

Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat

Hotspot Mainport Schiphol

Visieontwikkeling
Regionale Adaptatiestrategie

Bijlagen

Bijlage 1

Overzicht gevoerde gesprekken

Gevoerde gesprekken in Fase 1

1. Overleg met Peter van den Brink (Schiphol Group); Monique Slegers (KvK); en Gerrit Baarse (BB&C) op 12 september 2013.
2. Overleg met Arie Kattenberg, Arnout Feijt en Janette Bessembinder (KNMI); Monique Slegers (KvK); en Gerrit Baarse op 30 september 2013.
3. Overleg met Jan Sondij en Ben Wichers Schreur (KNMI); Monique Slegers (KvK); en Gerrit Baarse op 10 oktober 2013.
4. Overleg met Jarno Deen, Jelmer Biesma en Etienne Faassen (Hoogheemraadschap Rijnland) en Gerrit Baarse op 6 november 2013.
5. Overleg met Frans Klijn (Deltares) en Gerrit Baarse op 11 november 2013.
6. Overleg met Conny van Zuijlen en Martijn Lucas (Provincie Noord-Holland); Monique Slegers (KvK); en Gerrit Baarse op 12 november 2013.
7. Overleg met Jan-Otto Haanstra (Schiphol Group - Airside Operations) en Gerrit Baarse op 28 november 2013.
8. Overleg met Ed Koelemeijer (Schiphol Group – Programma Manager Water) en Gerrit Baarse op 2 december 2013.

Gevoerde gesprekken in Fase 2

1. Overleg Herman van der Most (Deltares, Deltaprogramma Veiligheid) en Gerrit Baarse op 16 januari 2013.
2. Overleg met Lonneke Smit (LVNL) en Gerrit Baarse op 22 januari 2013.
3. Overleg met Janette Bessembinder, Arie Kattenberg en Arnout Feijt (KNMI) en Gerrit Baarse op 12 februari 2013.
4. Overleg met Chris Zevenbergen (UNESCO-IHE, Dura Vermeer) en Gerrit Baarse op 28 februari 2013.
5. Overleg met Jan Sondij en Ben Wichers Schreur (KNMI); Monique Slegers (KvK); en Gerrit Baarse op 10 maart 2013.
6. Overleg met Reinout Boers en Andreas Sterl (KNMI) en Gerrit Baarse op 11 maart 2013.
7. Overleg met Janette Bessembinder (KNMI) en Gerrit Baarse op 11 maart 2013.
8. Overleg met Rudmer Jilderda (KNMI) en Gerrit Baarse op 11 maart 2013.
9. Overleg met Ed Koelemeijer (Schiphol Group) en Gerrit Baarse op 31 maart 2014. Geen bespreekverslag.
10. Overleg met René Piek (Provincie Zuid-Holland) en Gerrit Baarse op 3 april 2014.
11. Overleg met Arnoud Vonk en Rob ten Hove (Schiphol Group) en Gerrit Baarse op 8 april 2014.
12. Overleg met Conny van Zuijlen (Provincie Noord-Holland); Erwin Groot (Hoogheemraadschap Rijnland); en Gerrit Baarse op 16 mei 2014.
13. Overleg met Jan Otto Haanstra (Schiphol Group); Monique Slegers (KvK); en Gerrit Baarse op 19 mei 2014.



Bijlage 2

Methode voor bepalen effecten van winterse condities

De methode voor de bepaling van de effecten van winterse condities heeft uitwerking gekregen in een tweetal spreadsheets, te weten:

- 1) Effecten winterse condities baangebruik.xlsx.
- 2) Effecten winterse condities de-icing.xlsx.

Deze bijlage geeft een gedetailleerde beschrijving van de inhoud van deze beide spreadsheets. Vervolgens wordt voor beide typen effectbepaling (effecten van winterse condities op baangebruik en de-icing) een illustratieve uitwerking gegeven van de effectbepaling.

2-1 Spreadsheet 'Effecten winterse condities baangebruik'

Binnen de spreadsheet 'Effecten winterse condities baangebruik' worden de volgende werkbladen onderscheiden:

- 1) Werkblad KVDB (kansverdeling duur bui).
- 2) Werkblad EBP (effecten op banen en plat-forms).

3) Werkblad WTB (wachttijdberekeningen).

In de deze werkbladen wordt voor de duiding van de betekenis van de verschillende onderdelen een aantal kleurenconventies gehanteerd zoals **onderstaand** aangegeven.

Legenda gehanteerde kleurencodes

	Directe invoer basisgegevens
	Specificaties klimaatscenario
	Gebruikerskeuzen
	Berekeningsresultaten
	Onderdelen niet van toepassing
	Resultaten actuele berekening
	Markering: toename/afname effecten
	Kaders, titels en toelichtingen

1) Werkblad KVDB (kansverdeling duur bui)

In het werkblad KVDB wordt de relatie gelegd tussen het optreden van een winterse bui van een bepaalde discrete duur (van 1 t/m 24 uur) en de kans dat als gevolg van die bui een aaneengesloten buiduur van x uur optreedt binnen de drukke, resp. de stille periode van het etmaal. Daarbij is thans uitgegaan van een lengte van de drukke en stille periode binnen het etmaal van resp. 15 en 9

Drukke periode		Kans aaneengesloten duur van bui of bepalende conditie van y uur (gegeven een totale duur van x uur)																							
Duur bui (x uur)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.375	0.625	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.333	0.083	0.583	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.292	0.083	0.083	0.542	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.250	0.083	0.083	0.083	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.208	0.083	0.083	0.083	0.083	0.458	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.167	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.417	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.125	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.042	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.292	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.208	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.208	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.292	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.417	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

uur. De verwerking van de kansverdelingen in de spreadsheet is echter geheel flexibel opgezet en kan plaatsvinden voor elke te definiëren lengte van de drukke en stille periode binnen het etmaal tussen 0 en 24 uur, met als voorwaarde dat de som van de beide lengtes gelijk is aan 24 uur (het gehele etmaal). Een illustratie van de bepaling van deze kansverdeling voor de drukke periode is gegeven in onderstaande figuur.

De kansverdeling wordt voor elke totale buiduur tussen 1 en 24 uur berekend op grond van het uitgangspunt dat de betreffende bui met een gelijke kans in elk uur van het etmaal kan beginnen. De kans op het beginnen van de bui in een bepaald uur is daarmee gelijk aan $1/24 = 0.042$. Vervolgens is een aantal logische wetmatigheden toegepast om de kansverdeling te genereren. Voor een buiduur van 1 uur geldt per definitie dat alleen buiduren binnen de drukke periode kunnen optreden van 0 (dus bui niet in drukke periode) en 1 (bui geheel in drukke periode). Voor een buiduur van 2 uur kan resp. 0, 1 en 2 uur binnen de drukke periode vallen. Voor een buiduur van 3 uur is dit 0, 1, 2 en 3 uur, etc. Per definitie kan de buiduur in een enkele drukke periode niet langer zijn dan de lengte van de drukke periode (in dit geval 15 uur). Bij buiduren groter dan de lengte van de stille periode (in dit geval 9 uur) valt per definitie altijd minimaal een deel in de drukke periode (en is de kans op 0 uur in de drukke periode gelijk aan 0).

Bij buiduren die minimaal 2 uur groter zijn dan de stille periode kan het bovendien voorkomen dat delen van de bui vallen in de drukke perioden van 2 verschillende etmalen, gescheiden door een stille periode. Stel er treedt een bui op met een duur van 16 uur die begint op 2 uur van het einde van de drukke periode. In dat geval is de buiduur in de drukke periode van het eerste etmaal 2 uur; valt de daaropvolgende 9 uur van de bui in de stille periode; en is er vervolgens een buiduur van 5 uur in de drukke periode van het volgende etmaal. Aangezien de aaneengesloten lengte van de buiduur in met name de drukke periode bepalend is voor het (cumulatieve) effect op de wachttijden wordt met het mogelijke 'opknippen' van een lange buiduur over 2 verschillende drukke perioden expliciet rekening gehouden. Met inachtneming van bovengenoemde regels kan voor elke verhou-

ding van de stille/drukke periode binnen het etmaal en voor elke buiduur de bovengenoemde kansverdeling eenduidig worden vastgesteld.

2) Werkblad EBP (effecten winterse neerslag)

In het werkblad EBP (effecten winterse neerslag) worden de volgende bewerkingen en berekeningen uitgevoerd:

- Beschrijving en selectie van buiduur frequentieprofiel.
- Berekening frequenties aaneengesloten buiduren in drukke/stille periode.
- Berekening inzet ploegen 'baan' en 'platform'.
- Vaststelling frequenties beperkingen baanbeschikbaarheid per buiduur in drukke periode.
- Vaststelling vliegtuig wachturen en aantallen geannuleerde/uitgeweken vluchten per gebeurtenis bepaald door combinatie buiduur en baanbeschikbaarheid.
- Berekening en vergelijking van kosten en vertragingseffecten.

Beschrijving en selectie van buiduur frequentieprofiel

Een buiduur frequentieprofiel beschrijft de jaarlijkse frequentie van de buiduren van winterse condities voor een serie van concrete buiduren van 1 t/m 24 uur (bij buiduur 24 uur is de frequentie van toepassing op buiduren van 24 uur en langer). In het buiduur frequentieprofiel kunnen allerlei verschillende situaties tot uitdrukking worden gebracht, zoals een gemiddelde of min of meer extreme (gunstige of ongunstige) situatie, voor de huidige of voor een toekomstige situatie. In het ontwikkelde prototype wordt uitgegaan van een mogelijke keuze van twee scenario's (de huidige situatie en een scenario voor het jaar 2050). Binnen die scenario's is een additionele keuze mogelijk van het type jaar dat in het buiduur frequentieprofiel tot uitdrukking wordt gebracht (in de zin van het gemiddelde jaar van een bepaalde tijdserie of bepaalde gradaties van mild of streng). Het feitelijk in de berekening te hanteren buiduur frequentieprofiel wordt uit de beschikbare keuzemogelijkheden geselecteerd door het specificeren van een 1 bij het gewenste scenario en vervolgens bij het gewenste jaartype. Bij scenario en jaartype moet steeds eenmaal een 1 worden geselecteerd (bij geen keuze of meer dan 1 keuze kleuren de cellen aangeduid met "check" rood). Onderstaand is een voorbeeld gegeven waarbij een buiduur frequentie profiel is gese-



lecteerd op grond van het scenario Huidig en het jaartype Gem43 (gemiddeld jaarprofiel van beschikbare tijdserie voor 43 jaar).

Het **bovenstaande selectieblok** en de voor de verschillende scenario's en jaartypen beschikbare buiduur frequentieprofielen zijn opgenomen in blok A1-G97 van werkblad EBP.

Berekening frequenties aaneengesloten buiduren in drukke/stille periode

De frequenties van aaneengesloten buiduren in de drukke en stille periode worden eenvoudig bepaald door vermenigvuldiging van de frequenties van de totale buiduren in het actuele buiduur fre-

quentieprofiel (voor alle buiduren met lengten van 1 t/m 24 uur) met de kansen op het voorkomen van aaneengesloten buiduren (met lengten van 1 tot maximaal 24 uur) binnen de drukke en stille periode (zoals bepaald in werkblad KVDB). Deze kansen zijn voor de drukke en stille periode opgenomen in resp. de blokken M11-AJ37 en M41-AJ67. De berekening van de aaneengesloten buiduren vindt voor resp. de drukke en de stille periode plaats in de blokken AO11-BL38 en AO41-BL68 van werkblad EBP. In de laatste rij van deze blokken zijn voor elk van de voorkomende aaneengesloten buiduren in de drukke en stille periode de totale frequenties bepaald door sommering over de kolommen.

Effecten van winterse neerslag (winterse buien)

Selecteer scenario (keuze 1)

Huidig	1
S 2050	0
Check	1

Selecteer jaartype (keuze 1)

Gem43	1
Streng1 (09/10)	0
Mild1 (13/14)	0
Streng5	0
Mild5	0
Test	0
Check	1

Duur bui (uur)	Scenario Huidig		Typen jaren				
	Gem43	Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5	Test	
1	11,56	17,00	5,00	19,80	2,40	1,00	
2	9,98	15,00	1,00	18,00	2,60	1,00	
3	5,02	12,00	2,00	10,20	1,20	1,00	
4	3,37	9,00	0,00	6,60	1,00	1,00	
5	2,35	2,00	0,00	4,40	0,40	1,00	
6	1,74	3,00	0,00	4,20	0,40	1,00	
7	1,02	2,00	0,00	2,00	0,20	1,00	
8	0,74	2,00	0,00	2,00	0,00	1,00	
9	0,51	1,00	0,00	1,40	0,00	1,00	
10	0,47	1,00	0,00	1,20	0,00	1,00	
11	0,28	0,00	0,00	0,40	0,00	1,00	
12	0,35	1,00	0,00	0,80	0,00	1,00	
13	0,23	2,00	0,00	0,80	0,20	1,00	
14	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
15	0,09	1,00	0,00	0,20	0,00	1,00	
16	0,05	0,00	0,00	0,20	0,00	1,00	
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
18	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
19	0,16	1,00	0,00	0,60	0,00	1,00	
20	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	
22	0,02	0,00	0,00	0,20	0,00	1,00	
23	0,02	0,00	0,00	0,20	0,00	1,00	
24	0,14	1,00	0,00	0,40	0,00	1,00	

Berekening inzet ploegen 'baan' en 'platform'

Wat betreft de inzet van de ploegen voor het sneeuw- en ijsvrij maken en de gladheidsbestrijding van banen en platforms wordt vooralsnog alleen onderscheid gemaakt naar de ploeg 'baan' en de ploeg 'platform'. Met de ploeg 'baan' wordt daarbij geduid op het geheel van de mensen en middelen dat wordt ingezet voor het beschikbaar houden van zowel de start- en landingsbanen als de exit- en taxibanen. Invoergegevens voor de inzet van deze ploegen, afhankelijk van de totale buiduur, zijn opgenomen binnen de bovengenoemde blokken voor de frequenties van buiduren binnen de drukke en stille periode (in resp. de deelblokken K14-L37 en K44-L67). Voorlopig is hierbij als uitgangspunt gehanteerd dat bij het optreden van een winterse bui de beide ploegen geheel worden gemobiliseerd met als doel een zo groot mogelijk deel van de luchthaven (minimaal 3 banen) beschikbaar te houden. Dat leidt ertoe dat voor de inzet van beide ploegen voor elke buiduur thans een getalswaarde 1 is ingevuld. Door het specificeren van een getal kleiner dan 1 (op te vatten als een fractie of percentage van de beschikbare capaciteit) wordt daarbij de mogelijkheid geboden om voor bijvoorbeeld kortere buiduren uit te gaan van een meer beperkte inzet van de verschillende ploegen.

De totale jaarlijkse inzet van de ploegen 'baan' en 'platform' (in uur/jaar) volgt uit de sommatie van de producten van frequentie en lengte van de buiduren (voor alle buiduren), vermenigvuldigd met de inzet per ploeg die voor de (totale) buiduur van toepassing is. Bij de berekening van de totale inzet per ploeg wordt tevens rekening gehouden met het feit dat tijdens het optreden van langere en meer intense buien slechts een (beperkt) deel van de luchthaven beschikbaar kan worden gehouden. Dat houdt in dat ook na het einde van de buiduur de werkzaamheden van de ploegen nog een zekere tijd zouden kunnen voortduren. De mogelijke extra tijdsduur van de inzet van de ploegen kan als functie van de totale buiduur worden gespecificeerd in het deelblok AK11-AL37. De berekening van de totale inzet van de ploegen vindt afzonderlijk plaats voor de drukke en de stille periode in resp. de deelblokken BM11-BN38 en BM41-BN68. Het onderscheid naar deze verschillende perioden wordt gemaakt omdat voor de in-

zet van de ploegen gedurende de drukke en stille periode (dag versus nacht) wellicht verschillende kosten/uurtarieven van toepassing zijn.

Naast de kosten per uur van de inzet van de ploegen zijn naar verwachting ook eenmalige kosten per inzet (mobilisatie en demobilisatie) van toepassing. Deze kosten worden gekoppeld aan het aantal malen per jaar dat een (volledige) ploeg wordt ingezet. Het aantal malen van inzet volgt uit de som van de producten van de frequenties per buiduur en de ploeginzet die bij de verschillende buiduren van toepassing is (waarbij de laatste op dit moment dus standaard op 1 - inzet van de volledige ploeg - is gezet). Ook bij deze berekening wordt onderscheid gemaakt naar het aantal malen dat de inzet plaatsvindt in de drukke, resp. de stille periode (omdat ook de eenmalige kosten van inzet voor deze perioden zou kunnen verschillen). Voor de 'verhouding' tussen het aantal malen van inzet in de drukke versus de stille periode is de verhouding van de lengte van de verschillende perioden van toepassing (bepalend voor de kans dat een willekeurige bui begint in de drukke of stille periode). De berekening van het aantal malen van inzet per ploeg, met onderscheid naar de drukke en stille periode, vindt plaats in blok I71-N98 van het werkblad EBP.

Vaststelling frequenties beperkingen baanbeschikbaarheid per buiduur in drukke periode

Afhankelijk van duur en omvang van de winterse bui zullen ondanks de inzet van de volledige capaciteit van de ploegen 'baan' en 'platform' beperkingen optreden in de beschikbare baancapaciteit. Wat betreft de aard en gevolgen van deze beperkingen wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Bij drie of meer banen beschikbaar: geen capaciteitsproblemen.
- Bij 2 banen beschikbaar: beperkte capaciteitsproblemen in drukke periode.
- Bij slechts 1 baan beschikbaar: ernstige capaciteitsproblemen in drukke periode.
- Bij beschikbaarheid van 1 baan in de stille periode treden geen capaciteitsproblemen op.
- Onder nagenoeg alle omstandigheden is het uitgangspunt dat minimaal 1 baan beschikbaar zal/kan worden gehouden.



Op grond van de bovengenoemde uitgangspunten is het van belang dat voor het bepalen van de gevolgen van mogelijke capaciteitsproblemen bij het optreden van winterse buien onderscheid wordt gemaakt naar de volgende situaties in de drukke periode:

- Aantal keren per jaar dat gedurende y uur 3 banen beschikbaar zijn.
- Aantal keren per jaar dat gedurende y uur slechts 2 banen beschikbaar zijn.
- Aantal keren per jaar dat gedurende y uur slechts 1 baan beschikbaar is.

Hierbij geldt dat voor de waarde y onderscheidt wordt gemaakt naar alle aaneengesloten, discrete buiduren die in de drukke periode kunnen voorkomen (bij de thans aangenomen lengte van de drukke periode dus voor de waarden 1 t/m 15).

Aan de eerste situatie (3 banen beschikbaar) worden geen consequenties verbonden. Voor de situaties met beschikbaarheid van slechts 2 banen of 1 baan in de drukke periode vindt een nadere effectbepaling plaats in de zin van vertragingen en annulering/uitwijking van vliegtuigen.

De berekening van het aantal keren per jaar waarbij resp. 3, 2, en 1 banen (baan) beschikbaar zijn (is) voor elk van de mogelijke buiduren die in de drukke periode kunnen voorkomen vindt plaats in het blok AL70-BM84. Voor deze berekening is het noodzakelijk dat voor elk van de mogelijke (totale) buiduren (1 t/m 24) wordt aangegeven wat het aantal banen is dat met inzet van de volledige ploegen beschikbaar kan worden gehouden. Deze gegevens worden gespecificeerd in kolom AM11-AM37 van het werkblad EBP. Het thans gehanteerde uitgangspunt is daarbij dat alleen bij zeer beperkte buiduren (waarbij mogelijk ook sprake is van onderbroken buien) nog 3 banen zouden kunnen worden gebruikt. Bij langere/matige buien kunnen mogelijk nog enige tijd 2 banen operationeel worden gehouden. Maar bij grotere buiduren is de veronderstelling dat de gehele capaciteit nodig zou zijn om de beschikbaarheid van minimaal 1 baan te waarborgen.

Op grond van de informatie over de frequenties van het voorkomen van aaneengesloten buiduren binnen de drukke periode voor elk van de totale buiduren in blok AO11-BL37 en de gegevens over

de beschikbaar te houden banen per (totale) buiduur kunnen de frequenties van aaneengesloten buiduren met een baanbeschikbaarheid van resp. 3, 2 en 1 worden berekend. Dat gebeurt in blok AL70-BM84. Daarnaast vindt in deelblok BO11-BQ38 ook een berekening plaats van het aantal uren per jaar (per buiduur en totaal) met een baanbeschikbaarheid van resp. 3, 2 en 1.

