd te worden met deze coëfficiënt en wordt bij de buffertijd opgeteld. Het effect van de voortransportafstand in het model is beperkt. Ter illustratie: het verschil tussen een reiziger die 10 km van de vertrekluchthaven woont versus een reiziger die 100 km van de vertrekluchthaven woont op de buffertijd is in dit model circa 10 minuten. De voortransportafstand is geen sterke verklarende variabele voor de buffertijd van luchtvaartreizigers.

Tabel 2 - Resultaten regressie buffertijd als functie van voortransportafstand, reistype en motief

	Coëfficiënt	Std. Error	t-ratio	p-waarde
$\beta_{vta}$	0,1135	0,044	2,587	0,01
$\delta_{\text{regionaal}}$	-55,385	6,31	-8,777	0
$\delta_{\text{intercontinentaal}}$	8,1932	6,174	1,327	0,185
$\delta_{\text{zakelijk}}$	-29,7689	6,042	-4,927	0
C	184,7022	5,372	34,385	0
Aantal observaties	534			
Vrijheidsgraden	4			
Log-likelihood	-2919,7			
R <sup>2</sup>	0,182			
R <sup>2</sup> (adj.)	0,176			
Durbin-Watson	1,536			
P(Jarque-Bera)	0,132			

Het model scoort een R<sup>2</sup>-waarde van 0,182 en R<sup>2</sup>(adj.)-waarde van 0,176; dit betekent dat het regressiemodel maar een beperkte verklarende kracht heeft. Ongeveer 18,2% van de variatie in de buffertijd wordt in dit model verklaard door de voortransportafstand, de type vlucht en het reismotief. Dit is vaak een indicatie dat andere factoren de variatie in buffertijdkeuze beïnvloeden, maar het waarschijnlijk is dat deze factoren niet bevestigd zijn in de enquête en dus niet in de dataset zitten. De Durbin-Watson waarde van 1,536 beschrijft dat de verdeling van afwijkingen relatief gelijk verdeeld is<sup>7</sup> en de Jarque-Bera *probability* geeft aan dat de afwijkingen niet significant afwijken van een normaalverdeling, een belangrijke aanname voor lineaire regressiemodellen. Dat is een indicatie dat ondanks de beperkte verklarende kracht van het model, het resultaat wel valide en plausibel is gegeven deze dataset.

<sup>7</sup> De ideale waarde voor de Durbin-Watson statistiek ligt tussen de 1 en 2.

