



Visieontwikkeling Regionale Adaptatie Strategie Hotspot Mainport Schiphol

Management samenvatting

Het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (KvK) onderzoekt hoe Nederland klimaatbestendig te maken is door wetenschappelijke en praktijkgerichte kennis te ontwikkelen. Op grond hiervan ontwikkelt KvK voor een achttal hotspots in Nederland een visie op Regionale Adaptatiestrategieën (RAS). De Mainport Schiphol is een van deze hotspots. Deze RAS is het resultaat van een literatuurstudie en gesprekken met experts.

Klimaatverandering zal de komende decennia te merken zijn door veranderingen in weer en zeespiegelniveau. Volgens de KNMI'14 klimaatscenario's zal de temperatuur blijven stijgen, waardoor zachte winters en hete zomers vaker voorkomen. Er zal meer neerslag vallen, en die neerslag zal extremer zijn qua intensiteit. Ook hagel en onweer worden heviger. Veranderingen in windsnelheid zijn klein en het aantal dagen met mist neemt af. De zeespiegel blijft stijgen, voor het jaar 2100 is een bovenwaarde van 100 cm berekend.

De invloed van de actuele en lokale weersomstandigheden is van doorslaggevend belang op het functioneren van Luchthaven Schiphol. Het rapport 'Hotspot Mainport Schiphol - Visieontwikkeling Regionale Adaptatiestrategie' geeft een eerste aanzet voor een klimaatadaptatiestrategie. Dit rapport is gemaakt op basis van onderzoek naar effecten van klimaatverandering die van invloed zijn op het functioneren van Mainport Schiphol. Met name is gekeken naar de vertragingen van start- en landingsoperaties, vertragingen van grondafhandeling en de schade aan, en kosten van, infrastructuur en bedrijfsmiddelen. Ook is gekeken naar het afwateringssysteem, waterbuffers en de waterveiligheid.

Op Schiphol wordt in de huidige situatie een continue inspanning gepleegd om de invloed van weersomstandigheden te beheersen en de negatieve gevolgen te beperken. De ontwikkeling van een adaptatiestrategie vormt hiervan een logische voortzetting. Praktisch gezien dient dit rapport als aanvulling op, en aanscherping van, een proces van 'adaptief management'.

Belangrijkste resultaten

De belangrijkste algemene bevinding is dat de beheersing van klimaatinvloeden binnen de bestaande operatie- en managementpraktijk van Schiphol goed is afgedekt. In de huidige situatie en de nabije toekomst lijkt er geen noodzaak te bestaan voor acute aanpassingen of ingrepen.

Het is goed gesteld met de waterveiligheid van Schiphol. Schiphol wordt beschermd door primaire en regionale keringen die beiden aan de hoogste Nederlandse veiligheidsnorm voldoen. Wel wordt een verkenning aangeraden om de overstromingsveiligheid te vergroten volgens het meerlaagsveiligheid principe. Dan zou Schiphol wel eens een 'safe haven' of 'emergency airport' kunnen worden in geval van een overstroming elders in Nederland.

Het weermodel HARMONIE van het KNMI is een goed voorbeeld van de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technieken. Dit model kan het weer gedetailleerd voorspellen op een grid van 2,5 bij 2,5 kilometer. Ook een monitoringssysteem als WindVisions, dat meet hoe de wind- en zichtcondities tijdens start of landing zijn, kan de veiligheid van luchthavenoperaties vergroten.

Bouwstenen

Op grond van deze studie zijn een zestal onderwerpen gedefinieerd die de 'bouwstenen' vormen voor ontwikkeling van een adaptatiestrategie. Per bouwsteen worden concrete acties gedefinieerd met mogelijke maatregelen voor de toekomst. Die acties hebben vooral betrekking op 'adaptief management', op het monitoren en analyseren van veranderingen in het weer, het ontwikkelen van kennis en op een aantal mogelijke fysieke en operationele maatregelen.



1. Wind- en zichtcondities

Heersende wind- en zichtcondities zijn de belangrijkste factoren voor de uitvoering van start- en landingsoperaties op Schiphol. Op grond van huidige klimaatmodellen zijn er geen duidelijke signalen van trendmatige veranderingen van windrichting, windsterkte of vóórkomen van wind. Zichtcondities worden bepaald door het optreden van mist en/of laaghangende bewolking. In huidige klimaatmodellen zijn er geen duidelijke trends in de verandering van zichtcondities af te leiden. Het is momenteel dus niet mogelijk om voorspellingen te doen voor de lange termijn.