Vaststelling vliegtuig wachtturen en aantallen geannuleerde/uitgeweken vluchten

Voor de verschillende situaties die worden gekenmerkt door een bepaalde aaneengesloten lengte van de buiduur binnen de drukke periode en een beperkte beschikbare baancapaciteit (2 banen of 1 baan) wordt op grond van een eenvoudige wachtrijsimulatie de omvang van de optredende vertraging (in termen van het aantal vliegtuigwachtturen) vastgesteld. Op grond van een aantal aanvullende aannamen wordt daarbij tevens vastgesteld hoeveel vluchten zouden moeten worden geannuleerd, c.q. hoeveel vluchten zouden moeten uitwijken als gevolg van vooraf gemaakte keuzen op grond van de verwachte capaciteitsbeperkingen.

De uitvoering van de wachtrijsimulaties voor alle mogelijke relevante situaties vindt plaats in het werkblad WTB (wachttijdberekeningen) en wordt verderop in deze bijlage beschreven.

De specificatie van de benodigde wachttijdberekeningen en de verwerking van de resultaten vormt onderdeel van het werkblad EBP. Daarbij zijn de volgende zaken aan de orde:

- Vaststelling aantallen en verdeling vluchten over etmaal in winterperiode.
- Vaststelling beschikbare baancapaciteit in de periode met beperkingen.
- Schematisering wachttijdsimulaties voor verschillende situaties.
- Bepaling invoergegevens voor wachttijdberekeningen.
- Verwerking resultaten wachttijdberekeningen.

Informatie over de jaargemiddelde vluchtverdeling over de uren van het etmaal (voor vertrekkende en aankomende vliegtuigen) zijn voor het jaar 2012 ontleend aan de gepubliceerde gegevens in Traffic Review 2012 (Amsterdam Airport Schiphol, 2013). Binnen de uurverdeling van het etmaal is

daarbij onderscheid gemaakt naar de drukke periode (7.00-22.00) en de stille periode (22.00-7.00). Als relevante periode voor het optreden van winterse buien is uitgegaan van de periode november t/m maart. Het verkeersvolume voor deze winterse periode als fractie van het jaartotaal is vastgesteld door deling van het aantal (commerciële) vluchten in de periode november-maart door het jaartotaal van de vluchten (eveneens gebaseerd op gegevens uit Traffic Review 2012). Voor de winterse periode is vervolgens per uur van het etmaal de gemiddelde intensiteit van de aankomende en vertrekkende vliegtuigen vastgesteld

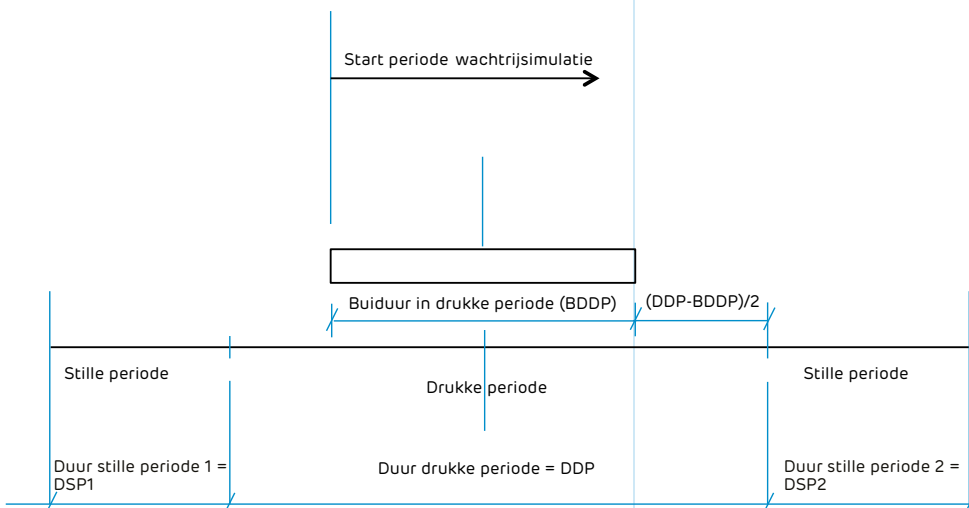
door vermenigvuldiging van de jaarlijkse aantallen vluchten per uur van het etmaal met de fractie geldig voor winterse periode en deling door het aantal dagen in de winterse periode. Vervolgens is binnen de winterse periode voor de drukke en stille periode van het etmaal een gemiddelde uurintensiteit vastgesteld voor de aankomende en vertrekkende vliegtuigen. Een en ander is uitgevoerd in blok AJ100-BL116 zoals **onderstaand** getoond.

De totale beschikbare baancapaciteit in de periode met beperkingen (tijdens winterse buien) moet worden gegeven voor de situatie dat resp. 3, 2 en

Vaststelling aantallen en verdeling vluchten over etmaal in winterperiode

Verdeling verkeer over etmaal o.b.v. hele jaar																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	Night						Early mor.	Day											Evening				Night		
Aantal bewegingen per uur van het etmaal o.b.v. jaartotalen																									
Aankomst	2200	1900	1300	900	1400	4600	5900	14200	21500	10300	11100	15100	10900	13800	7700	16600	6500	6600	14200	21200	9400	7600	3900	2800	
Vertrek	500	200	100	200	500	2800	3900	11000	9200	14000	20900	11400	16400	11600	12800	12300	12800	14000	7700	7400	14100	21700	4700	1300	
Totaal	2700	2100	1400	1100	1900	7400	9800	25200	30700	24300	32000	26500	27300	25400	20500	28900	19300	20600	21900	28600	23500	29300	8600	4100	
Aantal bewegingen per uur van het etmaal o.b.v. dagtotaal in winterperiode (november t/m maart)																									
Aankomst	5	5	3	2	3	11	14	35	53	25	27	37	27	34	19	41	16	16	35	52	23	19	10	7	
Vertrek	1	0	0	0	1	7	10	27	22	34	51	28	40	28	31	30	31	34	19	18	34	53	11	3	
Totaal	7	5	3	3	5	18	24	62	75	59	78	65	67	62	50	71	47	50	54	70	57	72	21	10	
Stil												Druk										Stil			
dagen	Gemiddeld aantal bewegingen per uur stille periode (#/uur)						Gemiddeld aantal bewegingen per uur drukke periode (#/uur)																		
dagen	Aankomst	7					Aankomst	30																	
	Vertrek	4					Vertrek	32																	

Figuur B2-1a Situaties waarbij buiduren in drukke periode < drukke periode





1 banen (baan) beschikbaar zijn (is). Uitgangspunt is dat, ook indien een baan operationeel kan worden gehouden toch een bepaalde beperking in capaciteit zou kunnen optreden omdat er tijdens de bui met bepaalde intervallen door de werkzame ploegen activiteiten op de banen worden uitgevoerd. Aangenomen wordt dat deze capaciteitsreductie bij 3 beschikbare banen nog geen problemen oplevert. Bij minder dan 3 beschikbare banen leidt deze capaciteitsreductie wel tot (vergroting) van de problemen. De specificatie van de baan capaciteit tijdens winterse buien is gegeven in het blok AJ120-AM123. Arbitrair is thans uitgegaan van resp. 80, 50 en 25 bewegingen per uur (uitgaande van de situatie dat tijdens een bui nog resp. 3, 2, of 1 banen (baan) beschikbaar zijn (is).

Voor de schematisering van de te beschouwen buiduur situaties bij het uitvoeren van de wachttijdberekeningen wordt onderscheid gemaakt naar:

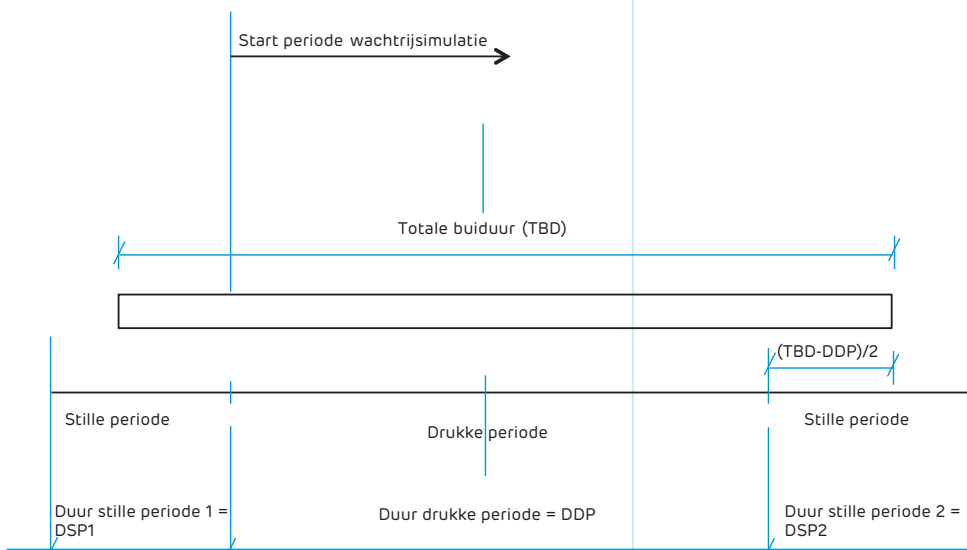
- Schematisering 1. De situaties waarin de aaneengesloten buiduur binnen de drukke periode kleiner is dan de totale lengte van de drukke periode. Deze situaties kunnen zich voordoen bij alle (totale) buiduren die minimaal gelijk zijn aan de beschouwde, aaneengesloten buiduur binnen de drukke periode.
- Schematisering 2. De situaties waarbij de aaneengesloten buiduur minimaal de gehele druk-

ke periode beslaat. Deze situaties kunnen zich uitsluitend voordoen bij totale buiduren met een lengte die minimaal gelijk is aan de lengte van de drukke periode.

Voor het beschouwen van de vertragingen voor de situaties van het eerste type geldt de standaard schematisering zoals weergegeven in Figuur B2-1a. Voor buiduren in de drukke periode kleiner dan lengte drukke periode wordt de buiduur rond het midden van de drukke periode gepositioneerd en vindt de wachttijdberekening plaats vanaf het begin van de buiduur, voor zo lang als relevant in verband met het optreden van wachttijden (zolang er sprake is van een wachtrij). Na het verstrijken van de buiduur binnen de drukke periode vallen de capaciteitsbeperkingen weg. Na het passeren van de grens met de stille periode neemt het aanbod van vertrekkende vliegtuigen af. De positionering van de buiduur in het midden van de drukke periode geeft het gemiddelde aan van alle denkbare situaties waarbij de betreffende buiduur binnen de drukke periode kan worden gepositioneerd.

Voor buiduren groter dan de lengte van de drukke periode die minimaal de gehele drukke periode beslaan geldt de schematisering volgens Figuur B2-1b. Ook nu wordt de (totale) buiduur rond het midden van de drukke periode gepositioneerd. De berekening vindt plaats vanaf het begin van de

Figuur B2-1b Situaties waarbij buiduur minimaal gehele drukke periode beslaat



drukke periode (daarvoor, in de stille periode, treden geen capaciteitsbeperkingen op) voor zo lang als relevant in verband met het optreden van wachttijden (zolang sprake is van een wachtrij). Na het verstrijken van de drukke periode neemt het aanbod van vertrekkende vliegtuigen af. Na het verstrijken van de totale buiduur vallen de capaciteitsbeperkingen weg en kunnen ook in de stille periode meer banen beschikbaar worden gemaakt om de eventuele resterende wachtrij sneller weg te werken. De positionering van de buiduur in het midden van de drukke periode geeft het gemiddelde aan van alle denkbare situaties waarbij de betreffende buiduur t.o.v. de drukke periode kan worden gepositioneerd.

Voor de berekening van de wachttijden voor de verschillende reksituaties zoals uitgevoerd in werkblad WTB zijn standaard de volgende invoergegevens vereist:

- Vraag1: aantal vertrekkende vliegtuigen per uur bij aanvang berekening in drukke periode.

- PVraag1: periode van eerste traject berekening binnen de drukke periode (uur).
- Vraag2: aantal vertrekkende vliegtuigen per uur vanaf overgang naar stille periode.
- Cap1: beschikbare capaciteit voor accommoderen vertrekkende vliegtuigen gedurende eerste deel berekening met beperkingen in baancapaciteit in drukke periode.
- PCap1: periode van eerste traject berekening binnen de drukke periode waarvoor beperkingen baancapaciteit van toepassing zijn (uur).
- Cap2: beschikbare capaciteit voor accommoderen vertrekkende vliegtuigen gedurende restant drukke periode nadat beperkingen baancapaciteit zijn opgeheven (bij buiduren in drukke periode die kleiner zijn dan lengte drukke periode), dan wel beschikbare capaciteit met beperkingen in stille periode (bij totale buiduren groter dan lengte drukke periode die de gehele drukke periode beslaan en overlopen naar de stille periode).
- PCap2: periode van tweede traject in berekening waarvoor Cap2 van toepassing is (uur).

Aansturing berekening wachttijden																				Vliegtuigen in wachtrij		
Duur bui *)	Situatie met maar 2 banen beschikbaar										Situatie met maar 1 baan beschikbaar									2 banen beschikb	1 baan beschikb	
	Duur bui in dr.per. (uur)	Red.fact. aank. vliegt.	Vraag1 (#/uur)	P Vraag1 (uur)	Vraag2 (#/uur)	Cap1 (#/uur)	PCap1 (uur)	Cap2 (#/uur)	PCap2 (uur)	Cap3 (#/uur)	Red.fact. aank. vliegt.	Vraag1 (#/uur)	P Vraag1 (uur)	Vraag2 (#/uur)	Cap1 (#/uur)	PCap1 (uur)	Cap2 (#/uur)	PCap2 (uur)	Cap3 (#/uur)	Maximaal toelaatbaar	40	40
	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
nvt	1	1,00	32	8	4	20	1	50	7	73	0,75	24	8	4	3	1	50	7	73	12	22	
nvt	2	1,00	32	8,5	4	20	2	50	6,5	73	0,70	22	8,5	4	4	2	50	6,5	73	24	37	
nvt	3	1,00	32	9	4	20	3	50	6	73	0,60	19	9	4	7	3	50	6	73	36	37	
nvt	4	0,95	30	9,5	4	22	4	50	5,5	73	0,50	16	9,5	4	10	4	50	5,5	73	36	24	
nvt	5	0,90	29	10	4	23	5	50	5	73	0,50	16	10	4	10	5	50	5	73	29	30	
nvt	6	0,90	29	10,5	4	23	6	50	4,5	73	0,50	16	10,5	4	10	6	50	4,5	73	35	36	
nvt	7	0,85	27	11	4	25	7	50	4	73	0,45	14	11	4	12	7	50	4	73	19	21	
nvt	8	0,85	27	11,5	4	25	8	50	3,5	73	0,45	14	11,5	4	12	8	50	3,5	73	22	23	
nvt	9	0,85	27	12	4	25	9	50	3	73	0,45	14	12	4	12	9	50	3	73	25	26	
nvt	10	0,85	27	12,5	4	25	10	50	2,5	73	0,45	14	12,5	4	12	10	50	2,5	73	27	29	
nvt	11	0,85	27	13	4	25	11	50	2	73	0,45	14	13	4	12	11	50	2	73	30	32	
nvt	12	0,85	27	13,5	4	25	12	50	1,5	73	0,45	14	13,5	4	12	12	50	1,5	73	33	35	
nvt	13	0,85	27	14	4	25	13	50	1	73	0,44	14	14	4	12	13	50	1	73	35	30	
nvt	14	0,84	27	14,5	4	25	14	50	0,5	73	0,44	14	14,5	4	12	14	50	0,5	73	29	32	
15	15	0,84	27	15	4	25	15	50	0	73	0,44	14	15	4	12	15	50	0	73	31	34	
16	15	0,84	27	15	4	25	15	43	0,5	73	0,44	14	15	4	12	15	18	0,5	73	31	34	
17	15	0,84	27	15	4	25	15	43	1	73	0,44	14	15	4	12	15	18	1	73	31	34	
18	15	0,84	27	15	4	25	15	43	1,5	73	0,44	14	15	4	12	15	18	1,5	73	31	34	
19	15	0,84	27	15	4	25	15	43	2	73	0,44	14	15	4	12	15	18	2	73	31	34	
20	15	0,84	27	15	4	25	15	43	2,5	73	0,44	14	15	4	12	15	18	2,5	73	31	34	
21	15	0,84	27	15	4	25	15	43	3	73	0,44	14	15	4	12	15	18	3	73	31	34	
22	15	0,84	27	15	4	25	15	43	3,5	73	0,44	14	15	4	12	15	18	3,5	73	31	34	
23	15	0,84	27	15	4	25	15	43	4	73	0,44	14	15	4	12	15	18	4	73	31	34	
24	15	0,84	27	15	4	25	15	43	4,5	73	0,44	14	15	4	12	15	18	4,5	73	31	34	

*) Duur bui is alleen relevant voor de situaties waarbij een buiduur in de drukke periode optreedt die gelijk is aan de gehele lengte van de drukke periode. Dat kan per definitie alleen als de duur van de bui minimaal gelijk is aan de lengte van de drukke periode.



- Cap3: beschikbare capaciteit voor accommoderen vertrekkende vliegtuigen die geldt in de stille periode na het einde van de buiduur (als alle beperkingen zijn opgeheven).

De invulling van deze gegevens kan voor alle relevante rekensituaties uit de voorgaande gegevens worden afgeleid. Daarbij wordt daarbij onderscheid gemaakt naar 2 situaties voor baanbeschikbaarheid (met resp. 2 banen of 1 baan beschikbaar) met daarbinnen steeds 24 rekengevallen (leidend tot 48 rekensituaties). Binnen de 24 rekengevallen geldt een onderscheid naar de situaties waarvoor geldt dat de buiduur binnen de drukke periode kleiner is dan de totale lengte van de drukke periode (behandeling volgens schematisering 1) en de situaties waarvoor geldt dat de buiduur minimaal de gehele drukke periode beslaat (behandeling volgens schematisering 2). Voor de situaties van het eerste type geldt dat die zich voor verschillende totale buiduren kunnen voordoen (totale buiduur is daarin niet onderscheidend). De situaties van het tweede type gelden alleen voor buiduren van 15-24 uur (gegeven de in het huidige voorbeeld gehanteerde lengte voor de drukke periode van 15 uur) en kunnen wel worden onderscheiden naar de lengte van de totale buiduur. De invulling van de gegevens voor de 48 rekensituaties is gegeven in blok AJ125-BF153 van het werkblad EBP. Onderstaand wordt daarvoor een overzicht gegeven.

Bij de invulling van **bovenstaande** tabel geldt voorts de volgende toelichting:

- De wachttijdberekeningen worden uitsluitend uitgevoerd voor de vertrekkende vliegtuigen. Dat betekent dat de vraaginformatie uitsluitend is gebaseerd op het aanbod van vertrekkende vliegtuigen. Uitgangspunt is dat aankomende vliegtuigen die niet zijn geannuleerd of uitgeweken voorrang krijgen. De baancapaciteit die beschikbaar is voor vertrekkende vliegtuigen wordt daarom bepaald door de totaal beschikbare baancapaciteit verminderd met de benodigde capaciteit voor de aankomende vliegtuigen.
- Voor de situatie met 2 banen beschikbaar en buiduur in drukke periode < lengte drukke periode geldt:
 - Cap1 wordt bepaald door de beschikbare uurcapaciteit bij 2 banen minus de gemiddeld per uur aankomende vliegtuigen in de drukke periode.
 - Cap2 (geldig als de beperkingen door de bui wegvallen) wordt gelijk gesteld aan de capaciteit bij 3 banen minus de gemiddeld per uur aankomende vliegtuigen in de drukke periode.
 - Cap3 (capaciteit stille periode na einde bui) wordt gelijk gesteld aan de capaciteit bij 3 banen minus aankomende vliegtuigen in de stille periode.
 - De lengten van de verschillende perioden (PVraag1, PCap1 en PCap2) volgen direct uit de buiduur in de drukke periode waarvoor de situatie geldt en de totale lengte van de drukke periode (gegeven de uitgangspunten voor schematisering 1).
- Voor de situatie met 2 banen beschikbaar en buiduur in drukke periode gelijk aan lengte drukke periode geldt:
 - Bepaling van Cap1 en Cap3 idem bovenstaand.
 - Cap2 (geldig in stille periode gedurende het halve verschil van totale buiduur en lengte drukke periode) wordt gelijk gesteld aan uurcapaciteit bij 2 banen minus de gemiddeld per uur aankomende vliegtuigen in de stille periode.
 - De lengten van de verschillende perioden (PVraag1, PCap1 en PCap2) volgen direct uit de totale buiduur waarvoor de situatie geldt en de totale lengte van de drukke periode (gegeven de uitgangspunten voor schematisering 2).
- Voor de situatie met 1 baan beschikbaar en buiduur in drukke periode < lengte drukke periode geldt:
 - Cap1 wordt bepaald door de beschikbare uurcapaciteit bij 1 baan minus de gemiddeld per uur aankomende vliegtuigen in de drukke periode.
 - Voor Cap2 en Cap3 gelden dezelfde uitgangspunten als voor de situatie met 2 banen beschikbaar.
 - De lengten van de verschillende perioden (PVraag1, PCap1 en PCap2) volgen direct uit de buiduur in de drukke periode waarvoor de situatie geldt en de totale lengte van de

drukke periode (gegeven de uitgangspunten voor schematisering 1).