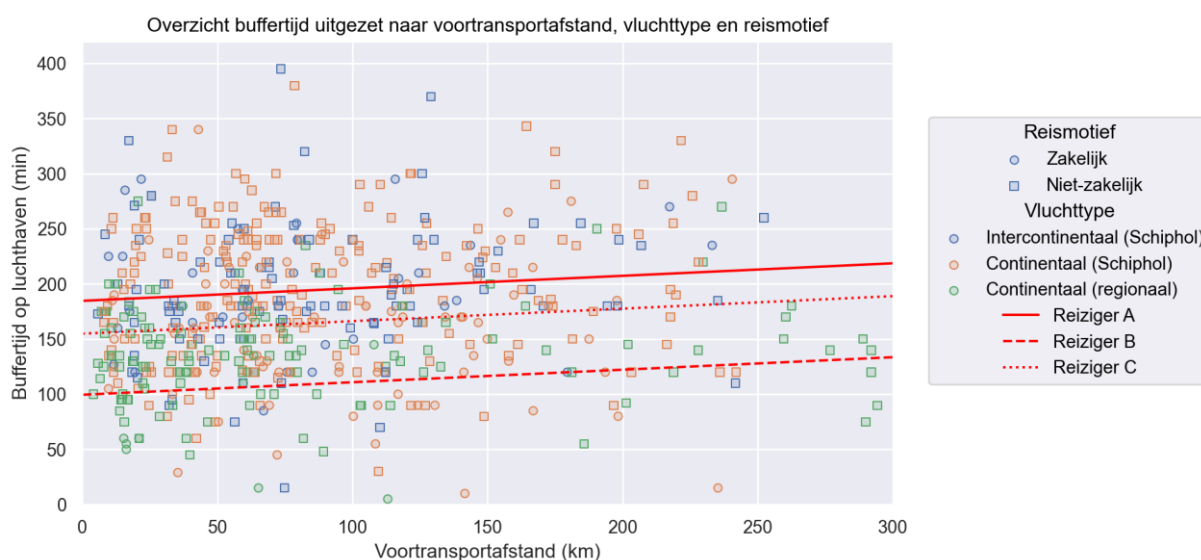
## Rekenvoorbeelden en toepassing

In Tabel 3 zijn enkele rekenvoorbeelden gegeven voor de buffertijd van 3 verschillende type reizigers. Deze resultaten zijn verkregen door de coëfficiëntwaarden uit Tabel 2 in te vullen in de vergelijking Eq 1. In Figuur 2 is weergegeven hoe het regressiemodel voor de verschillende scenario's (rode lijnen) zich verhouden tot de observaties in dataset (datapunten).

Het is ons advies om de uitkomsten van deze studie uitsluitend te gebruiken in relatie tot de reistijdwaarderingsskengetallen voor de luchtvaart in Nederland. Het model beschikt over te weinig verklarende kracht om breed ingezet te worden in het voorspellen van buffertijd van reizigers buiten deze scope. In relatie tot de reistijdwaarderingsskengetallen is het model wel geschikt. De regressieanalyse is uitgevoerd op een dataset die consistent is met het reistijdwaarderingsonderzoek in Nederland. Deze analyse kan gezien worden als een set richtlijnen om een verandering in buffertijd te bepalen voor het doorrekenen van scenario's in (M)KBA's of andere waarderingstudies waarin sprake is van gewijzigde luchthavenkeuze. Merk op dat de uitkomsten van het model enkel van toepassing zijn op de Nederlandse luchthavens; voor buitenlandse luchthavens is geen data beschikbaar.

Tabel 3 - Rekenvoorbeelden bepalen buffertijd

Voorbeeld	Vluchttype	Reismotief	Voortransportafstand	Buffertijd
Reiziger A	Continentale vlucht Schiphol Airport	Niet-zakelijk	25 km	187,5 min
Reiziger B	Continentale vlucht Groningen Airport Eelde	Zakelijk	15 km	101,3 min
Reiziger C	Intercontinentale vlucht Schiphol Airport	Zakelijk	70 km	162,8 min



Figuur 2 - Voorbeeld toepassing regressiemodel op dataset

## 4. Conclusie

Het doel van deze analyse was om een functie voor de buffertijd van reizigers op luchthavens te bepalen, met de voortransportafstand, het motief, soort luchthaven en type vlucht als verklarende variabelen. Deze functie is door middel van een regressieanalyse succesvol bepaald. Het betreft een relatief eenvoudig lineair regressiemodel met beperkte verklarende kracht, maar de uitkomsten van het model

worden als plausibel beoordeeld. De gemiddelde buffertijd voor reizigers op Schiphol ligt rond de 3 uur; gelijk aan het reisadvies dat Schiphol in 2022 uitgaf. Er is geen significant verschil gevonden tussen de buffertijd voor reizigers van intercontinentale vluchten versus continentale vluchten. Verder schat het model dat reizigers een 55 minuten kortere buffertijd accepteren voor een regionale luchthaven. Ten slotte kiezen zakelijke reizigers voor een circa 30 minuten kortere buffertijd dan niet-zakelijke reizigers.

De uitkomsten van het regressiemodel zijn geschikt om toe te passen binnen de scope van het onderzoek: het toepassen van waarderingskengetallen van de luchtvaart in (M)KBA of andere waarderingsstudies. Een voorbeeld is een scenario waarbij de luchthavenkeuze van reizigers wijzigt. Voor het gebruik van de resultaten buiten de scope van het onderzoek – bijvoorbeeld toepassing op buitenlandse luchthavens – is enige voorzichtigheid gepast.