Adaptief management: Anticipeer op de veranderingen in het toekomstige wind- en zichtklimaat.

Monitoring: Monitor of er toekomstige trends in wind- en zichtklimaat waarneembaar zijn. Kijk vooral naar het voorkomen van convectieve buien (zie bouwsteen 2. Convectieve buien), de ontwikkeling van oppervlaktewater in de Haarlemmermeerpolder en veranderingen in bodemvochtigheid. Deze laatste twee kunnen namelijk van invloed zijn op mistvorming.

Analyse: Analyseer wat de effecten zijn van het wind- en zichtklimaat op de operationele capaciteit van banen, op korte en lange termijn. En pas, als nodig, op de lange termijn de capaciteit van het baanstelsel aan.

Onderzoek en kennisontwikkeling: Ga door met het toepassen en ontwikkelen van weer voorspellende modellen zoals HARMONIE en ontwikkel methoden om 'future weather' scenario's te kunnen maken.

Mogelijke fysieke en operationele maatregelen zijn: 1) Aanpassingen van de operationele planning bij het gebruik van het baanstelsel en 2) aanpassing van de capaciteit van het baanstelsel op lange termijn.

2. Convectieve buien

Het optreden van zogenaamde 'convectieve buien' kan bepalend zijn voor het baangebruik en baancapaciteit. Bij convectieve buien gaan zware regenval, onweer, windstoten en hagel samen en door hogere temperaturen zal de frequentie en intensiteit van dit soort buien toenemen. Dit heeft als gevolg dat het zichtvermogen van piloten en luchtverkeersleiding vaker afneemt bij start- en landingsoperaties. Ook is te verwachten dat de variabiliteit, en dus de onvoorspelbaarheid, van het weer toeneemt en dat kan in toenemende mate verstorend zijn voor geplande (en steeds meer geautomatiseerde) vluchtoperaties en vluchtroutes.



Verder hebben waterplassen op de baan een effect op de remcapaciteit van vliegtuigen en kan hagel leiden tot vertraging bij openlucht platformoperaties en tot schade aan vliegtuigen. In klimaatscenario's wordt geen melding gemaakt van het voorkomen van bliksem en onweer. Wel is te verwachten dat blikseminslagen in zomerse perioden vaker voorkomen, zeker tijdens convectieve buien.

Adaptief management: Anticipeer op de effecten en frequentie van convectieve buien.

Monitoring: Monitor de frequentie en intensiteit van extreme buien, bliksem en windstoten in relatie tot verstoringen van baan en platformoperaties en schade door hagel of wateroverlast.

Analyse: Analyseer protocollen voor baangebruik bij extreme condities en pas baancapaciteit daarop aan. Houd rekening met toekomstige automatisering van vluchtplannen en de versturende werking van convectieve buien daarop. Analyseer ook maatregelen tegen waterplassen op de banen.

Onderzoek en kennisontwikkeling: Verbeter gedetailleerde weermodellen om inschattingen te maken over het optreden en het verloop van convectieve buien.

Mogelijke fysieke en operationele maatregelen zijn: 1) Een aanpassing aan de protocollen voor de omgang met convectieve buien, 2) een fysieke aanpassing aan de ruwheid en afwatering van start- en landingsbanen en 3) het nemen van maatregelen die gericht zijn op het voorkómen en/of beperken van (schade door) lokale wateroverlast.

3. Winterse omstandigheden

Winterse omstandigheden zullen matig van invloed zijn op het functioneren van Schiphol. In klimaatscenario's worden geen expliciete uitspraken gedaan over het aantal vorstdagen en het voorkomen van sneeuw, hagel en ijs. Enerzijds is te berekenen dat door toenemende temperatuur vorstcondities zullen afnemen. Anderzijds neemt de variabiliteit van het weer juist toe, dus is het maar de vraag of de hoeveelheid winterse neerslag in de toekomst afneemt. Ook zouden verschuivingen in de *jetstream* en *cold air outbreaks* (plotseling zuidwaarts verplaatsen van koude lucht vanuit de poolstreken) kunnen bijdragen aan de variabiliteit van het weer.