- Voor de situatie met 1 baan beschikbaar en buiduur in drukke periode gelijk aan lengte drukke periode geldt:
 - Cap1 wordt bepaald door de beschikbare uurcapaciteit bij 1 baan minus de gemiddeld per uur aankomende vliegtuigen in de drukke periode.
 - Cap2 (geldig in stille periode gedurende het halve verschil van totale buiduur en lengte drukke periode) wordt gelijk gesteld aan uurcapaciteit bij 1 baan minus de gemiddeld per uur aankomende vliegtuigen in de stille periode.
 - De lengten van de verschillende perioden (PVraag1, PCap1 en PCap2) volgen direct uit de totale buiduur waarvoor de situatie geldt en de totale lengte van de drukke periode (gegeven de uitgangspunten voor schematisering 2).

Voor beide beperkende situaties betreffende de baanbeschikbaarheid (slechts 2 banen of 1 baan beschikbaar) kan het noodzakelijk zijn het verkeersaanbod van aankomende vliegtuigen tijdelijk te reduceren (door het aan de grond houden of laten uitwijken van vliegtuigen). Een belangrijke bepalende factor hiervoor zou zijn de mate waarin de wachtrij van vliegtuigen die willen vertrekken zou oplopen (tot buiten aanvaardbare waarden of beschikbare wachtcapaciteit). Indien het aanbod van aankomende vliegtuigen planmatig zou worden gereduceerd (op grond van de verwachte omvang en duur van de capaciteitsbeperkingen) vindt niet alleen een reductie plaats van de aankomende vliegtuigen, maar werkt dit ook direct door in het aanbod van de vertrekkende vliegtuigen (met een tijdsverschuiving gelijk aan de gemiddelde turnaround tijd op de luchthaven).

In de bovenstaande tabel met invoergegevens is voor beide situaties (2 banen en 1 baan beschikbaar) de mogelijkheid geboden het aanbod van vliegtuigen met een factor te reduceren (in resp. de kolommen AL130-AL153 en AU130-AU153). Voor de verschillende te beschouwen berekeningen (buiduur frequentieprofielen) zou deze factor moeten volgen uit een te stellen maximum aan de toelaatbare wachtrij. Indien voor de beschouwde buiduur situaties de wachtrij zonder reductie van

het aantal aankomende vliegtuigen de toelaatbare omvang zou overschrijden kan een reductiefactor worden gespecificeerd om de wachtrij binnen de maximale grens te brengen. Om dit mogelijk te maken zijn de uitkomsten van de wachtrijberekeningen (zoals uitgevoerd in werkblad WTB) voor de 48 beschouwde reksituaties toegevoegd in de laatste kolommen van het blok AJ125-BF153 (het deelblok BE125-BF153). De berekende (maximale) lengten van de wachtrijen voor elk van de reksituaties kunnen daarbij worden vergeleken met een nader vast te stellen maximaal toelaatbare waarde. Als die wordt overschreden kan voor de betreffende situatie (buiduur) een reductiefactor worden ingevoerd op grond waarvan in de spreadsheet direct een herberekening plaatsvindt. Aldus kunnen voor de berekeningen bij elke buiduur op vrij eenvoudige wijze de benodigde waarden van de reductiefactoren worden vastgesteld waarmee aan gestelde wachtrij-eisen wordt voldaan. Op grond van de gespecificeerde reductiefactoren per reksituatie kan vervolgens eenvoudig worden berekend wat de bijbehorende aantallen vliegtuigen zijn die elders aan de grond zouden moeten worden gehouden, dan wel naar andere luchthavens zouden moeten uitwijken.

De resultaten van de wachttijberekeningen zijn als volgt in werkblad EBP weergegeven:

- Voor de situatie met 2 banen beschikbaar en buiduur in drukke periode < lengte drukke periode: in rij AO78-BL78 (direct onder de rij met de frequenties van de bijbehorende aaneengesloten buiduren waarbij 2 banen beschikbaar zijn).
- Voor de situatie met 2 banen beschikbaar en buiduur in drukke periode gelijk aan lengte drukke periode: in kolom BQ74-BQ97.
- Voor de situatie met 1 baan beschikbaar en buiduur in drukke periode < lengte drukke periode: in rij AO84-BL84 (direct onder de rij met de frequenties van de bijbehorende aaneengesloten buiduren waarbij 1 baan beschikbaar is).
- Voor de situatie met 1 baan beschikbaar en buiduur in drukke periode gelijk aan lengte drukke periode: in kolom BR74-BR97.

De berekening van de aantallen geannuleerde of uitgeweken vluchten zijn per aaneengesloten buiduur voor de drukke periode gegeven in het blok AL86-BM89 (voor situatie met 2 banen be-



schikbaar, situatie met 1 baan beschikbaar, en voor het totaal).

Een samenvatting van de totalen van de berekende vliegtuigwachturen (uur/jaar) en geannuleerde/uitgeweken vluchten (#/jaar) is gegeven in het blok BD92-BJ98.

Berekening en vergelijking van kosten en vertragingseffecten

Op grond van de inzet en activiteiten van de verschillende ploegen ('Baan' en 'Platform') wordt een aantal kostenberekeningen gemaakt als volgt:

- Kosten inzet ploeg 'Baan':
 - Eenmalige kosten inzet (€/jaar): aantal malen inzet ploeg per jaar maal kosten eenmalige inzet, met onderscheid naar inzet in 'drukke en stille periode.
 - Variabele kosten (€/jaar): aantal actieve ploeguren per jaar maal variabele kosten per ploeguur (arbeid en energie/onderhoud), met onderscheid naar inzet in 'drukke en stille periode.
- Kosten inzet ploeg 'Platform':
 - Eenmalige kosten inzet (€/jaar): idem ploeg 'Baan'.
 - Variabele kosten (€/jaar): idem ploeg 'Baan'.
- Overige kosten:
 - Af te voeren hoeveelheid sneeuw/ijs (ton): totaal aantal actieve ploeguren per jaar van ploeg 'Platform' maal sneeuw/ijs 'productie' per ploeguur (kg/uur), rekening houdend met een gemiddelde verliesfactor (o.a. door smelten).
 - Gebruik kaliumformiaat (kg): totaal aantal actieve ploeguren per jaar voor ploegen 'Baan' en 'Platform' vermenigvuldigd met verbruik kaliumformiaat per ploeguur (rekening houden met verschillende verbruikshoeveelheden voor ploegen 'Baan' en 'Platform').

- Kosten afvoeren/verwerken sneeuw/ijs (€/jaar): jaarlijkse hoeveelheid af te voeren sneeuw/ijs (ton) maal kosten afvoer/verwerking (€/ton).
- Kosten gebruik kaliumformiaat (€/jaar): jaarlijkse hoeveelheid gebruik kaliumformiaat (kg) maal kosten kaliumformiaat (€/kg).

Voor de bovenstaande berekeningen is een aantal invoergegevens noodzakelijk die moeten worden gespecificeerd in blok BT2-CD7, waarvan onderstaand een overzicht is gegeven.

Naast de berekende kosten wordt in het effectrapport een overzicht opgenomen van de vertragingseffecten door de capaciteitsbeperkingen van de banen in de zin van:

- Het totaal aantal vliegtuig wachturen per jaar.
- Het totaal aantal geannuleerde of uitgeweken vluchten per jaar.

In de spreadsheet wordt een effectrapport bepaald voor elke afzonderlijke berekening die wordt gekenmerkt door een specifiek buiduur frequentieprofiel. De resultaten per rekengeval kunnen daarbij in het werkblad EBP worden opgeslagen en worden vergeleken met een nader te kiezen referentiesituatie. Tevens vindt in dit werkblad een berekening plaats van de absolute en relatieve (procentuele) verschillen van de rekengevallen met de referentiesituatie. De presentatie en vergelijking van de effectrapporten vindt plaats in het blok BT11-CO92. Een overzicht van het effectrapport (eerste deel van blok BT11-CO92) is onderstaand gegeven.

De resultaten van de actuele berekening zijn in de eerste kolom weergegeven. De als referentie te hanteren resultaten worden (als waarden) naar de tweede kolom gekopieerd. De overige rekengeval-

	Kostengetallen per ploeg (€ en €/uur)				Energie + variabel	Gebruik en kosten kaliumformiaat		Sneeuw/ijsprod. (kg/uur)	Factor verlies sneeuw/ijs (-)	Kosten afv./verw. sneeuw/ijs (€/ton)
	Kosten inzet ((de)mobilisatie)		Arbeid			Gebruik (kg/uur)	Kosten (€/kg)			
	Druk (€)	Stil (€)	Druk (€/uur)	Stil (€/uur)						
Baan	€ 1.500	€ 2.250	€ 2.000	€ 3.000	€ 1.500	100	10			
Platform	€ 1.000	€ 1.500	€ 1.500	€ 2.250	€ 1.000	50	10	3000	0,25	€ 500

len worden (voor vergelijking) naar de volgende kolommen gekopieerd. In het bovenstaande voorbeeld wordt het gemiddelde buiduur frequentieprofiel van de voor Schiphol beschikbare tijdserie van de laatste 43 jaar (aangeduid als Gem43) als referentie gehanteerd. Daarnaast zijn de resultaten opgenomen van een aantal voorbeeldberekeningen op grond van andere buiduur frequentieprofielen. Op deze voorbeelden en het verdere gebruik van het effectrapport wordt in par. 2-3 nader ingegaan

3) Werkblad WTB (wachtijdberekeningen)

In werkblad WTB worden simultane wachtijdberekeningen (wachtrijsimulaties) uitgevoerd voor in totaal 48 reksituaties, bepaald door:

- Twee situaties betreffende de beperkingen in beschikbare baancapaciteit (met resp. 2 banen en 1 baan beschikbaar).
- 24 rekengevallen die zijn gekoppeld aan buiduur, met onderscheid naar X discrete situaties met aaneengesloten buiduren binnen de drukke periode die kleiner zijn dan de duur van de drukke periode (DDP) met buiduren van 1 t/m X (waarbij X = DDP-1) en (24-X) discrete situaties met totale buiduren \geq DDP waarvoor geldt dat de (totale) buiduur minimaal de gehele drukke periode beslaat.

Scenario Type jaar	Actueel	Referentie	Scenariogevallen voor vergelijking			
	Huidig Gem43	Huidig Gem43	Huidig klimaat			
			Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Kosten inzet ploeg 'Baan'						
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 68.267	€ 68.267	€ 124.688	€ 14.250	€ 131.100	€ 14.963
Variabele kosten (€/jaar)	€ 576.654	€ 576.654	€ 1.325.250	€ 58.125	€ 1.245.425	€ 106.175
Subtotaal kosten 'Baan' (€/jaar)	€ 644.922	€ 644.922	€ 1.449.938	€ 72.375	€ 1.376.525	€ 121.138
Kosten inzet ploeg 'Platform'						
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 45.512	€ 45.512	€ 83.125	€ 9.500	€ 87.400	€ 9.975
Variabele kosten (€/jaar)	€ 413.889	€ 413.889	€ 951.188	€ 41.719	€ 893.894	€ 76.206
Subtotaal kosten 'Platform' (€/jaar)	€ 459.400	€ 459.400	€ 1.034.313	€ 51.219	€ 981.294	€ 86.181
Overige kosten						
Af te voeren hoeveelheid sneeuw/ijs (ton)	335	335	770	34	723	62
Gebruik kaliumformiaat (kg)	22322	22322	51300	2250	48210	4110
Kosten afvoeren/verwerken sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 167.416	€ 167.416	€ 384.750	€ 16.875	€ 361.575	€ 30.825
Kosten gebruik kaliumformiaat (€/jaar)	€ 223.221	€ 223.221	€ 513.000	€ 22.500	€ 482.100	€ 41.100
Subtotaal overige kosten (€/jaar)	€ 390.637	€ 390.637	€ 897.750	€ 39.375	€ 843.675	€ 71.925
Totale kosten sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 1.494.959	€ 1.494.959	€ 3.382.000	€ 162.969	€ 3.201.494	€ 279.244
Effecten capaciteitsbeperkingen banen						
Vliegtuig wachturen (uur/jaar)	1234	1234	3084	106	2764	226
Geannuleerde of uitgeweken vluchten (3/jaar)	492	492	1511	0	1231	49



De berekeningen in werkblad WTB vinden plaats volgens een standaard opzet, te weten:

- Verzameling en bewerking invoergegevens.
- Uitvoering van de wachttijdberekening.
- Verzameling en verwerking van de berekeningsresultaten.

Verzameling en bewerking invoergegevens

De invoergegevens voor de wachttijdberekeningen worden voor elk van de 48 rekensituaties bepaald in het werkblad EBP (in blok AJ125-BF153) zoals in bovenstaande uitleg over de inhoud van werkblad EBP beschreven.

De standaard invoer bestaat uit:

- Vraag1 (#/uur): vraag vertrekkende vliegtuigen in deel berekeningsperiode vallend binnen drukke periode.
- PVraag1 (uur): deelperiode waarvoor Vraag1 van toepassing.
- Vraag2 (#/uur): vraag vertrekkende vliegtuigen in deel berekeningsperiode vallend binnen stille periode.
- Cap1 (#/uur): beschikbare capaciteit in drukke periode waarbij sprake is van capaciteitsbeperkingen.
- PCap1 (uur): deelperiode waarvoor Cap1 van toepassing.
- Cap2 (#/uur): beschikbare capaciteit gedurende deel drukke periode waarbij geen sprake is van capaciteitsbeperkingen, dan wel gedurende deel stille periode waarbij wel sprake is van capaciteitsbeperkingen.
- PCap2 (uur): deelperiode waarvoor Cap2 van toepassing.
- Cap3 (#/uur): beschikbare capaciteit gedurende deel stille periode waarbij geen sprake is van capaciteitsbeperkingen.

De bewerking van de invoergegevens heeft betrekking op:

- Het omzetten van de gegevens over vraag en capaciteit in #/uur naar #/minuut.

- Het omzetten van de duur van de verschillende deelperioden van uren naar minuten.

Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van een standaard invoerblok en de verwerking van de invoergegevens.

Uitvoering van de wachttijdberekening

De wachttijdberekening vindt plaats op grond van een wachtrijssimulatie voor een periode van 24 uur met tijdstappen van 1 minuut (1440 tijdstappen). Voor elke tijdstap worden daarbij de volgende berekeningen uitgevoerd:

- Flow in 1 (#/min): bepaling aanbod voor vertrek in actuele tijdstap als Vraag1 van toepassing (0 of 1).
- Flow in 2 (#/min): bepaling aanbod voor vertrek in actuele tijdstap als Vraag2 van toepassing (0 of 1).
- Queue in (#/min): bepaling totaal aanbod van aantal vliegtuigen dat in actuele minuut zou willen vertrekken (is gelijk aan aantal vliegtuigen in wachtrij van vorige tijdstap plus aanbod voor vertrek in actuele tijdstap volgens Flow in 1 of Flow in 2, afhankelijk van situatie Vraag1 of Vraag2 van toepassing).
- Flow out 1 (#/min): bepaling vertrek van een vliegtuig in actuele tijdstap als Cap1 van toepassing (0 of 1).
- Flow out 2 (#/min): bepaling vertrek van een vliegtuig in actuele tijdstap als Cap2 van toepassing (0 of 1).
- Flow out 3 (#/min): bepaling vertrek van een vliegtuig in actuele tijdstap als Cap3 van toepassing (0 of 1).
- Vliegtuigen in wachtrij (#): bepaling aantal vliegtuigen in wachtrij voor actuele tijdstap (gelijk aan 'Queue in' voor actuele tijdstap verminderd met vertrekkend vliegtuig volgens berekening Flow out 1, 2 of 3 afhankelijk van situatie Cap1, Cap2 of Cap3 van toepassing).
- Vliegtuigwachttijd cumulatief in minuten (V-min): berekening cumulatieve wachttijd in

Vraag1 (#/uur)	PVraag1 (uur)	Vraag2 (#/uur)	Cap1 (#/uur)	PCap1 (uur)	Cap2 (#/uur)	PCap2 (uur)	Cap3 (#/uur)
32	8	4	20	1	50	7	73
0,533	480	0,067	0,333	60	0,833	420	1,217

vliegtuigminuten door wachttijd vorige tijdstap te vermeerderen met aantal vliegtuigen in wachtrij voor actuele tijdstap (minuut).

- Vliegtuigwachttijd cumulatief in uren (V-uur): berekening cumulatieve wachttijd in vliegtuiguren door voorgaande cumulatieve wachttijd (in V-min) te delen door 60.
- Periode met beperkingen (0 of 1): markering actuele tijdstap als beperkend (1) indien er in die tijdstap een wachtrij >0 is of als niet-beperkend (0) indien er in die tijdstap een wachtrij gelijk aan 0 is.
- # vliegtuigen in periode met beperkingen: bepaling van het cumulatieve aantal vliegtuigen dat zich aandient voor vertrek in een tijdstap waarbij beperkingen van toepassing zijn (leidt tot bepaling van het totale aantal vliegtuigen dat vertraging ondervindt).

Verzameling en verwerking van de berekeningsresultaten

Op grond van de totale wachtrij simulatie en berekeningsresultaten over 1440 tijdstappen van een minuut (waarbij eventuele beperkingen in het algemeen maar voor een deel van deze periode van toepassing zijn) worden de volgende eindresultaten bepaald:

- Totaal aantal vliegtuigwachturen (V-uur): maximum van de cumulatieve berekening van het aantal vliegtuigwachturen over de 1440 tijdstappen.
- Totaal aantal vliegtuigen (#) met vertraging: maximum van de cumulatieve berekening van het aantal vliegtuigen dat beperkingen ondervindt over de 1440 tijdstappen.
- Gemiddelde vertraging per vliegtuig (uur) dat beperkingen ondervindt: deling van totaal aantal vliegtuigwachturen door totaal aantal vliegtuigen met vertraging.
- Totale periode (uur) waarbij sprake is van een wachtrij >0 (som van aantal tijdstappen met beperkingen gedeeld door 60).
- Maximaal aantal vliegtuigen in wachtrij (#): maximum van de cumulatieve berekening van aantal vliegtuigen in wachtrij over de 1440 tijdstappen.

2-2 Spreadsheet 'Effecten winterse condities de-icing'

Binnen de spreadsheet 'Berekening effecten winterse condities de-icing.xlsx' worden de volgende werkbladen onderscheiden:

- 1) Werkblad KVDB (kansverdeling duur bui).
- 2) Werkblad EDI (effecten de-icing).
- 3) Werkblad DIWT (de-icing wachttijdberekeningen).

1) Werkblad KVDB (kansverdeling duur bui)

Het werkblad KVDB in de spreadsheet voor de bepaling van de effecten van de-icing is geheel identiek aan het werkblad KVDB zoals beschreven in par. 2-1 over de effecten van winterse condities op baangebruik. Voor de beschrijving daarvan wordt verder verwezen naar punt 1) van par. 2-1.

2) Werkblad EDI (effecten de-icing)

In het werkblad EDI worden de volgende bewerkingen en berekeningen uitgevoerd:

- Beschrijving en selectie van buiduur frequentieprofiel.
- Berekening frequenties aaneengesloten buiduren de-icing condities in drukke/stille periode.
- Vaststelling aantal vliegtuigen per jaar voor de-icing en tijdseffecten van de-icing behandeling.
- Berekening en vergelijking van kosten en tijdseffecten.

Beschrijving en selectie van buiduur frequentieprofiel

De beschrijving en selectie van het buiduur frequentieprofiel vindt plaats op geheel identieke wijze als in het werkblad EBP van de spreadsheet voor de bepaling van de effecten van winterse condities op het baangebruik. Voor deze beschrijving wordt verwezen naar het betreffende onderdeel onder punt 2) van par. 2-1.

Berekening frequenties aaneengesloten buiduren de-icing in drukke/stille periode

Ook deze berekeningen zijn in principe identiek aan de berekeningen zoals die plaatsvinden in de spreadsheet voor de bepaling van de effecten van winterse condities op het baangebruik. De frequenties van aaneengesloten buiduren in de drukke en stille periode volgen uit de vermenigvuldiging van de frequenties van de totale buiduren in



het actuele buiduur frequentieprofiel (voor alle buiduren met lengten van 1 t/m 24 uur) met de kansen op het voorkomen van aaneengesloten buiduren (met lengten van 1 tot maximaal 24 uur) binnen de drukke en stille periode (zoals bepaald in werkblad KVDB). Deze kansen zijn voor de drukke en stille periode opgenomen in resp. de blokken I11-AH37 en I41-AH67. De berekening van de aaneengesloten buiduren vindt voor resp. de drukke en de stille periode plaats in de blokken AK11-BJ37 en AK41-BJ67 van werkblad EDI. In deze laatste blokken zijn voor elk van de voorkomende aaneengesloten buiduren in de drukke en stille periode de totale frequenties en de totale aantallen uren 'de-icing condities' bepaald door sommering over de kolommen (in resp. de deelplokken aangegeven AL38-BJ39 en AL68-BJ69). Eveneens zijn de totale aantallen uren 'de-icing condities' per totale buiduur bepaald door sommering over de rijen (in resp. BK14-BK37 en BK44-BK67).

Aantal vliegtuigen per jaar voor de-icing en tijds-effecten de-icing behandeling

De aantallen vliegtuigen waarvoor de-icing noodzakelijk is volgen uit de aantallen vertrekkende vliegtuigen die vallen binnen de buiduren waarvoor de-icing condities van toepassing zijn (zoals bepaald in het bovenstaande). Bij de tijdseffecten van de de-icing behandeling wordt onderscheid gemaakt naar:

- De tijd benodigd voor de uitvoering van de de-icing behandeling.
- De wachttijden die optreden voorafgaand aan de de-icing behandeling.

Bij de hier te maken berekeningen zijn de volgende stappen in het geding:

- Vaststelling aantallen en verdeling vluchten over etmaal in winterperiode.
- Aantallen vliegtuigen voor de-icing en totale behandeltijd.

- Bepaling invoergegevens voor wachttijdberekeningen.
- Verwerking resultaten wachttijdberekeningen.

De vaststelling van de aantallen en verdeling van vluchten over het etmaal in de winterperiode vindt plaats op geheel identieke wijze als beschreven in par. 2-1 (beschrijving van het werkblad EBP). Evenals in het voorgaande geval is uitgegaan van het verkeersaanbod voor het jaar 2012 volgens Traffic Review 2012 (Amsterdam Airport Schiphol, 2013) en is de afbakening van de winterperiode gebaseerd op maanden november t/m maart. De uitwerking van dit gedeelte is in het werkblad EDI opgenomen in blok AH101-BK117.

De aantallen vliegtuigen waarvoor de-icing noodzakelijk is zijn afzonderlijk bepaald voor de drukke en de stille periode, voor elk van de aaneengesloten buiduren die binnen de drukke en stille periode kunnen voorkomen. Deze aantallen worden bepaald door vermenigvuldiging van het aantal uren per jaar per aaneengesloten buiduur (voor drukke en stille periode) met het gemiddelde aantal vertrekkende vliegtuigen voor resp. de drukke en stille periode. De jaarlijkse uren van voorkomen per aaneengesloten buiduur zijn voor de drukke en stille periode bepaald in resp. BK14-BK37 en BK44-BK67. De gemiddelde aantallen vertrekkende vliegtuigen voor de drukke en stille periode zijn resp. vastgesteld in de cellen AV117 en AO117. De berekening van de aantallen vliegtuigen voor de-icing is gegeven in blok AK71-BK75, zoals onderstaand weergegeven.

De totale behandeltijd voor de-icing volgt direct uit het totale aantal vliegtuigen waarvoor de-icing noodzakelijk is en de gemiddelde behandeltijd voor uitvoering van de de-icing.

Aantallen vliegtuigen per jaar voor de-icing per aaneengesloten buiduur in drukke en stille periode																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totaal	
Drukke periode	303	462	355	305	253	208	147	118	92	79	58	52	36	26	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2554
Stille periode	26	38	29	25	20	16	11	9	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192
Totaal	329	500	385	330	273	224	158	126	110	79	58	52	36	26	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2746

Indien het aanbod van vertrekkende vliegtuigen op enig moment groter is dan de beschikbare capaciteit voor de-icing (bepaald door het aantal de-icing plaatsen en de gemiddelde behandeltijd) zullen wachttijden gaan optreden. Deze wachttijden worden bepaald op grond van wachttijdberekeningen. Deze berekeningen worden voor alle relevante situaties uitgevoerd in het werkblad DIWT (de-icing wachttijdberekeningen) dat verder in deze bijlage wordt beschreven.

De specificatie van de benodigde wachttijdberekeningen en de verwerking van de resultaten vormt onderdeel van het werkblad EDI. Bij de uitvoering van deze berekeningen wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Een wachttijdprobleem kan zich alleen voordoen bij het optreden van de-icing condities binnen de drukke periode. In de stille periode zal de beschikbare capaciteit voor de uitvoering van de-icing het aanbod van vertrekkende vliegtuigen altijd ruimschoots overtreffen.

- Bij het optreden van de-icing condities in de drukke periode wordt onderscheid gemaakt naar 2 typen situaties:

- 1) Situaties waarbij de aaneengesloten buiduur binnen de drukke periode kleiner is dan de totale lengte van de drukke periode. Deze situaties kunnen zich voordoen bij alle (totale) buiduren die minimaal gelijk zijn aan de beschouwde, aaneengesloten buiduur binnen de drukke periode.
- 2) Situaties waarbij de aaneengesloten buiduur minimaal de gehele drukke periode beslaat. Deze situaties kunnen zich uitsluitend voordoen bij totale buiduren met een lengte die minimaal gelijk is aan de lengte van de drukke periode.

Aansturing berekening wachttijden voor de-icing operaties							Maximum aantal vliegt in wachtrij (#)	
Duur bui *)	Duur bui in dr.per. (uur)	Vraag 1 (#/uur)	Vraag 2 (#/uur)	PVraag 1 (uur)	PVraag 2 (uur)	Toelaatb.		35
nvt	1	32	4	1	0			2
nvt	2	32	4	2	0			4
nvt	3	32	4	3	0			6
nvt	4	32	4	4	0			8
nvt	5	32	4	5	0			10
nvt	6	32	4	6	0			12
nvt	7	32	4	7	0			14
nvt	8	32	4	8	0			16
nvt	9	32	4	9	0			18
nvt	10	32	4	10	0			20
nvt	11	32	4	11	0			22
nvt	12	32	4	12	0			24
nvt	13	32	4	13	0			26
nvt	14	32	4	14	0			28
15	15	32	4	15	0			30
16	15	32	4	15	0,5			30
17	15	32	4	15	1			30
18	15	32	4	15	1,5			30
19	15	32	4	15	2			30
20	15	32	4	15	2,5			30
21	15	32	4	15	3			30
22	15	32	4	15	3,5			30
23	15	32	4	15	4			30
24	15	32	4	15	4,5			30

*) Duur bui is alleen relevant voor de situaties waarbij een buiduur in de drukke periode optreedt die gelijk is aan de gehele lengte van de drukke periode. Dat kan per definitie alleen als de duur van de bui minimaal gelijk is aan de lengte van de drukke periode



- In het eerste geval is het aanbod van vliegtuigen voor de-icing (# vliegtuigen per uur) gelijk aan de gemiddelde uurintensiteit van vertrekkende vliegtuigen in de drukke periode, gedurende de lengte van de aaneengesloten buiduur in de drukke periode. Aan het eind van deze buiduur wordt het aanbod 0.
- In het tweede geval is er gedurende de gehele lengte van de drukke periode (in dit geval gelijk aan 15 uur) een aanbod voor de-icing gelijk aan de gemiddelde uurintensiteit van vertrekkende vliegtuigen in de drukke periode. Daarna is er een aanbod voor de-icing gelijk aan de gemiddelde uurintensiteit van vertrekkende vliegtuigen in de stille periode gedurende een resterende periode die gelijk is aan het halve verschil van de totale buiduur en de lengte van de drukke periode.

Op grond van bovenstaande uitgangspunten wordt onderscheid gemaakt naar 24 afzonderlijke reken-situaties. Voor de thans gehanteerde aannamen over de lengten van de drukke en stille periode binnen het etmaal (resp. 15 en 9 uur) geldt daarbij:

- 14 berekeningen met aaneengesloten buiduren (1 t/m 14) in drukke periode < lengte drukke periode (situatie type 1).
- 10 berekeningen voor aaneengesloten buiduren in drukke periode gelijk aan lengte drukke periode voor resp. totale buiduren van 15 t/m 24 uur (situatie type 2).

Voor elk van deze 24 reken-situaties zijn de volgende vier invoergegevens vereist:

- Vraag1: aanbod de-icing in drukke periode (aantal vertrekkende vliegtuigen per uur).
- Vraag2: aanbod de-icing in stille periode (aantal vertrekkende vliegtuigen per uur).
- PVraag1: duur periode (uur) Vraag1 voor de-icing (in drukke periode).
- PVraag2: duur periode (uur) Vraag2 voor de-icing (na afloop stille periode).

De invoergegevens voor de 24 reken-situaties zijn in werkblad EDI gespecificeerd in blok AH120-AP147, zoals **onderstaand** getoond. In de laatste kolom van dit blok is het maximaal aantal vliegtuigen in de wachtrij vermeld (op grond van de resultaten van de wachttijd-berekeningen die in werkblad DIWT voor deze reken-situaties worden

uitgevoerd). Dit biedt de mogelijkheid om de omvang van de wachtrij te toetsen aan een toelaatbaar maximum. Indien dit wordt overschreden kan worden overwogen de de-icing capaciteit uit te breiden.

Naast de bovengenoemde invoergegevens per reken-situatie is voor de uitvoering van de wachttijd-berekeningen nog de volgende informatie vereist:

- Aantal de-icing opstellingen (#).
- Gemiddelde behandeltijd de-icing per vliegtuig (min).

Voor een nadere uitleg over de uitvoering van de wachttijd-berekeningen wordt verder verwezen naar de beschrijving van werkblad DIWT (punt 3) van par. 2-2).

De resultaten van de wachttijd-berekeningen zijn voor de 24 reken-situaties als volgt in werkblad EDI weergegeven:

- Voor de (14) berekeningen met aaneengesloten buiduren in drukke periode < lengte drukke periode (situatie type 1): rij AM80-AZ80 in blok AK77-BK80. In dit blok worden de berekende wachttijden (vliegtuigwachturen voor de-icing behandeling) per reken-situatie (aaneengesloten buiduur in drukke periode) geconfronteerd met de jaarlijkse frequentie van voorkomen per aaneengesloten buiduur. Dit leidt tot de berekening van het totale actuele aantal vliegtuigwachturen voor de reken-situaties van type 1 (in cel BK80).
- Voor de 10 berekeningen voor aaneengesloten buiduren in drukke periode gelijk aan lengte drukke periode (situatie type 2): kolom BP89-BP98 in blok BM71-BP99. In dit blok worden de berekende wachttijden per reken-situatie (voor totale buiduren van 15 t/m 24 uur) geconfronteerd met de jaarlijkse frequentie van voorkomen van deze situaties. Dit leidt tot de berekening van het totale actuele aantal vliegtuigwachturen voor de reken-situaties van type 2 (in cel BP99).

Berekening en vergelijking van kosten en tijdseffecten

Op grond van het berekende aantal vliegtuigen waarvoor de-icing nodig is en de resultaten van de wachttijd-berekeningen worden de volgende effecten berekend:

- Kosten de-icing:
 - Kosten uitvoering de-icing (€/jaar): aantal behandelde vliegtuigen maal de gemiddelde kosten van een de-icing behandeling, met onderscheid naar aantallen vliegtuigen en kosten voor de drukke en stille periode (gezien mogelijke verschillen in arbeidskosten voor dag- en nachtperiode).
 - Kosten opvang en verwerking glycol (€/jaar): in deze kosten zijn begrepen de kosten van opvang van glycol met zuigwagens (op taxi-banen) en de kosten van opslag, afvoer en verwerking (RWZI). De kosten worden bepaald door het totale glycolverbruik (kg) op grond van aantal behandelde vliegtuigen en gemiddeld verbruik per vliegtuig; de fracties die direct (door vaste installaties) en door zuigwagens worden opgevangen/verzameld

(-); de variabele kosten (€/kg) voor verzameling door zuigwagens; en de variabele kosten (€/kg voor opslag, afvoer en verwerking.

- Totale kosten per jaar (€/jaar): som van beide bovenstaande kostenposten.
- Milieubelasting glycol:
 - Niet-verwerkte hoeveelheid glycol (kg/jaar): bepaald door totaal glycolverbruik minus verzamelde fracties door vaste installaties en zuigwagens.
- Tijdseffecten de-icing:
 - Vliegtuig behandeluren de-icing (uur/jaar): bepaald door aantal behandelde vliegtuigen en gemiddelde behandeltime per vliegtuig.
 - Vliegtuig wachturen voor behandeling (uur/jaar): bepaald op grond van resultaten wachttijdberekeningen in cellen BK80 en BP99 (zie bovenstaande).

Overige gegevens

Lengte drukke periode (uur)	15
Aantal de-icing opstellingen (#)	6
Gemiddelde behandeltime de-icing per vliegtuig (min)	12
Gemiddelde kosten de-icing drukke tijd €/vliegtuig)	€ 1.500
Gemiddelde kosten de-icing stille tijd €/vliegtuig)	€ 2.000
Gemiddeld verbruik glycol (kg/vliegtuig)	40
Direct op te vangen deel glycol (fractie)	0,60
Deel verlies met zuigwagens te verzamelen (fractie)	0,50
Kosten opvang glycol (zuigwagens) per kg	€ 30
Kosten opslag, afvoer, verwerking glycol (€/kg)	€ 10

Samenvatting vliegtuig wachturen (uur/jaar)

Voor buiduren < lengte drukke periode (uur/jaar)	370
Voor buiduren >= lengte drukke periode (uur/jaar)	30
Totaal vliegtuig wachturen voor de-icing (uur/jaar)	400

Totale tijd besteed aan de-icing (vliegtuiguur/jaar)	549
Kosten de-icing drukke periode (€/jaar)	€ 3.831.628
Kosten de-icing stille periode (€/jaar)	€ 383.163
Kosten de-icing totaal (€/jaar)	€ 4.214.791
Verbruikte hoeveelheid glycol (kg/jaar)	109840
Kosten opvang glycol met zuigwagens (€/jaar)	€ 659.040
Kosten opslag, afvoer, verwerking glycol (€/jaar)	€ 878.720
Totale variabele kosten opvang/verwerking glycol (€/jaar)	€ 1.537.760
Niet-verwerkte hoeveelheid glycol (kg/jaar)	21968

Scenario	Actueel	Referentie	Scenariogevallen voor vergelijking			
	Huidig Gem43	Huidig Gem43	Huidig klimaat			
Type jaar			Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Kosten de-icing						
Kosten uitvoering de-icing (€/jaar)	€ 4.214.791	€ 4.214.791	€ 9.636.000	€ 429.000	€ 9.081.600	€ 778.800
Kosten opvang en verwerking glycol (€/jaar)	€ 1.537.760	€ 1.537.760	€ 3.515.680	€ 156.520	€ 3.313.408	€ 284.144
Totale kosten per jaar (€/jaar)	€ 5.752.551	€ 5.752.551	€ 13.151.680	€ 585.520	€ 12.395.008	€ 1.062.944
Milieubelasting glycol						
Niet-verwerkte hoeveelheid glycol (kg/jaar)	21968	21968	50224	2236	47334	4059
Tijdseffecten de-icing						
Vliegtuig behandeluren de-icing (uur/jaar)	549	549	1256	56	1183	101
Vliegtuig wachturen voor behandeling (uur/jaar)	400	400	1134	15	956	57



Voor de uitvoering van bovenstaande berekeningen is een aantal invoergegevens nodig die moeten worden gespecificeerd in blok AT120-AY130 (zie onderstaand overzicht).

De uitvoering van een aantal van de benodigde tussenberekeningen vindt plaats in blok BE82-BK95 (zie onderstaand voorbeeld).

Voor elke berekening die wordt gekenmerkt door de keuze van een buiduur frequentieprofiel wordt een effectrapport opgesteld zoals bovenstaand beschreven. De resultaten per berekening kunnen in het werkblad EDI worden opgeslagen en kunnen worden vergeleken met een te kiezen referentiesituatie. Daarbij worden ook de verschillen met de referentiesituatie (in absolute en relatieve zin) bepaald. De effectrapporten en de vergelijking daarvan zijn opgenomen in blok BQ1-CL43 van werkblad EDI. Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van het berekende effectrapport (eerste deel van blok BQ1-CL43).

De resultaten van de actuele berekening zijn in de eerste kolom weergegeven. De als referentie te hanteren resultaten worden (als waarden) naar de tweede kolom gekopieerd. De overige rekengevallen worden (voor vergelijking) naar de volgende kolommen gekopieerd. Als referentiesituatie is in dit voorbeeld het gemiddelde buiduur frequentieprofiel gehanteerd voor een beschikbare tijdserie voor Schiphol van de laatste 43 jaar (aangeduid als Gem43 welke wordt vergeleken met een aantal andere rekengevallen. Voor een verdere beschrijving van deze voorbeelden en het gebruik van het effectrapport wordt verwezen naar par. 2-3.

3) Werkblad DIWT (wachttijdberekeningen)

In werkblad DIW worden simultane wachttijdberekeningen (wachtrijssimulaties) uitgevoerd voor in totaal 24 rekensituaties. De stappen in deze berekeningen zijn:

- Verzameling en bewerking invoergegevens.
- Uitvoering van de wachttijdberekening.
- Verzameling en verwerking van de berekeningsresultaten.

Verzameling en bewerking invoergegevens

De invoergegevens voor de wachttijdberekeningen worden voor elk van de 24 rekensituaties be-

paald in het werkblad EDI. De standaard invoer bestaat uit:

- Vraag1 (#/uur): aanbod vliegtuigen de-icing in drukke periode.
- Vraag2 (#/uur): aanbod vliegtuigen de-icing in stille periode.
- PVraag1 (uur): duur periode Vraag1 voor de-icing (in drukke periode).
- PVraag2 (uur): duur periode Vraag2 voor de-icing (na afloop stille periode).
- Buffer (#): aantal behandelplaatsen (opstellingen) beschikbaar voor uitvoering de-icing.
- Behandeltijd (min): gemiddelde behandel tijd voor de-icing per vliegtuig.

De laatste 2 invoergegevens zijn daarbij voor alle beschouwde rekensituaties gelijk.

De bewerking van de invoergegevens heeft betrekking op:

- Het omzetten van de vraaggegevens in #/uur naar #/minuut.
- Het omzetten van de duur van de verschillende perioden van uren naar minuten.

Onderstaande tabel geeft een voorbeeld van een standaard invoerblok en de verwerking van de invoergegevens.

Vraag1 (#/uur)	Vraag2 (#/uur)	PVraag1 (uur)	P Vraag2 (uur)	Buffer #	Behandelt. (min)
32	4	1	0	6	12
0,533	0,067	60	0		12

Uitvoering van de wachttijdberekening

De wachttijdberekening vindt plaats op grond van een wachtrijssimulatie voor een periode van 24 uur met tijdstappen van 1 minuut (1440 tijdstappen). Voor elke tijdstap worden daarbij de volgende berekeningen uitgevoerd:

- Flow in 1 (#/min): bepaling aanbod voor vertrek in actuele tijdstap als Vraag1 van toepassing (0 of 1).
- Flow in 2 (#/min): bepaling aanbod voor vertrek in actuele tijdstap als Vraag2 van toepassing (0 of 1).
- Queue in (#/min): bepaling totaal aanbod van aantal vliegtuigen in actuele minuut voor de-icing (is gelijk aan aantal vliegtuigen in wachtrij van vorige tijdstap plus aanbod voor vertrek in actuele tijdstap volgens Flow in 1 of Flow in

2, afhankelijk van situatie Vraag1 of Vraag2 van toepassing).

- Naar buffer (#): bepaling van aantal vliegtuigen dat in actuele minuut kan toetreden tot de 'buffer' van beschikbare de-icing behandelplaatsen. Dit aantal wordt bepaald door het minimum van het aanbod in 'Queue in' en de beschikbare capaciteit van de buffer (aantal behandelplaatsen verminderd met aantal vliegtuigen in buffer in vorige tijdstap en vermeerderd met het aantal vliegtuigen dat in de actuele tijdstap de buffer verlaat (klaar is met de de-icing behandelingen).
- Uit buffer (#): bepaling van aantal vliegtuigen dat in actuele minuut de buffer verlaat (klaar is met de de-icing behandeling). Dit aantal is per definitie gelijk aan het aantal dat met een tijd-fase verschil gelijk aan de gemiddelde behandel-tijd voor de-icing eerder in 'Naar buffer' is bepaald.
- In buffer (#): bepaling van aantal vliegtuigen dat in actuele minuut de de-icing behandeling ondergaat. Dit aantal is gelijk aan het aantal in de vorige tijdstap vermeerderd met 'Naar buffer' en verminderd met 'Uit buffer' in de actuele tijdstap.
- In wachtrij (#): bepaling aantal vliegtuigen in wachtrij voor actuele tijdstap. Dit aantal is gelijk aan 'Queue in' verminderd met 'Naar buffer' voor de actuele tijdstap
- Vliegtuigwachttijd cumulatief in minuten (V-min): berekening cumulatieve wachttijd in vliegtuigminuten door wachttijd vorige tijdstap te vermeerderen met aantal vliegtuigen in wachtrij voor actuele tijdstap (minuut).
- Vliegtuigwachttijd cumulatief in uren (V-uur): berekening cumulatieve wachttijd in vliegtuig-uren door voorgaande cumulatieve wachttijd (in V-min) te delen door 60.
- Periode wachtrij (0 of 1): markering actuele tijdstap afhankelijk aanwezigheid wachtrij; markering 1 indien er in die tijdstap een wachtrij >0 is of markering 0 indien er in die tijdstap een wachtrij gelijk aan 0 is.
- # vliegtuigen in periode met wachtrij: bepaling van het cumulatieve aantal vliegtuigen dat zich aandient voor behandeling de-icing in een tijdstap waarbij sprake is van een wachtrij >0 (leidt tot bepaling van het totale aantal vliegtuigen dat vertraging ondervindt).

Verzameling en verwerking van de berekeningsresultaten

Op grond van de totale wachtrijsimulatie en berekeningsresultaten over 1440 tijdstappen van een minuut (waarbij eventuele beperkingen in het algemeen maar voor een deel van deze periode van toepassing zijn) worden de volgende eindresultaten bepaald:

- Totaal aantal vliegtuigwachturen (V-uur): maximum van de cumulatieve berekening van het aantal vliegtuigwachturen over de 1440 tijdstappen.
- Totaal aantal vliegtuigen (#) met vertraging: maximum van de cumulatieve berekening van het aantal vliegtuigen dat beperkingen ondervindt over de 1440 tijdstappen.
- Gemiddelde vertraging per vliegtuig (uur) dat beperkingen ondervindt: deling van totaal aantal vliegtuigwachturen door totaal aantal vliegtuigen met vertraging.
- Totale periode (uur) waarbij sprake is van een wachtrij >0 (som van aantal tijdstappen met beperkingen gedeeld door 60).
- Maximaal aantal vliegtuigen in wachtrij (#): maximum van de cumulatieve berekening van aantal vliegtuigen in wachtrij over de 1440 tijdstappen.

2-3 Illustratie bepaling effecten van winterse condities (baangebruik en de-icing)

Op grond van de spreadsheets zoals in het bovenstaande beschreven is een illustratieve uitwerking gegeven aan de mogelijke effecten van klimaatverandering. De in de visieontwikkeling ontwikkelde spreadsheets zijn te beschouwen als 'prototypen' en geven een concrete en operationele uitwerking van de wijze waarop de effectbepaling kan plaatsvinden. In deze spreadsheets is een voorlopige invulling gegeven van de voor de effectbepaling benodigde basisgegevens. De huidige invulling is daarbij voor een deel gebaseerd op fictieve gegevens, met name wat betreft de kostengegevens. Een daadwerkelijke kwantitatieve analyse van de effecten van klimaatverandering is binnen de scope van de huidige visieontwikkeling niet aan de orde. Wel kan op grond van de huidige invulling in illustratieve zin een beeld worden gegeven van het gedrag en de gevoeligheid van de effecten voor bepaalde veranderingen in de aard



en omvang van de klimaatverandering. Hiermee wordt een hulpmiddel geboden voor een daadwerkelijke, kwantitatieve effectbepaling, indien de in de spreadsheet gedefinieerde gegevens beschikbaar kunnen worden gemaakt.

Gehanteerde gegevens KNMI over klimaat en klimaatverandering

Voor de illustratieve effectbepaling is gebruik gemaakt van een langjarige serie met historische gegevens over sneeuwcondities (voor de jaren 1971 t/m 2014) van het KNMI voor de Luchthaven Schiphol. In deze tijdserie is voor elke dag van het jaar en voor elk uur aangegeven of er wel of niet sprake is van een sneeuwbuï (door een aanduiding van resp. code 1 of code 0). Door het KNMI is deze informatie verschaft voor de wintermaanden (aangenomen periode: 1 november t/m 31 maart) van het winterseizoen 1971/1972 t/m 2013/2014 (in totaal 43 jaar).

Op grond van de verschaft informatie door het KNMI is een bewerking uitgevoerd waarbij voor elk van deze 43 winterseizoenen een buiduur frequentieprofiel is vastgesteld. In het buiduur frequentieprofiel is voor elk seizoen de frequentie bepaald van de opgetreden sneeuwbuïen met een discrete tijdsduren van 1 t/m 24 uur. Eventueel optredende buïen met een tijdsduur groter dan 24 uur (hetgeen in de gehele tijdserie een aantal malen voorkomt) zijn daarbij toegedeeld aan buiduur = 24 uur.

Op grond van de informatie voor de 43 winterseizoenen is voor het uitvoeren van de illustratieve berekeningen een aantal buiduur frequentieprofielen afgeleid, als volgt:

- Een gemiddeld profiel voor de gehele historische tijdserie, aangeduid als Gem43.
- Het meest extreme (strengste) profiel in de tijdserie op grond van het totaal aantal sneeuwuren (het seizoen 2009/2010), aangeduid als Streng1 (09/10).
- Het meest milde profiel in de tijdserie op grond van het totaal aantal sneeuwuren (het seizoen 2013/2014), aangeduid als Mild1 (13/14).
- Het gemiddelde van de 5 strengste profielen in de tijdserie op grond van het totaal aantal sneeuwuren, aangeduid als Streng5.

- Het gemiddelde van de 5 mildste profielen in de tijdserie op grond van het totaal aantal sneeuwuren, aangeduid als Mild5.

Illustratieve resultaten voor effecten winterse condities op baangebruik

Zoals beschreven in par. 2-1 zijn de resultaten van de berekeningen uitgedrukt in de volgende grootheden:

- De kosten van de inzet van de ploegen 'Baan' en 'Platform'.
- Een aantal overige kosten gekoppeld aan het afvoeren/verwerken van sneeuw/ijs en het gebruik van het dooimiddel kaliumformiaat.
- De totale kosten van het verwijderen van sneeuw/ijs en de gladheidsbestrijding.
- Het totaal aantal vliegtuig wachturen per jaar.
- Het totaal aantal geannuleerde of uitgeweken vluchten per jaar.

In het onderstaande effectrapport (blok BT11-CO92) wordt een overzicht en vergelijking gegeven van deze effecten voor een aantal illustratieve rekengevallen die zijn gebaseerd op de buiduur frequentieprofielen zoals in het bovenstaande beschreven. In het eerste deelblok van dit rapport worden de verschillende effecten per rekengeval getoond in vergelijking met de referentiesituatie. In het tweede en derde deelblok worden resp. de absolute en relatieve verschillen van de rekengevallen met de referentiesituatie weergegeven. Een toename van de effecten is daarbij met rood gemarkeerd; een afname van de effecten is met groen gemarkeerd. Bij de interpretatie van deze resultaten geldt dat de effecten in absolute zin als **illustratief** moeten worden beschouwd, gezien het arbitraire karakter van een aantal van de gehanteerde aannamen en invoergegevens. Op basis van realistische invoergegevens zou echter een goede schatting van deze effecten kunnen worden verkregen.

Op grond van de onderlinge vergelijking van de illustratieve rekengevallen gelden de volgende observaties:

- Vergelijking van het strengste jaar in de serie (Streng1) met het gemiddelde jaar (Gem43) laat zien dat er sprake is van een ruime verdubbeling van de totale kosten (+126%); de vliegtuigwachturen nemen met 150% toe; voor het aantal uitgeweken of geannuleerde vliegtuig-

gen is een ruime verdriedubbeling van toepassing (+207%).

- Voor het meest milde jaar in de serie (Mild1) zijn zowel de kosten als de vliegtuigwachturen maar ca 10% van het gemiddelde jaar. Annulering of uitwijken van vluchten treedt in het geheel niet op.
- Voor het gemiddelde van de 5 strengste jaren (Streng5) geldt ook dat de effecten beduidend groter zijn dan voor de gemiddelde situatie. Voor zowel kosten als wachturen is er een ruime verdubbeling. Het aantal geannuleerde of uitgeweken vluchten is 2,5 maal zo groot.
- Voor het gemiddelde van de 5 mildste jaren geldt dat zowel de kosten als wachturen nog maar 20% bedragen van de gemiddelde situatie en het aantal geannuleerde of uitgeweken vluchten slechts 10%.
- Het verschil in effecten tussen Streng5 en Mild5 is zeer aanzienlijk. Daarbij geldt dat de effecten van Streng5 in termen van kosten, wachturen en uitgeweken vluchten resp. een factor 11, 12 en 25 groter zijn dan de effecten van Mild5.

Bovenstaande resultaten hebben alle betrekking op de vergelijking van meer of minder extreme gevallen binnen de huidige situatie. Veranderingen in deze situatie op grond van toekomstige klimaatscenario's zijn vooralsnog zeer onzeker en uiterst speculatief. Wel kan op grond van de huidige methode een inzicht worden verkregen van de mogelijke veranderingen op grond van 'what if' veronderstellingen. Om een voorbeeld te geven: een soms geopperde mogelijkheid is dat de grilligheid van het toekomstige weerbeeld ten aanzien van het optreden van winterse condities zou kunnen toenemen. In illustratieve zin zouden we dit als volgt tot uitdrukking kunnen brengen. Stel dat de gemiddelde situatie in de toekomst nauwelijks zou veranderen, maar dat toekomstige jaren vooral zouden bestaan uit een min of meer gelijkwaardige afwisseling van vrij milde situaties (gekenmerkt door bijvoorbeeld de karakteristieken van Mild5) en vrij strenge situaties (op grond van de karakteristieken van Streng5).

Een indruk van de effecten hiervan kan worden verkregen door de effecten van het huidige gemiddelde jaar te vergelijken met het gemiddelde van de effecten van Mild5 en Streng5 (zie onder-

Scenario	Actueel	Referentie	Scenariogegeven voor vergelijking			
	Huidig Gem43	Huidig Gem43	Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Kosten inzet ploeg 'Baan'						
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 68.267	€ 68.267	€ 124.688	€ 14.250	€ 131.100	€ 14.963
Variabele kosten (€/jaar)	€ 576.654	€ 576.654	€ 1.325.250	€ 58.125	€ 1.245.425	€ 106.175
Subtotaal kosten 'Baan' (€/jaar)	€ 644.922	€ 644.922	€ 1.449.938	€ 72.375	€ 1.376.525	€ 121.138
Kosten inzet ploeg 'Platform'						
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 45.512	€ 45.512	€ 83.125	€ 9.500	€ 87.400	€ 9.975
Variabele kosten (€/jaar)	€ 413.889	€ 413.889	€ 951.188	€ 41.719	€ 893.894	€ 76.206
Subtotaal kosten 'Platform' (€/jaar)	€ 459.400	€ 459.400	€ 1.034.313	€ 51.219	€ 981.294	€ 86.181
Overige kosten						
Af te voeren hoeveelheid sneeuw/ijs (ton)	335	335	770	34	723	62
Gebruik kaliumformiaat (kg)	22322	22322	51300	2250	48210	4110
Kosten afvoeren/verwerken sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 167.416	€ 167.416	€ 384.750	€ 16.875	€ 361.575	€ 30.825
Kosten gebruik kaliumformiaat (€/jaar)	€ 223.221	€ 223.221	€ 513.000	€ 22.500	€ 482.100	€ 41.100
Subtotaal overige kosten (€/jaar)	€ 390.637	€ 390.637	€ 897.750	€ 39.375	€ 843.675	€ 71.925
Totale kosten sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 1.494.959	€ 1.494.959	€ 3.382.000	€ 162.969	€ 3.201.494	€ 279.244
Effecten capaciteitsbeperkingen banen						
Vliegtuig wachturen (uur/jaar)	1234	1234	3084	106	2764	226
Geannuleerde of uitgeweken vluchten (3/jaar)	492	492	1511	0	1231	49



Absolute verschillen scenariogevalen met referentie					
Scenario	Referentie	Scenariogevalen voor vergelijking			
		Huidig klimaat			
Type jaar	Huidig	Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Kosten inzet ploeg 'Baan'					
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 68.267	€ 56.420	€ 54.017-	€ 62.833	€ 53.305-
Variabele kosten (€/jaar)	€ 576.654	€ 748.596	€ 518.529-	€ 668.771	€ 470.479-
Subtotaal kosten 'Baan' (€/jaar)	€ 644.922	€ 805.016	€ 572.547-	€ 731.603	€ 523.784-
Kosten inzet ploeg 'Platform'					
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 45.512	€ 37.613	€ 36.012-	€ 41.888	€ 35.537-
Variabele kosten (€/jaar)	€ 413.889	€ 537.299	€ 372.170-	€ 480.005	€ 337.683-
Subtotaal kosten 'Platform' (€/jaar)	€ 459.400	€ 574.912	€ 408.182-	€ 521.893	€ 373.219-
Overige kosten					
Af te voeren hoeveelheid sneeuw/ijs (ton)	335	435	-301	388	-273
Gebruik kaliumformiaat (kg)	22322	28978	-20072	25888	-18212
Kosten afvoeren/verwerken sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 167.416	€ 217.334	€ 150.541-	€ 194.159	€ 136.591-
Kosten gebruik kaliumformiaat (€/jaar)	€ 223.221	€ 289.779	€ 200.721-	€ 258.879	€ 182.121-
Subtotaal overige kosten (€/jaar)	€ 390.637	€ 507.113	€ 351.262-	€ 453.038	€ 318.712-
Totale kosten sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 1.494.959	€ 1.887.041	€ 1.331.990-	€ 1.706.535	€ 1.215.715-
Effecten capaciteitsbeperkingen banen					
Vliegtuig wachturen (uur/jaar)	1234	1849	-1128	1530	-1009
Geannuleerde of uitgeweken vluchten (3/jaar)	492	1019		739	-443

Relatieve verschillen scenariogevalen met referentie					
Scenario	Referentie	Scenariogevalen voor vergelijking			
		Huidig klimaat			
Type jaar	Huidig	Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Kosten inzet ploeg 'Baan'					
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 68.267	83%	-79%	92%	-78%
Variabele kosten (€/jaar)	€ 576.654	130%	-90%	116%	-82%
Subtotaal kosten 'Baan' (€/jaar)	€ 644.922	125%	-89%	113%	-81%
Kosten inzet ploeg 'Platform'					
Eenmalige kosten inzet (€/jaar)	€ 45.512	83%	-79%	92%	-78%
Variabele kosten (€/jaar)	€ 413.889	130%	-90%	116%	-82%
Subtotaal kosten 'Platform' (€/jaar)	€ 459.400	125%	-89%	114%	-81%
Overige kosten					
Af te voeren hoeveelheid sneeuw/ijs (ton)	335	130%	-90%	116%	-82%
Gebruik kaliumformiaat (kg)	22322	130%	-90%	116%	-82%
Kosten afvoeren/verwerken sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 167.416	130%	-90%	116%	-82%
Kosten gebruik kaliumformiaat (€/jaar)	€ 223.221	130%	-90%	116%	-82%
Subtotaal overige kosten (€/jaar)	€ 390.637	130%	-90%	116%	-82%
Totale kosten sneeuw/ijs (€/jaar)	€ 1.494.959	126%	-89%	114%	-81%
Effecten capaciteitsbeperkingen banen					
Vliegtuig wachturen (uur/jaar)	1234	150%	-91%	124%	-82%
Geannuleerde of uitgeweken vluchten (3/jaar)	492	207%		150%	-90%

staande tabel). Uit deze vergelijking blijkt dat de gemiddelde effecten in dat geval significant zouden toenemen (met orde 15-30%).

Effecten baangebruik	Gem43	(Mild5+Streng5)/2	Verskil (%)
Kosten (€/jaar)	1494959 (100%)	1740369 (116%)	+16%
Wachturen (uur/jaar)	1234 (100%)	1495 (121%)	+21%
Geannuleerde vluchten (#/jaar)	492 (100%)	640 (130%)	+30%

Illustratieve resultaten voor effecten winterse condities op de-icing

Zoals beschreven in par. 2-2 zijn de resultaten van de berekeningen uitgedrukt in de volgende grootheden:

- Kosten de-icing (€/jaar).
- Milieubelasting glycol (kg/jaar).
- Tijdseffecten de-icing:
 - Vliegtuig behandeluren de-icing (uur/jaar).
 - Vliegtuig wachturen voor behandeling (uur/jaar).

Scenario Type jaar	Actueel	Referentie	Scenariogeveallen voor vergelijking			
	Huidig Gem43	Huidig Gem43	Huidig klimaat			
			Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Kosten de-icing						
Kosten uitvoering de-icing (€/jaar)	€ 4.214.791	€ 4.214.791	€ 9.636.000	€ 429.000	€ 9.081.600	€ 778.800
Kosten opvang en verwerking glycol (€/jaar)	€ 1.537.760	€ 1.537.760	€ 3.515.680	€ 156.520	€ 3.313.408	€ 284.144
Totale kosten per jaar (€/jaar)	€ 5.752.551	€ 5.752.551	€ 13.151.680	€ 585.520	€ 12.395.008	€ 1.062.944
Milieubelasting glycol						
Niet-verwerkte hoeveelheid glycol (kg/jaar)	21968	21968	50224	2236	47334	4059
Tijdseffecten de-icing						
Vliegtuig behandeluren de-icing (uur/jaar)	549	549	1256	56	1183	101
Vliegtuig wachturen voor behandeling (uur/jaar)	400	400	1134	15	956	57

Scenario Type jaar	Referentie Huidig Gem43	Scenariogeveallen voor vergelijking			
		Huidig klimaat			
		Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Absolute verschillen scenariogeveallen met referentie					
Kosten de-icing					
Kosten uitvoering de-icing (€/jaar)	€ 4.214.791	€ 5.421.209	€ -3.785.791	€ 4.866.809	€ -3.435.991
Kosten opvang en verwerking glycol (€/jaar)	€ 1.537.760	€ 1.977.920	€ -1.381.240	€ 1.775.648	€ -1.253.616
Totale kosten per jaar (€/jaar)	€ 5.752.551	€ 7.399.129	€ -5.167.031	€ 6.642.457	€ -4.689.607
Milieubelasting glycol					
Niet-verwerkte hoeveelheid glycol (kg/jaar)	21968	28256	-19732	25366	-17909
Tijdseffecten de-icing					
Vliegtuig behandeluren de-icing (uur/jaar)	549	706	-493	634	-448
Vliegtuig wachturen voor behandeling (uur/jaar)	400	734	-385	557	-343

Scenario Type jaar	Referentie Huidig Gem43	Scenariogeveallen voor vergelijking			
		Huidig klimaat			
		Streng1 (09/10)	Mild1 (13/14)	Streng5	Mild5
Relatieve verschillen scenariogeveallen met referentie					
Kosten de-icing					
Kosten uitvoering de-icing (€/jaar)	€ 4.214.791	129%	-90%	115%	-82%
Kosten opvang en verwerking glycol (€/jaar)	€ 1.537.760	129%	-90%	115%	-82%
Totale kosten per jaar (€/jaar)	€ 5.752.551	129%	-90%	115%	-82%
Milieubelasting glycol					
Niet-verwerkte hoeveelheid glycol (kg/jaar)	21968	129%	-90%	115%	-82%
Tijdseffecten de-icing					
Vliegtuig behandeluren de-icing (uur/jaar)	549	129%	-90%	115%	-82%
Vliegtuig wachturen voor behandeling (uur/jaar)	400	184%	-96%	139%	-86%



In het **onderstaande** effectrapport (blok BQ1-CL43) wordt een overzicht en vergelijking gegeven van deze effecten voor dezelfde illustratieve rekengevallen die ook zijn beschouwd voor de effecten van winterse condities op baangebruik. Ook de opbouw van het effectrapport voor de vergelijking van de rekengevallen en het weergeven van de absolute en relatieve verschillen komt overeen met het voorgaande voorbeeld.

Op grond van de onderlinge vergelijking van de verschillende rekengevallen gelden de volgende observaties:

- Vergelijking van het strengste jaar in de serie (Streng1) met het gemiddelde jaar (Gem43): toename kosten de-icing, milieubelasting glycol en vliegtuigbehandeluren met 130%; toename wachturen voor behandeling met ruim 180%.
- Voor het meest milde jaar in de serie (Mild1) zijn kosten de-icing, milieubelasting glycol en vliegtuigbehandeluren maar 10% van de gemiddelde waarden; de wachturen voor behandeling bedragen slechts 5% van de gemiddelde situatie.
- Voor het gemiddelde van de 5 strengste jaren (Streng5) geldt dat de bovengenoemde effecten toenemen t.o.v. de gemiddelde situatie met resp. 115% en bijna 140%.
- Voor het gemiddelde van de 5 mildste jaren bedragen de bovengenoemde effecten slechts resp. 18% en 14% van de effecten in de gemiddelde situatie.
- Het verschil in effecten tussen Streng5 en Mild5 bedraagt een factor van bijna 17 voor de wachttijden voor de-icing behandeling en een factor van bijna 12 voor de overige effecten.

Voor de vergelijking van de gemiddelde situatie met het gemiddelde van Streng5 en Mild5 gelden de waarden volgens onderstaande tabel.

Effecten de-icing	Gem43	(Mild5+Streng5)/2	Vershil (%)
Kosten (€/jaar)	5752551 (100%)	6728976 (117%)	+17%
Milieubelasting glycol (kg/jaar)	21968 (100%)	25697 (117%)	+17%
Behandelingen (uur/jaar)	549 (100%)	642 (117%)	+17%
Wachturen (uur/jaar)	400 (100%)	507 (127%)	+27%

De veranderingen in deze effecten zijn vergelijkbaar met de gedragingen van de effecten gekoppeld aan het gebruik van banen en platforms.

Bijlage 3

Methode voor bepalen effecten van hogere temperaturen

De methode voor de bepaling van de effecten van hogere temperaturen heeft uitwerking gekregen in de spreadsheet 'Effecten van hogere temperaturen.xlsx'. Deze bijlage geeft een gedetailleerde beschrijving van de inhoud van deze spreadsheets. Vervolgens wordt voor de feitelijke bepaling van de effecten van hogere temperaturen een illustratieve uitwerking gegeven.

3-1 Spreadsheet 'Effecten van hogere temperaturen'

In de spreadsheet 'Effecten van hogere temperaturen' worden de volgende drie werkbladen onderscheiden:

- 1) Belading Vrachtvliegtuigen.
- 2) Koeling Passagiersvliegtuigen.
- 3) Verwerking Vluchtinformatie.

In deze werkbladen wordt voor de duiding van de betekenis van de verschillende onderdelen een aantal kleurenconventies gehanteerd zoals onderstaand aangegeven.

Legenda gehanteerde kleurencodes

	Directe invoer basisgegevens
	Directe invoer basisgegevens
	Gebruikerskeuzen
	Berekeningsresultaten
	Berekeningsresultaten
	Resultaten actuele berekening
	Markering: toenameffecten
	Markering: afname effecten
	Kaders, titels en toelichtingen

1) Werkblad Belading Vrachtvliegtuigen

Binnen het werkblad 'Belading Vrachtvliegtuigen' gelden de volgende stappen:

- Bepalen aantal dagen waarop een gegeven Tmax wordt bereikt.
- Bepalen temperatuurverloop over het etmaal.
- Bepalen aantallen vluchten met vrachtvliegtuigen die jaarlijks plaatsvinden bij verschillende temperaturen in de range 20-40 °C.
- Berekening en vergelijking effecten.

Bepalen aantal dagen waarop een gegeven Tmax wordt bereikt

De uitwerking van deze stap vindt plaats in het blok E1-AB11, zoals onderstaand weergegeven. In dit blok zijn de Tmax-profielen opgenomen voor een tweetal scenario's (Huidig en W+ voor zichtjaar 2050). Binnen beide scenario's zijn drie typen jaren onderscheiden, te weten: gemiddeld, "warm"

Stap 1 Bepalen aantal dagen waarop een gegeven Tmax wordt bereikt

Actuele keuze	Scenario en type jaar	Aantal dagen met Tmax gelijk aan aangegeven temperatuur voor verschillende scenario's en typen jaren voor temperatuur range 20-40 °C																			Totaal	
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		39
1	Huidig gemiddeld	16	11	10	8	6	5	4	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	71
0	Huidig "warm" (1995)	12	14	7	10	7	8	4	8	6	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	86
0	Huidig "Koel" (1977)	14	13	8	6	5	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
0	W+ 2050 gemiddeld	20	14	17	11	5	9	8	5	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	108
0	W+ 2050 "warm" (2055)	21	6	14	17	3	10	9	7	6	4	8	3	4	3	3	2	1	0	0	0	121
0	W+ 2050 "koel" (2037)	20	21	19	14	3	7	7	4	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	99
	Actueel # dagen	16	11	10	8	6	5	4	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	



en "koel", die resp. overeenkomen met het gemiddelde, het warmste en het koelste jaar in de beschikbare tijdserie voor de beide scenario's. Dat leidt in de huidige toepassing totaal tot een zestal verschillende Tmax-profielen.

De keuze van het actuele Tmax-profiel in de berekening wordt gefaciliteerd in het onderstaande blok AD1-AF11. In dit blok kan door de keuze van een 0 of 1 bij de beschikbare Tmax-profielen (in kolom AD4-AD10) worden aangegeven welk Tmax-profiel moet worden gehanteerd. Het geselecteerde (actuele) Tmax-profiel wordt vervolgens geplaatst in de rij G11-AA11 van blok E1-AB11. Per berekening moet altijd een enkel Tmax-profiel zijn geselecteerd. Als geen Tmax profiel, of meer dan 1 Tmax-profielen, is/zijn geselecteerd kleurt de cel AD11 rood (als waarschuwing).

Keuze Tmax-profiel voor berekening

Actuele keuze	Scenario en type jaar
1	Huidig gemiddeld
0	Huidig "warm" (1995)
0	Huidig "Koel" (1977)
0	W+ 2050 gemiddeld
0	W+ 2050 "warm" (2055)
0	W+ 2050 "koel" (2037)
1	Check!

Bepalen temperatuurverloop over het etmaal

Deze berekeningen vinden plaats in het blok A14-AB43. In dit blok wordt het etmaal geschematiseerd in 24 intervallen van 1 uur (uurinterval 0.00 -1.00 tot 23.00-24.00). Dat gebeurt in het deelblok A20-B43. Voor elke Tmax in de range van 20-40 °C wordt een verschil bepaald tussen de minimum en maximum temperatuur die optreedt gedurende het etmaal (Tmax-Tmin). Deze verschillen worden bepaald op grond van een factor (te specificeren in cel E17 maal de van toepassing zijnde Tmax en zijn weergegeven in de rij G17-AA17. In het deelblok C20-E43 zijn per uurinterval

Stap 2 Bepalen temperatuurverloop etmaal

		Verschil tussen maximum en minimum temperatuur per etmaal voor dagen met verschillende Tmax in range 20-40 °C																									
				Tmax (°C)																							
				dT (etmaal) (°C)																							
		Factor dT/MaxT																									
		0,40																									
				Temperatuurverloop bij verschillende maximum dagtemperaturen																							
Uurinterval	Periode	Radiaal	graden	Sinus-waarde	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
0.00-1.00	1	1,166667	240	-0,5000	14,00	14,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	23,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00	27,00	28,00		
1.00-2.00	2	1,233333	255	-0,6691	13,00	13,00	14,00	15,00	15,00	16,00	17,00	17,00	18,00	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	23,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00		
2.00-3.00	3	1,300000	270	-0,8090	12,00	13,00	14,00	14,00	15,00	15,00	16,00	17,00	17,00	18,00	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	22,00	23,00	24,00	24,00	25,00		
3.00-4.00	4	1,366667	285	-0,9135	12,00	12,00	13,00	14,00	14,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	19,00	19,00	20,00	20,00	21,00	22,00	22,00	23,00	24,00	24,00	25,00		
4.00-5.00	5	1,433333	300	-0,9781	12,00	12,00	13,00	13,00	14,00	15,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	22,00	23,00	24,00		
5.00-6.00	6	-pi/2	1,500000	315	-1,0000	12,00	12,00	13,00	13,00	14,00	15,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	22,00	23,00	24,00	
6.00-7.00	7	1,611111	330	-0,9397	12,00	12,00	13,00	14,00	14,00	15,00	15,00	16,00	17,00	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	20,00	21,00	22,00	22,00	23,00	23,00	24,00		
7.00-8.00	8	1,722222	345	-0,7660	12,00	13,00	14,00	14,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	23,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00		
8.00-9.00	9	1,833333	0	-0,5000	14,00	14,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	23,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00	27,00	28,00		
9.00-10.00	10	1,944444	15	-0,1736	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	19,00	19,00	20,00	21,00	22,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	26,00	27,00	28,00	29,00	29,00	30,00		
10.00-11.00	11	2,055556	30	0,1736	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00		
11.00-12.00	12	2,166667	45	0,5000	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00		
12.00-13.00	13	2,277778	60	0,7660	19,00	20,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	38,00		
13.00-14.00	14	2,388889	75	0,9397	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	38,00	39,00		
14.00-15.00	15	+pi/2	2,500000	90	1,0000	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	38,00	39,00		
15.00-16.00	16	0,566667	105	0,9781	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	38,00	39,00		
16.00-17.00	17	0,633333	120	0,9135	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	38,00	39,00		
17.00-18.00	18	0,700000	135	0,8090	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00	38,00		
18.00-19.00	19	0,766667	150	0,6691	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00	37,00		
19.00-20.00	20	0,833333	165	0,5000	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	33,00	34,00	35,00	36,00		
20.00-21.00	21	0,900000	180	0,3090	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	31,00	32,00	33,00	34,00		
21.00-22.00	22	0,966667	195	0,1045	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	27,00	28,00	29,00	30,00	31,00	32,00	32,00	33,00		
22.00-23.00	23	1,033333	210	-0,1045	15,00	16,00	17,00	18,00	18,00	19,00	20,00	21,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	28,00	29,00	30,00	31,00	31,00		
23.00-24.00	24	1,100000	225	-0,3090	14,00	15,00	16,00	16,00	17,00	18,00	19,00	19,00	20,00	21,00	22,00	22,00	23,00	24,00	25,00	25,00	26,00	27,00	28,00	28,00	29,00		

de invoergegevens gespecificeerd van een sinusfunctie (in resp. radialen en graden) op zodanige wijze dat het minimum van de sinuswaarde (-1.0) wordt bereikt aan het eind van het interval 5.00-6.00 uur en het maximum van de sinuswaarde (+1.0) aan het eind van het interval 14.00-15.00 uur. Omdat de tijdsperioden van minimum naar maximum sinuswaarde en van maximum naar minimum sinuswaarde in dit geval niet gelijk zijn (resp. 9 en 15 uur: opwarming verloopt sneller dan afkoeling) wordt hierbij gebruik gemaakt van twee verschillende specificaties van de sinusfuncties. De bijbehorende waarden van de sinusfuncties voor alle discrete perioden van het etmaal (de 24 uurintervallen) worden vervolgens berekend in kolom F20-F43.

Vervolgens wordt voor alle waarden van Tmax in de range van 20-40 °C het temperatuurverloop berekend voor de 24 discrete etmaal-uurintervallen, met gebruikmaking van de berekende sinuswaarden per uurinterval en het berekende verschil tussen Tmax en Tmin. Deze berekeningen vinden plaats in deelblok G20-AA43. De berekende temperaturen over de uurintervallen van het etmaal worden daarbij steeds afgerond op hele graden Celsius. Het onderstaand geeft een overzicht van de berekeningen in blok A14-AD43.

Bepalen aantallen vluchten met vrachtvliegtuigen bij temperaturen in range 20-40 °C

De berekening van de vluchten met vrachtvliegtuigen in de range van hogere temperaturen (20-

Stap 3 Bepalen aantallen vluchten met vrachtvliegtuigen die jaarlijks plaatsvinden bij verschillende temperaturen in de range 20-40 °C

Gemiddeld aantal vertrekkende vrachtvliegtuigen per dag in uurinterval zomerperiode		Temperatuur in °C																							
Aantal (#)	Uurinterval	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
0	0.00-1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	1.00-2.00	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	2.00-3.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	3.00-4.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	4.00-5.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	5.00-6.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	6.00-7.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	7.00-8.00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	8.00-9.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	9.00-10.00	3	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	10.00-11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	11.00-12.00	16	12	10	8	6	6	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	12.00-13.00	84	32	24	20	16	12	12	8	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	13.00-14.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	14.00-15.00	32	22	20	16	12	10	8	6	6	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	15.00-16.00	11	10	8	6	5	4	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	16.00-17.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	17.00-18.00	11	10	8	6	5	7	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	18.00-19.00	10	8	6	5	4	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	19.00-20.00	8	6	5	4	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	20.00-21.00	12	10	8	6	10	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0	21.00-22.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1	22.00-23.00	4	6	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	23.00-24.00	6	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
21		201	125	98	75	64	47	37	29	18	11	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0			



40 °C) vindt plaats in blok AD14-AZ44. Een noodzakelijke invoer voor deze berekeningen wordt gevormd door de verdeling van het dagelijkse aantal vertrekkende vrachtvliegtuigen over de uurintervallen van het etmaal voor de maatgevende zomerperiode. Deze gegevens moeten worden gespecificeerd in kolom AD20-AD43. Het gemiddelde aantal vertrekkende vrachtvliegtuigen per etmaal in de maatgevende zomerperiode wordt bepaald in het werkblad 'Verwerking Vluchtinformatie' (zie punt 3) van deze bijlage). In aanvulling daarop is nadere informatie nodig over de (gemiddelde) verdeling van het aantal vertrekkende vrachtvluchten over het etmaal. Omdat deze informatie niet direct voor handen was is voor deze illustratieve toepassing uitgegaan van een arbitraire aanname voor deze verdeling.

In de kolommen van het deelblok AF20-AZ43 wordt voor elk uurinterval getoetst of in de berekende temperatuurverlopen per Tmax in de range van 20-40 °C (in deelblok G20-AA43) een temperatuur optreedt die gelijk is aan de temperatuur in de kop van de betreffende kolom (de temperatuur die is weergegeven in rij AF19-AZ19). Is dat het geval dan wordt het aantal vertrekkende vrachtvluchten voor dat uurinterval (in kolom AD20-AD43) vermenigvuldigd met het aantal dagen behorend bij de Tmax van het betreffende temperatuurverloop (in de rij G11-AA11). Toetsing over alle berekende temperatuurverlopen in deelblok G20-AA43 en somming van de resultaten geeft voor de betreffende cel van deelblok AF20-AZ43 het aantal keren per jaar dat in het betreffende uurinterval een vrachtvliegtuig vertrekt bij de temperatuur die in rij AF19-AZ19 is aangegeven. Aldus wordt voor alle uurintervallen en alle tempe-

raturen in de range van 20-40 °C bepaald hoeveel vrachtvluchten er jaarlijks plaatsvinden. In rij AF44-AZ44 worden deze aantallen vluchten over de uurintervallen in het etmaal gesommeerd. Een overzicht van blok AD14-AZ44 is onderstaand gegeven.

Berekening en vergelijking effecten

In blok AC46-BA52 wordt bepaald hoeveel vrachtvluchten per jaar daadwerkelijk een effect van de hoge temperatuur bij vertrek ondervinden (in de zin van mogelijke beperkingen op de belading). Daartoe wordt in cel AE48 worden aangegeven vanaf welke kritische temperatuur dergelijk effecten zouden gaan optreden. Vervolgens worden in rij AF49-AZ49 de jaarlijkse aantallen vertrekkende vliegtuigen bepaald die effecten zouden ondervinden. Dit zijn de jaarlijkse aantallen vliegtuigen die vertrekken bij temperaturen gelijk aan of hoger dan de aangegeven kritische temperatuur. De aantallen worden in rij AF49-AZ49 afzonderlijk bepaald voor alle discrete temperaturen boven de kritische temperatuur en gesommeerd in cel BA49. In rij AF50-AZ50 wordt het product bepaald van de aantallen beïnvloede vluchten (in rij AF49-AZ49) met het temperatuurverschil tussen de actuele temperatuur bij vertrek en de kritische temperatuur. Dit levert een schadescore S1 op basis van het gewogen, gesommeerde effect (waarbij de mate waarin de actuele vertrektemperatuur de kritische temperatuur overstijgt wordt gehanteerd als 'gewicht'). De scores voor de afzonderlijke temperatuurwaarden in rij AF50-AZ50 zijn gesommeerd in cel BA50.

Stap 4 Berekening en vergelijking effecten

Kritische temperatuur (Tkr) (°C)	Temperatuur in °C																				Totaal		
	24	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		39	40
Beïnvloede vluchten (aantal/jr)	0	0	0	0	0	47	37	29	18	11	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
S1: score obv vluchten x (T-Tkr) (vlucht.graad/jr)	0	0	0	0	0	47	74	87	72	55	48	21	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	420
Derving lading (%) (fictief)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	7,5%	9,0%	10,5%	12,0%	13,5%	15,0%	16,5%	18,0%	19,5%	21,0%	22,5%	24,0%		
S2: score obv vrachtvliegtuig lading-units	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	1,11	1,31	1,08	0,83	0,72	0,32	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,30

In rij AF51-AZ51 kan voor alle temperaturen boven de kritische temperatuur worden gespecificeerd wat de omvang zou zijn op de belading in termen van een percentage derving van de nuttige lading. In het huidige illustratieve voorbeeld is daarbij (fictief) uitgegaan van een derving van 1,5% voor elke °C boven de kritische temperatuur. In rij AF52-AZ52 vindt een vermenigvuldiging plaats van het aantal vertrekkende vliegtuigen dat effect ondervindt (in rij AF49-AZ49) met de derving van de nuttige lading (in rij AF51-AZ51). Dit leidt tot een schadescore S2 die is uitgedrukt in gederfde vrachtvliegtuig lading-units. De resultaten voor de afzonderlijke temperatuurwaarden in rij AF52-AZ52 zijn gesommeerd in cel BA52. Onderstaand is de inhoud van blok AC46-BA52 weergegeven.

Een overzicht en vergelijking van berekeningsresultaten is opgenomen in blok AD54-AM86, waarvan onderstaand het eerste deel is weergegeven. Voor de actuele berekening worden de berekeningsresultaten weergegeven in rij AF56-AM56. In het daaronder geplaatste deelblok AD58-AM66 kunnen de berekeningsresultaten voor een aantal verschillende rekengevallen worden gekopieerd (momenteel 7). Het eerste te kopiëren rekengeval wordt daarbij als referentie aangemerkt. De overige rekengevallen worden (voor vergelijking) naar de volgende rijen gekopieerd. Daarbij worden ook de verschillen met de referentiesituatie (in absolute en relatieve zin) bepaald. Voor een verdere beschrijving van deze voorbeelden en het gebruik van het effectrapport wordt verwezen naar par. 3-2.

2) Werkblad Koeling Passagiersvliegtuigen

Binnen het werkblad 'Koeling Passagiersvliegtuigen' zijn de volgende stappen van toepassing:

- Bepalen aantal dagen waarop een gegeven Tmax wordt bereikt.
- Bepalen temperatuurverloop over het etmaal.
- Bepalen aantal, aard en tijdsverdeling passagiersvliegtuigen aan gate en jaarlijkse frequentie/omvang koelbehoeften.
- Berekening en vergelijking effecten.

Aantal dagen waarop een gegeven Tmax wordt bereikt en temperatuurverloop etmaal

De uitvoering van de beide eerste stappen in dit werkblad is geheel identiek aan de beide eerste stappen zoals in het werkblad 'Belading Vrachtvliegtuigen' zijn beschreven.

Passagiersvliegtuigen aan gate en jaarlijkse frequentie/omvang koelbehoeften

In deze stap worden de volgende zaken vastgesteld en berekend:

- Dagelijks aantal en tijdsverdeling passagiersvliegtuigen aan gate per koelcapaciteitsklasse voor representatieve zomerperiode.
- Jaarlijks aantal 'vliegtuig koelevents' per koelcapaciteitsklasse.
- Jaarlijkse omvang koelbehoeften per koelcapaciteitsklasse.

Het geheel van deze berekeningen vindt plaats in blok AD14-AX51.

	Beïnvloede vluchten (aantal/jr)	S1: score obv vluchten x (T-Tkr) (vlucht.graad/jr)	S2: score obv vrachtvliegtuig lading-units	
Actuele berekening				
Huidig gemiddeld	155	420	6,30	
Rekengevallen	Hier resultaten kopiëren (plakken waarden!)			
Referentie	Huidig gemiddeld	155	420	6,30
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	308	816	12,24
	Huidig "Koel" (1977)	29	64	0,96
	W+ 2050 gemiddeld	353	1177	17,66
	W+ 2050 "warm" (2055)	605	2385	35,78
	W+ 2050 "koel" (2037)	130	316	4,74



De bepaling van aantal en tijdsverdeling passagiersvliegtuigen aan de gate per koelcapaciteitsklasse vindt plaats in deelblok AD16-AJ44. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten van toepassing:

- De gemiddelde aantallen vertrekkende passagiersvliegtuigen per etmaal worden bepaald voor een representatieve zomerperiode (de periode waarin hoge maximum temperaturen kunnen optreden). Hiervoor is de periode mei t/m september gehanteerd.
- Voor de tijdsverdeling van vertrekkende vliegtuigen binnen het etmaal wordt uitgegaan van de gemiddelde uurverdeling over het etmaal die geldt voor het totaal van de commerciële vluchten op jaarbasis. Voor de uurverdeling van vertrekkende vliegtuigen die zich bevinden aan de gate wordt daarbij een achterwaartse verschuiving in de tijd toegepast van 1 uur (intensiteit van vliegtuigen aan de gate voor uurinterval t wordt gelijk gesteld aan intensiteit van vertrekkende vliegtuigen voor uurinterval $t+1$).
- Bij de aantallen vertrekkende vliegtuigen wordt onderscheid gemaakt naar een vijftal koelcapaciteitsklassen op grond van de afmetingen van

het vliegtuig. Het maximum take-off weight (MTOW) van het vliegtuig wordt daarbij gehanteerd als maat voor de verdeling van vliegtuigen naar koelcapaciteitsklasse.

De informatie voor het bepalen van de bovenstaande gegevens is ontleend aan (Amsterdam Airport Schiphol, 2013). Voor de verzameling en verwerking van deze informatie wordt verder verwezen naar de beschrijving van het werkblad 'Verwerking Vliegtuiginformatie'. De resultaten van deze verwerking worden ingevoerd in het deelblok AD16-AJ44 dat onderstaand wordt getoond.

De bepaling van de jaarlijkse aantallen 'vliegtuig koelevents' per koelcapaciteitsklasse en de verdere verwerking daarvan vindt plaats in deelblok AL16-AQ51. Hiertoe dient een specificatie plaats te vinden van een kritische temperatuur waarboven koeling noodzakelijk wordt geacht (op te geven in cel AL3). Vervolgens wordt voor alle berekende temperaturen in het temperatuurverloop over het etmaal behorend bij de range van voorkomende waarden van T_{max} (20-40 °C) zoals bere-

Dagelijks aantal en tijdsverdeling passagiersvliegtuigen aan de gate per koelcapaciteitsklasse (voor representatieve zomerperiode) (#/dag)

Uurinterval	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	
0.00-1.00	0	0	0	0	0	0
1.00-2.00	0	0	0	0	0	0
2.00-3.00	0	0	0	0	0	0
3.00-4.00	0	1	0	0	0	0
4.00-5.00	3	4	1	0	0	0
5.00-6.00	4	6	1	0	0	0
6.00-7.00	11	16	2	1	1	1
7.00-8.00	9	14	2	1	1	1
8.00-9.00	14	21	3	1	2	2
9.00-10.00	21	31	4	2	2	2
10.00-11.00	11	17	2	1	1	1
11.00-12.00	16	24	3	2	2	2
12.00-13.00	11	17	2	1	1	1
13.00-14.00	13	19	2	1	2	2
14.00-15.00	12	18	2	1	1	1
15.00-16.00	13	19	2	1	2	2
16.00-17.00	14	21	3	1	2	2
17.00-18.00	8	11	1	1	1	1
18.00-19.00	7	11	1	1	1	1
19.00-20.00	14	21	3	1	2	2
20.00-21.00	21	32	4	2	3	3
21.00-22.00	5	7	1	0	1	1
22.00-23.00	1	2	0	0	0	0
23.00-24.00	0	1	0	0	0	0
Totaal	208	313	39	18	25	603

kend in blok G20-AA43 nagegaan of de gegeven kritische temperatuur op enig moment wordt overschreden. Is dat het geval dan wordt het aantal vliegtuig koelevents bepaald door vermenigvuldiging met het aantal dagen in het jaar dat de betreffende Tmax optreedt (uit het Tmax-profiel) en het aantal vliegtuigen van de betreffende koelcapaciteitsklasse dat zich in het betreffende uurinterval aan de gate bevindt. Door herhaling van de berekening en optelling van de resultaten over alle relevante temperatuurverlopen wordt vervolgens het totale jaarlijkse aantal 'vliegtuig-koel events' per koelcapaciteitsklasse en uurinterval bepaald (in deelblok AL20-AP43).

In het blok deelblok AL44-AQ51 vinden hierop vervolgens de volgende bewerkingen plaats:

- Sommering van 'vliegtuig koelevents' per capaciteitsklassen over uurintervallen etmaal in rij AL45-AP45 en sommering over capaciteitsklassen in cel AQ45.
- Vertaling naar 'koelunit events' door vermenigvuldiging van de waarden in rij AL45-AP45 met de aantallen koelunits per vliegtuig benodigde per capaciteitsklasse (gegeven in rij AL19-AP19). Het aantal koelunits is genormeerd op 1 voor de kleinste capaciteitsklasse en loopt op tot 5 voor de grootste capaciteitsklasse. Deze invoerwaarden zijn geheel flexibel aan te passen. In de berekening van het aantal 'koelunit events' fungeert het aantal koelunits per capaciteitsklasse feitelijk als een gewicht. De resul-

Jaarlijks aantal vliegtuig koelevents per koelcapaciteitsklasse (vliegtuig koelevents per jaar)

Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
21	31	4	2	2	
55	85	10	5	5	
176	264	33	22	22	
165	255	30	15	15	
260	380	40	20	40	
312	468	52	26	26	
260	380	40	20	40	
280	420	60	20	40	
160	220	20	20	20	
105	165	15	15	15	
154	231	33	11	22	
168	256	32	16	24	
15	21	3	0	3	
2	4	0	0	0	
0	0	0	0	0	
Totaal vliegtuig koelevents per jaar (vke/jr)					Totaal
2133	3180	372	192	274	6151
Totaal koelunit events per jaar (ke/jr)					
2133	6360	1116	768	1370	11747
Totaal koelunit koeluren per jaar (kku/jr)					
2133	6360	1116	768	1370	11747
Totaal koelunit gebruiksuren per jaar (kgu/jr)					
3200	9540	1674	1152	2055	17621

Jaarlijkse omvang koelbehoefden per koelcapaciteitsklasse (vliegtuig-koelunit-grad per jaar)

Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	
1	2	3	4	5	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	
63	93	12	6	6	
209	323	38	19	19	
800	1200	150	100	100	
825	1275	150	75	75	
1365	1995	210	105	210	
1716	2574	286	143	143	
1365	1995	210	105	210	
1470	2205	315	105	210	
752	1034	94	94	94	
511	803	73	73	73	
700	1050	150	50	100	
630	960	120	60	90	
60	84	12	0	12	
6	12	0	0	0	
0	0	0	0	0	
Totaal vliegtuig-koelunit-grad per jaar (vkeg/jr)					Totaal
10472	15603	1820	935	1342	30172
Totaal koelunit-event-grad per jaar (keg/jr)					
10472	31206	5460	3740	6710	57588
Totaal koelunit-uur-grad per jaar (kug/jr)					
10472	31206	5460	3740	6710	57588



taten zijn weergegeven in rij AL47-AP47 en worden gesommeerd in cel AQ47.

- Vertaling van 'koelunit events' naar 'koelunit koeluren' door vermenigvuldiging van de waarden in rij AL47-AP47 met de gemiddelde tijd (uur) dat per event daadwerkelijk wordt gekoeld (gegeven in cel AL5). De resultaten zijn weergegeven in rij AL49-AP49 en worden gesommeerd in cel AQ49.
- Vertaling van 'koelunit events' naar 'koelunit gebruiksuren' door vermenigvuldiging van de waarden in rij AL49-AP49 met de gemiddelde gebruikstijd (uur) per event. Deze gebruikstijd is gelijk aan de som van de effectieve koeltijd (in cel AL5) en de gemiddelde extra tijd benodigd voor aan/afvoer en installatie per koelunit (gegeven in cel AL6). De resultaten zijn weergegeven in rij AL51-AP51 en worden gesommeerd in cel AQ51.

Een overzicht van de berekeningen in deelblok AL16-AQ51 is onderstaand gegeven.

De bepaling van de jaarlijkse omvang van de koelbehoeften per koelcapaciteitsklasse (in vliegtuig-koelevent-graad per jaar) en de verdere verwerking daarvan vindt plaats in blok AS16-AX49. Hiertoe vindt in het deelblok AS19-AW43 een berekening plaats van het gesommeerde product van de aantallen vliegtuig koelevents en het bij die koelevents te overbruggen temperatuurverschil per koelcapaciteitsklasse over de uurintervallen van het etmaal. Deze berekening verloopt nagenoeg identiek aan de berekening in deelblok AL17-AP43 met toevoeging van de vermenigvuldiging met het temperatuurverschil tussen de actuele temperatuur (boven de kritische temperatuur waarbij koeling nodig is) en een vaste drempelwaarde tot welke koeling plaatsvindt (gegeven in cel AL4). De berekening van de vliegtuig koelevents per capaciteitsklasse wordt hiermee uitgebreid met de dimensie 'graad' (°C) hetgeen een maat vormt voor de met de koeling gepaard gaande energiebehoefte.

Naar analogie met de voorgaande berekeningen vinden hierop in het deelblok AS44-AX49 de volgende aanvullende bewerkingen plaats:

- Sommering van 'vliegtuig-koelevent-graad' per capaciteitsklassen over uurintervallen etmaal in rij AS45-AW45 en sommering over capaciteitsklassen in cel AX45.
- Vertaling naar 'koelunit-event-graad' door vermenigvuldiging van de waarden in rij AS45-AW45 met de aantallen koelunits per capaciteitsklasse in rij AL19-AP19. De resultaten zijn weergegeven in rij AS47-AW47 en worden gesommeerd in cel AX47.
- Vertaling naar 'koelunit-uur-graad' door vermenigvuldiging van de waarden in rij AS47-AW47 met de gemiddelde tijd (uur) dat per event daadwerkelijk wordt gekoeld (in cel AL5). De resultaten zijn weergegeven in rij AS49-AW49 en worden gesommeerd in cel AX49.

Het onderstaande geeft een overzicht van de berekeningen in deelblok AS16-AX49.

Berekening en vergelijking effecten

Op grond van de bovenstaande resultaten worden per rekengeval de volgende jaarlijkse kosten (in €/jaar) berekend:

- Kosten (eenmalige) aansluiting koelunits.
- Kosten huur/gebruik koelunits.
- Energiekosten van koeling.
- Totale kosten van koeling.

De berekeningen vinden plaats op grond van het jaarlijkse aantal koelunit events, het aantal koelunit gebruiksuren en het aantal koelunit-uurgraad bepaald in de voorgaande stap en een aantal kostengegevens die zijn opgenomen in het invoerblok AH1-AP9. Onderstaand is een overzicht gegeven van dit laatste blok.

Een overzicht en vergelijking van berekeningsresultaten is opgenomen in blok AD53-AK86 waarvan onderstaand het eerste deel is weergegeven. Voor de actuele berekening worden de berekeningsresultaten weergegeven in rij AF56-AK56. In het daaronder geplaatste deelblok AD58-AK66 kunnen de berekeningsresultaten voor een aantal verschillende rekengevallen worden gekopieerd (momenteel 7). Het eerste te kopiëren rekengeval wordt daarbij als referentie aangemerkt. De overi-

ge rekegevallen worden (voor vergelijking) naar de volgende rijen gekopieerd. Daarbij worden ook de verschillen met de referentiesituatie (in absolute en relatieve zin) bepaald. Voor een verdere beschrijving van deze voorbeelden en het gebruik van het effectrapport wordt verwezen naar par. 3-2.

3) Werkblad Verwerking Vluchtinformatie

In (Amsterdam Airport Schiphol, 2013) wordt voor het jaar 2012 een overzicht gegeven van het jaarlijkse aantal vliegtuigbewegingen met onderscheid naar:

- Passagiers- en vrachtluchten.
- Lijn- en chartervluchten.
- De verdeling van de aantallen vluchten over de maanden van het jaar.
- De gemiddelde verdeling van de vluchten over de uurintervallen van het etmaal, met onderscheid naar vertrek en aankomst.
- De verdeling van de jaarlijkse vliegbewegingen over verschillende vliegtuigtypen met het bijbehorende MTOW (voor zowel passagiers- als vrachtluchten).

In het werkblad 'Verwerking Vluchtinformatie' worden de voor de beide eerder beschreven werkbladen benodigde invoergegevens bepaald op

grond van een nadere verwerking van deze basisinformatie. In dit werkblad worden achtereenvolgens de volgende zaken vastgesteld.

- Bewegingen vracht- en passagiersvliegtuigen per maand.
- Vertrekkende vluchten per maand en gemiddeld per dag in maatgevende periode.
- Aantallen vertrekkende passagiersvliegtuigen per koelcapaciteitsklasse in representatieve zomerperiode van het jaar per uurinterval van het etmaal.
- Verdeling vertrekkende vliegtuigen aan de gate per uurinterval etmaal.

Bewegingen vracht- en passagiersvliegtuigen per maand

In de blokken A3-07 en A9-013 worden de aantallen bewegingen per maand weergegeven van resp. vrachtvliegtuigen en passagiersvliegtuigen (beide met onderscheid naar scheduled, non-scheduled en totaal). Deze informatie is rechtstreeks ontleend aan (Amsterdam Airport Schiphol, 2013). Het onderstaande toont de inhoud van blok A9-013 (passagiersvliegtuigen).

Invoergegevens berekening koelbehoeften en kosten koeling

Kritische temperatuur in °C	23	Koelen als T > kritische temperatuur.
Target temperatuur bij koeling in °C	21	Koeling tot target temperatuur
Gemiddelde tijd koeling vliegtuigen aan gate (uur)	1,00	
Extra tijd gebruik units per koelunit event (uur/ke)	0,50	
Kosten per koelunit event (ke) (transp./aansl.) (€/ke)	100	Enmalige kosten aansluiting per koelunit
Kosten per koelunit gebruiksuur (kgu) (€/kgu)	150	Kosten gebruikstijd (huur, onderhoud, etc)
Kosten per koelunit uur-graad (kug) (energie) (€/kug)	5	Energiekosten per gebruiksuur per graad

Stap 4 Berekening en vergelijking effecten

	Actuele berekening	Kosten van koeling (gebruik koelunits) in €/jaar			Totaal
		Aansluiting	Huur/gebruik	Energie	
	Huidig gemiddeld	€ 1.174.700	€ 2.643.075	€ 287.940	€ 4.105.715
Rekengevallen	Hier resultaten kopiëren (plakken waarden!)				
Referentie	Huidig gemiddeld	€ 1.174.700	€ 2.643.075	€ 287.940	€ 4.105.715
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	€ 2.189.500	€ 4.926.375	€ 544.540	€ 7.660.415
	Huidig "Koel" (1977)	€ 254.300	€ 572.175	€ 55.745	€ 882.220
	W+ 2050 gemiddeld	€ 2.506.800	€ 5.640.300	€ 690.250	€ 8.837.350
	W+2050 "warm" (2055)	€ 3.998.100	€ 8.995.725	€ 1.237.800	€ 14.231.625
	W+2050 "koel" (2037)	€ 1.112.800	€ 2.503.800	€ 252.035	€ 3.868.635



Vertrekkende vluchten per maand en gemiddeld per dag in maatgevende periode

In blok A16-O23 worden de aantallen vertrekkende vrachtluchten per maand vastgesteld op grond van de totale vrachtbewegingen en het aandeel vertrekkende vliegtuigen gespecificeerd in cel I18 (gesteld op 50%). Tevens is in dit blok een afbakening gegeven van de maatgevende (zomer)periode waarvoor de te beschouwen maximum temperaturen binnen de range 20-40 °C van toepassing zijn. Dit gebeurt door het markeren van de betreffende maanden met een 1 in de rij C17-N17. Per maand is in rij C23-N23 ook het aantal dagen per maand gegeven. Op grond van de bovenstaande informatie vindt in blok A25-C28 een berekening plaats van het gemiddelde aantal vertrekkende vrachtluchten per dag in de maatgevende periode (voor scheduled, non-scheduled en totaal). Op geheel identieke wijze als voor de vrachtluchten worden in blokken A30-O37 en A39-B42 de vertrekkende passagiersvliegtuigen per maand en het gemiddeld aantal vertrekkende passagiersvluchten per dag in de maatgevende periode bepaald. Het onderstaande geeft een weergave van deze laatste blokken.

Aantallen vertrekkende passagiersvliegtuigen per koelcapaciteitsklasse in representatieve zomerperiode van het jaar per uurinterval van het etmaal

In blok A44-Y52 is informatie opgenomen over de verdeling van alle commerciële vliegtuigbewegingen over het etmaal op basis van het totaal aantal jaarlijkse bewegingen, met onderscheid naar aankomst en vertrek. Ook deze informatie is direct ontleend aan (Amsterdam Airport Schiphol, 2013). Op basis van deze informatie is in hetzelfde blok ook de relatieve verdeling van aankomsten en vertrekken over de uren van het etmaal bepaald.

De berekening van vertrekkende passagiersvliegtuigen per koelcapaciteitsklasse per uurinterval van het etmaal vindt plaats in blok A54-Y61 in een aantal stappen. Om te beginnen wordt de verdeling van de totale jaarlijkse commerciële bewegingen over het etmaal hiervoor als representatief beschouwd. Gezien het geringe aandeel van de vrachtluchten op het totaal (ca 3.7%) wordt dit acceptabel geacht. Met gebruikmaking van de relatieve verdeling over het etmaal van vertrekkende vliegtuigen (bepaald in rij B51-Y51 van blok A44-Y52) en het totaal aantal vertrekkende passagiersvliegtuigen gemiddeld per dag in de maat-

Aantal bewegingen passagiersvliegtuigen per maand (o.b.v. 2012)

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Totaal
Scheduled	29103	27868	31449	32466	34157	33401	34668	34516	33248	33861	29603	27967	382307
Non-scheduled	889	924	1076	1586	2665	2771	4022	4020	2903	2573	1115	1013	25557
Totaal	29992	28792	32525	34052	36822	36172	38690	38536	36151	36434	30718	28980	407864

Maatgevend deel van het jaar (zomerperiode) waarin hoge temperaturen kunnen optreden

Aantal vertrekkende passagiersvluchten per maand	Factor vertrek												Totaal
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Scheduled	14552	13934	15725	16233	17079	16701	17334	17258	16624	16931	14802	13984	191154
Non-scheduled	445	462	538	793	1333	1386	2011	2010	1452	1287	558	507	12779
Totaal	14996	14396	16262,5	17026	18411	18086	19345	19268	18075,5	18217	15359	14490	203932
Dagen per maand	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365

Gemiddeld aantal vertrekkende passagiersvluchten per dag in maatgevende periode

Scheduled	556
Non-scheduled	54
Totaal	609

gevende periode (bepaald in cel C42 van blok A39-B42) kunnen de totale aantallen vertrekkende passagiersvliegtuigen per uur van het etmaal eenvoudig worden bepaald. Dit gebeurt in rij B56-Y56.

Voor de uitsplitsing van deze totalen naar koelcapaciteitsklasse wordt gebruik gemaakt van aanvullende informatie over de verdeling van de jaarlijkse passagiersvluchten over verschillende vliegtuigtypen en het bijbehorende MTOW. Deze informatie (ontleend aan Amsterdam Airport Schiphol, 2013) is opgenomen in blok AG54-AK87 (waarbij onderscheid wordt gemaakt naar een onderverdeling in 30 gangbare vliegtuigtypen). Aan elk van de vliegtuigtypen is een koelcapaciteitsklasse toegekend op basis van het MTOW (maat-

gevend voor de omvang van het vliegtuig). Voor de afbakening van deze klassen is (arbitrair) een aantal MTOW-grenzen gehanteerd die flexibel kunnen worden aangepast. Dat gebeurt in blok AB54-AE61. Gegeven de jaarlijkse aantallen vluchten per vliegtuigtype wordt een procentuele verdeling van de aantallen vluchten per koelcapaciteitsklasse bepaald (in kolom AE56-AE60 van blok AB54-AE61). Met gebruikmaking van deze procentuele verdeling worden vervolgens de totale aantallen vertrekkende passagiersvluchten per uurinterval van het etmaal uitgesplitst naar koelcapaciteitsklasse. Dit laatste gebeurt in deelblok B57-Y61.

Het onderstaande geeft een weergave van resp. de bovengenoemde blokken A44-Y52, A54-Y61, AB54-AE61 en AG54-AK87.

Totaal aantal commerciële bewegingen per uur van het etmaal o.b.v. jaartotalen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totaal
Aankomst	2200	1900	1300	900	1400	4600	5900	14200	21500	10300	11100	15100	10900	13800	7700	16600	6500	6600	14200	21200	9400	7600	3900	2800	211600
Vertrek	500	200	100	200	500	2800	3900	11000	9200	14000	20900	11400	16400	11600	12800	12300	12800	14000	7700	7400	14100	21700	4700	1300	211500
Totaal	2700	2100	1400	1100	1900	7400	9800	25200	30700	24300	32000	26500	27300	25400	20500	28900	19300	20600	21900	28600	23500	29300	8600	4100	423100

Relatieve verdeling commerciële bewegingen over de uren etmaal o.b.v. jaartotalen

Aankomst	1,04%	0,90%	0,61%	0,43%	0,66%	2,17%	2,79%	6,71%	10,16%	4,87%	5,25%	7,14%	5,15%	6,52%	3,64%	7,84%	3,07%	3,12%	6,71%	10,02%	4,44%	3,59%	1,84%	1,32%
Vertrek	0,24%	0,09%	0,05%	0,09%	0,24%	1,32%	1,84%	5,20%	4,35%	6,62%	9,88%	5,39%	7,75%	5,48%	6,05%	5,82%	6,05%	6,62%	3,64%	3,50%	6,67%	10,26%	2,22%	0,61%
Totaal	0,64%	0,50%	0,33%	0,26%	0,45%	1,75%	2,32%	5,96%	7,26%	5,74%	7,56%	6,26%	6,45%	6,00%	4,85%	6,83%	4,56%	4,87%	5,18%	6,76%	5,55%	6,93%	2,03%	0,97%

Aantallen vertrekkende passagiersvliegtuigen per koelcapaciteitsklasse in representatieve zomerperiode van het jaar per uurinterval van het etmaal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Totaal
Totaal vertrek	1	1	0	1	1	8	11	32	26	40	60	33	47	33	37	35	37	40	22	21	41	62	14	4	609
Aandeel KCK 1	0	0	0	0	0	3	4	11	9	14	21	11	16	11	13	12	13	14	8	7	14	21	5	1	208
Aandeel KCK 2	1	0	0	0	1	4	6	16	14	21	31	17	24	17	19	18	19	21	11	11	21	32	7	2	313
Aandeel KCK 3	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4	2	3	2	2	2	2	3	1	1	3	4	1	0	39
Aandeel KCK 4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	18
Aandeel KCK 5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	3	1	0	25



Verdeling vertrekkende vliegtuigen aan de gate per uurinterval etmaal

Voor het bepalen van de vertrekkende vliegtuigen aan de gate per uurinterval van het etmaal en per capaciteitsklasse in blok A63-G89 vinden vervolgens nog 2 bewerkingen plaats. In de eerste plaats wordt de informatie uit deelblok B57-Y61 getransponeerd ten behoeve van de gewenste invoer in het werkblad 'Koeling Passagiersvliegtuigen'. In de tweede plaats vindt daarbij een achterwaartse verschuiving plaats in de tijd. Daarbij is aangenomen dat de uurintervallen met de aantallen vertrekkende vliegtuigen aan de gate kan worden benaderd door de uurintervallen met de feitelijke aantallen vertrekkende vliegtuigen met 1 uur in de tijd naar achteren te schuiven.

3-2 Illustratie bepaling effecten van hogere temperaturen

Op grond van de spreadsheets zoals in het bovenstaande beschreven is een illustratieve uitwerking gegeven aan de mogelijke effecten van klimaatverandering. De in de visieontwikkeling ontwikkelde spreadsheets zijn te beschouwen als 'prototypen' en geven een concrete en operationele uitwerking van de wijze waarop de effectbepaling kan plaatsvinden. In deze spreadsheets is een voorlopige invulling gegeven van de voor de effectbepaling benodigde basisgegevens. De huidige invulling is daarbij voor een deel gebaseerd op fictieve gegevens, met name wat betreft de kostengegevens. Een daadwerkelijke kwantitatieve analyse van de effecten van klimaatverandering is binnen de scope van de huidige visieontwikkeling

Aandelen per capaciteitsklasse

Koelcap. klasse	MTOW>	Mov. per klasse	Aandeel per klasse
5	350	16549	4,1%
4	250	14525	3,6%
3	150	27193	6,7%
2	60	207568	51,3%
1	0	138905	34,3%
Totaal		404740	100,0%

Verdeling bewegingen passagiersvluchten over vliegtuigtypen

Nr.	Type	MTOW (ton)	Movements	Klasse koelcap.
1	Boeing 737-800	75	72555	2
2	Fokker 70	38	52676	1
3	Embraer 190/195	47	46856	1
4	Boeing 737-700	64	44756	2
5	Airbus 319	66	34009	2
6	Airbus 320	74	29317	2
7	Boeing 747-400	396	12953	5
8	Airbus 330-200	229	10782	3
9	Airbus 321	86	9819	2
10	Boeing 777-200	296	9580	4
11	Boeing 767-300	185	8467	3
12	Boeing 737-900	77	8249	2
13	Airbus 330-300	233	7236	3
14	Fokker 100	45	6921	1
15	Bombardier CRJ 700/900/1000	38	5955	1
16	Boeing 737-300	60	5824	1
17	Embraer 170/175	37	5260	1
18	Bae 146/AVRO RJ	42	4644	1
19	MD11	278	4197	4
20	Dash 8-400	30	3786	1
21	Boeing 777-300	351	3596	5
22	Boeing 737-400	64	3108	2
23	Boeing 757-200	113	2975	2
24	Embraer ERJ 145	20	2942	1
25	Boeing 737-500	56	2919	1
26	MD80	67	1794	2
27	Boeing 737-600	59	1122	1
28	Airbus 318	61	986	2
29	Airbus 340-300	264	748	4
30	Boeing 767-400	205	708	3
Totaal			404740	

niet aan de orde. Wel kan op grond van de huidige invulling in illustratieve zin een beeld worden gegeven van het gedrag en de gevoeligheid van de effecten voor bepaalde veranderingen in de aard en omvang van de klimaatverandering. Hiermee wordt een hulpmiddel geboden voor een daadwerkelijke, kwantitatieve effectbepaling, indien de in de spreadsheet gedefinieerde gegevens beschikbaar kunnen worden gemaakt.

Gehanteerde gegevens KNMI over klimaat en klimaatverandering

Voor de illustratieve effectbepaling is gebruik gemaakt van temperatuurgegevens van het KNMI voor de Luchthaven Schiphol voor de huidige en een toekomstige situatie. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De basis wordt gevormd door de bij KNMI beschikbare informatie over de maximaal optredende etmaaltemperaturen (Tmax) op de Luchthaven Schiphol voor een 30-jarige tijdreeks gecentreerd rond het jaar 1990 (de jaren 1976-2005). Deze tijdreeks wordt gezien als representatief voor de huidige situatie (scenario Huidig).
- Daarnaast is gebruik gemaakt van de KNMI-gegevens voor het scenario W+ 2050. Dit scenario is gebaseerd op een projectie van de tijdreeks 1976-2005 naar een tijdreeks gecentreerd rond het jaar 2050 (de reeks 2036-2065) volgens de uitgangspunten van het scenario W+.

Door het KNMI zijn voor deze tijdseries de gegevens beschikbaar gesteld op grond waarvan de Tmax-profielen (het aantal dagen per jaar waarop een gegeven Tmax in de range van discrete temperaturen van 20-40 °C van toepassing is) voor alle 30 jaren in de tijdreeks konden worden afgeleid. Vervolgens zijn voor de tijdseries van de scenario's Huidig en W+ 2050 de volgende Tmax-profielen vastgesteld:

- Het gemiddelde Tmax-profiel.
- Een benadering van het 'warmste' Tmax profiel in de serie. Hiertoe is het jaar 1995 (in tijdserie scenario Huidig), resp. het jaar 2055 (in tijdserie W+ 2050) geselecteerd.

- Een benadering van het 'koelste' Tmax profiel in de serie. Hiertoe is het jaar 1977 (in tijdserie scenario Huidig), resp. het jaar 2037 (in tijdserie W+ 2050) geselecteerd.

Aldus zijn de illustratieve berekeningen gemaakt voor de volgende rekengevallen:

- Scenario Huidig:
 - Huidig gemiddeld
 - Huidig "warm" (1995)
 - Huidig "koel" (1977)
- Scenario W+ 2050:
 - W+ 2050 gemiddeld
 - W+2050 "warm" (2055)
 - W+2050 "koel" (2037)

Illustratieve resultaten voor effecten op laadvermogen vrachtvliegtuigen

Zoals beschreven in par. 3-1 zijn de resultaten van de berekeningen uitgedrukt in de volgende grootheden:

- Het totale aantal beïnvloede vrachtvluchten per jaar.
- Een score S1 gebaseerd op het gesommeerde product van de aantallen beïnvloede vluchten en het temperatuurverschil tussen de actuele temperatuur bij vertrek en de kritische temperatuur waarbij effecten beginnen op te treden.
- Een score S2 gebaseerd op de aantallen beïnvloede vluchten en de percentages derving van de nuttige lading die op grond van de vergelijking van de actuele vertrektemperatuur en de kritische temperatuur van toepassing zijn.

In onderstaande tabel is voor de beschouwde rekengevallen een overzicht van deze resultaten gegeven.

In het onderstaande effectrapport (blok AD54-AM86) wordt een overzicht en vergelijking gegeven van deze effecten voor de bovengenoemde rekengevallen. In het eerste deelblok van dit rapport worden de verschillende effecten per rekengeval getoond in vergelijking met de referentiesituatie. In het tweede en derde deelblok worden resp. de absolute en relatieve verschillen van de rekengevallen met de referentiesituatie weergegeven. Een toename van de effecten is daarbij met rood gemarkeerd; een afname van de effecten is met groen gemarkeerd.



Alle berekeningsresultaten worden vergeleken met het gemiddelde jaar in de huidige situatie dat als 'referentiesituatie' is aangemerkt. Bij de interpretatie van deze resultaten geldt dat de effecten in absolute zin als **illustratief** moeten worden beschouwd, gezien het arbitraire karakter van een aantal van de gehanteerde aannamen en invoergegevens. Op basis van realistische invoergegevens zou echter een goede schatting van deze effecten kunnen worden verkregen. Op grond van de consistente wijze waarop de berekeningen zijn uitgevoerd kan wel een aantal realistische observaties worden gemaakt op grond van de onderlinge vergelijking van de verschillende rekengevallen.

Voor de rekengevallen binnen het scenario Huidig kan worden geconstateerd dat de effecten van een 'warm' jaar bijna het dubbele bedragen van de effecten in een gemiddeld jaar. In een 'koel' jaar

nemen de effecten met meer dan 80% af. Als gevolg is de verhouding van de effecten in een 'warm' versus een 'koel' jaar in de orde van een factor 10.

Binnen het scenario W+ 2050 geldt eveneens dat de effecten voor een 'warm' jaar ongeveer het dubbele zijn van de effecten bij een gemiddeld jaar. Voor een 'koel' jaar nemen de effecten echter wat minder spectaculair af ten opzicht van het gemiddelde jaar (tot ca 30% van de effecten bij een gemiddeld jaar, waarbij de afname van het effect in termen van beïnvloede aantallen vluchten minder is dan voor de effectscores S1 en S2).

Vergelijking van de rekengevallen voor het scenario W+ 2050 met het scenario Huidig leert dat voor het gemiddelde jaar de effecten 2 à 3 maal groter worden. Ditzelfde beeld geldt ook voor de vergelijking van het warme jaar in scenario W+

		Beïnvloede vluchten (aantal/jr)	S1: score obv vluchten x (T-Tkr) (vlucht.graad/jr)	S2: score obv vracht- vliegtuig lading-units
Actuele berekening				
Huidig gemiddeld		155	420	6,30
Rekengevallen	Hier resultaten kopiëren (plakken waarden!)			
Referentie	Huidig gemiddeld	155	420	6,30
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	308	816	12,24
	Huidig "Koel" (1977)	29	64	0,96
	W+ 2050 gemiddeld	353	1177	17,66
	W+ 2050 "warm" (2055)	605	2385	35,78
	W+ 2050 "koel" (2037)	130	316	4,74
Absolute verschillen		Beïnvloede vluchten (aantal/jr)	S1: score obv vluchten x (T-Tkr) (vlucht.graad/jr)	S2: score obv vracht- vliegtuig lading-units
Referentie	Huidig gemiddeld	155	420	6,30
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	153	396	5,94
	Huidig "Koel" (1977)	-126	-356	-5,34
	W+ 2050 gemiddeld	198	757	11,36
	W+ 2050 "warm" (2055)	450	1965	29,48
	W+ 2050 "koel" (2037)	-25	-104	-1,56
Relatieve verschillen		Beïnvloede vluchten (aantal/jr)	S1: score obv vluchten x (T-Tkr) (vlucht.graad/jr)	S2: score obv vracht- vliegtuig lading-units
Referentie	Huidig gemiddeld	155,00	420,00	6,30
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	99%	94%	94%
	Huidig "Koel" (1977)	-81%	-85%	-85%
	W+ 2050 gemiddeld	128%	180%	180%
	W+ 2050 "warm" (2055)	290%	468%	468%
	W+ 2050 "koel" (2037)	-16%	-25%	-25%

2050 versus scenario Huidig. Vergelijking van de effecten voor het koele jaar laat zien dat de effecten in dit geval met een factor 4 à 5 toenemen. Voor het 'koele' jaar in scenario W+ 2050 geldt dat de effecten nog steeds kleiner zijn dan voor het gemiddelde jaar in scenario Huidig, maar wel in de buurt komen.

Illustratieve resultaten voor effecten op koelbehoeften passagiersvliegtuigen

Zoals beschreven in par. 3-1 zijn de resultaten van de berekeningen uitgedrukt in de jaarlijkse kosten van koeling waarbij onderscheid wordt gemaakt naar een aantal verschillende kostenposten. In het onderstaande effectrapport (blok AD53-AK86) wordt een overzicht en vergelijking gegeven van deze effecten voor de beschouwde rekengevallen.

De opbouw van het effectrapport voor de vergelijking van de rekengevallen en het weergeven van de absolute en relatieve verschillen komt overeen

met het voorgaande voorbeeld van de effecten op de belading van vrachtvliegtuigen.

Evenals in het voorgaande geval geldt dat de absolute effecten in dit voorbeeld als illustratief moeten worden beschouwd. De onderlinge vergelijking van de resultaten van de rekengevallen in relatieve zin vertoont op hoofdlijnen hetzelfde beeld.

Voor de rekengevallen in de huidige situatie geldt dat de kosten in een 'warm' jaar bijna het dubbele bedragen van de kosten in een gemiddeld jaar, terwijl de kosten in een 'koele' jaar met bijna 80% afnemen. Binnen het scenario W+2050 geldt ook dat de kosten voor een 'warm' jaar bijna het dubbele zijn van de kosten bij een gemiddeld jaar. Voor een 'koele' jaar zijn de kosten nu echter nog bijna 45% van de kosten van een gemiddeld jaar. Deze kosten nemen dus beduidend minder af dan in het scenario Huidig.

Stap 4 Berekening en vergelijking effecten

		Kosten van koeling (gebruik koelunits) in €/jaar			
		Aansluiting	Huur/gebruik	Energie	Totaal
Actuele berekening					
Huidig gemiddeld		€ 1.174.700	€ 2.643.075	€ 287.940	€ 4.105.715

Rekengevallen	Hier resultaten kopiëren (plakken waarden!)	Kosten van koeling (gebruik koelunits) in €/jaar			
Referentie		Aansluiting	Huur/gebruik	Energie	Totaal
	Huidig gemiddeld	€ 1.174.700	€ 2.643.075	€ 287.940	€ 4.105.715
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	€ 2.189.500	€ 4.926.375	€ 544.540	€ 7.660.415
	Huidig "Koel" (1977)	€ 254.300	€ 572.175	€ 55.745	€ 882.220
	W+ 2050 gemiddeld	€ 2.506.800	€ 5.640.300	€ 690.250	€ 8.837.350
	W+ 2050 "warm" (2055)	€ 3.998.100	€ 8.995.725	€ 1.237.800	€ 14.231.625
	W+ 2050 "koel" (2037)	€ 1.112.800	€ 2.503.800	€ 252.035	€ 3.868.635

Absolute verschillen		Kosten van koeling (gebruik koelunits) in €/jaar			
		Aansluiting	Huur/gebruik	Energie	Totaal
Referentie	Huidig gemiddeld	€ 1.174.700	€ 2.643.075	€ 287.940	€ 4.105.715
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	€ 1.014.800	€ 2.283.300	€ 256.600	€ 3.554.700
	Huidig "Koel" (1977)	€ -920.400	€ -2.070.900	€ -232.195	€ -3.223.495
	W+ 2050 gemiddeld	€ 1.332.100	€ 2.997.225	€ 402.310	€ 4.731.635
	W+ 2050 "warm" (2055)	€ 2.823.400	€ 6.352.650	€ 949.860	€ 10.125.910
	W+ 2050 "koel" (2037)	€ -61.900	€ -139.275	€ -35.905	€ -237.080

Relatieve verschillen		Kosten van koeling (gebruik koelunits) in €/jaar			
		Aansluiting	Huur/gebruik	Energie	Totaal
Referentie	Huidig gemiddeld	€ 1.174.700	€ 2.643.075	€ 287.940	€ 4.105.715
Vergelijkingsgevallen	Huidig "warm" (1995)	86%	86%	89%	87%
	Huidig "Koel" (1977)	-78%	-78%	-81%	-79%
	W+ 2050 gemiddeld	113%	113%	140%	115%
	W+ 2050 "warm" (2055)	240%	240%	330%	247%
	W+ 2050 "koel" (2037)	-5%	-5%	-12%	-6%



Uit de vergelijking van de rekengevallen voor het scenario W+ 2050 met het scenario Huidig blijkt dat voor de kosten in het gemiddelde jaar een ruime verdubbeling optreedt. Voor het warme jaar in scenario W+ 2050 zijn de kosten bijna 2 maal groter dan de kosten voor het warme jaar in scenario Huidig. Voor het 'koele' jaar in scenario W+ 2050 geldt dat de kosten vrijwel gelijk zijn aan het gemiddelde jaar in scenario Huidig. Vergelijking van het koele jaar in W+ 2050 met het koele jaar in Huidig laat zien dat de kosten met een factor van bijna 4,5 toenemen. Bij de meer gematigde jaren is de relatieve toename van de kosten in W+ 2050 t.o.v. Huidig dus beduidend groter.