Adaptief management: Verken de mogelijke effecten van winterse buien en kwantificeer de capaciteit en kosten van bijvoorbeeld sneeuwruimen en de-icing operaties.

Monitoring: Monitor de duur en frequentie van het optreden van kritieke winterse omstandigheden en de gevolgen daarvan.



Analyse: Bepaal de effecten van mogelijke toekomstige veranderingen in duur en frequentie van kritieke winterse omstandigheden. Analyseer procedures en capaciteit van de maatregelen die daartegen genomen kunnen worden.

Onderzoek en kennisontwikkeling: Bepaal aan de hand van monitoring en analyses of sneeuw, ijs en gladheid aanleiding geven tot problemen met baangebruik, -capaciteit en het aantal de-icingsoperaties.

Mogelijke fysieke en operationele maatregelen zijn: 1) Het aanpassen van procedures voor sneeuw- en ijsbestrijding en 2) het aanpassen van de capaciteit van de sneeuwvloot en de-icing installaties.

4. Hoge temperaturen

Hogere temperaturen zullen een beperkt effect hebben op luchthavenoperaties. Er zijn echter wel wat consequenties te noemen. Een hogere luchttemperatuur heeft invloed op de dichtheid van lucht en daarmee op het draagvermogen van vliegtuigen bij het opstijgen. Dit heeft gevolgen voor de belading en de efficiëntie van luchttransport, wat weer leidt tot hogere brandstofkosten. Wachtende vliegtuigen voor de gate zullen sneller opwarmen, waardoor hogere kosten gemaakt moeten worden voor de koeling ervan.

Adaptief management: Verken en kwantificeer de effecten en kosten van hogere temperaturen op luchtvaartoperaties.

Monitoring: Monitor het aantal dagen met temperaturen boven een kritieke waarde en registreer de opgetreden effecten als duur, omvang, kosten van koelunits en de keren dat er een beperking is aan de belading van vrachtvliegtuigen.

Analyse: Bepaal de veranderingen in frequenties van maximale dagtemperaturen en analyseer de mogelijke maatregelen, zoals de capaciteit van koelvoorzieningen.

Onderzoek en kennisontwikkeling: Ontwikkel methoden om de gevolgen van hogere temperaturen te kwantificeren.

Mogelijke fysieke en operationele maatregelen zijn: 1) Een uitbreiding van de capaciteit van koelvoorzieningen voor vliegtuigen aan de gate en 2) een aanpassing aan de operaties van vrachtvliegtuigen.

5. Afwateringssysteem en waterbuffers

Het belang van een adequaat afwateringssysteem is groot voor het functioneren van de Schiphol. Als gevolg van klimaatverandering zal de grondwaterstand meer fluctueren en zal de bodem beperkt dalen, in de orde van 10 tot 20 cm per eeuw. Beide effecten zijn op te vangen door regulier onderhoud aan start- en landingsbanen, taxibanen, wegen en verharde oppervlakten.

De aanwezige gemalen in de Haarlemmermeer kunnen de vaker voorkomende extreme buien opvangen, maar wel moeten maatregelen getroffen worden om in de toekomst in de waterbergingsbehoefte van de Haarlemmermeerpolder te voorzien. Dit heeft aanzienlijke investeringen op termijn als gevolg.

Adaptief management: De komende decennia is de afwateringssituatie stabiel en onder controle. Op termijn kan klimaatverandering aanleiding geven tot ingrijpende investeringen voor extra waterbuffers. De kennis en procedures zijn al beschikbaar. Daarom is het advies: volgen en afwachten.

Monitoring: Monitor de ontwikkeling van extreme neerslagsituaties en stel een ontwerpnorm vast voor het afwateringssysteem. Monitor ook of de capaciteit van het afwateringssysteem en waterbuffers moet worden uitgebreid.

Analyse: Analyseer of de afwateringsvoorzieningen en waterbuffers moeten worden uitgebreid. Als het wateroppervlak wordt uitgebreid, houd dan bij of er in toenemende mate problemen ontstaan door aanvaringen met (water)vogels.

Onderzoek en kennisontwikkeling: Niet direct van toepassing, want de meeste kennis is al beschikbaar.

Mogelijke fysieke en operationele maatregelen zijn: 1) Een uitbreiding van de capaciteit van afwateringsvoorzieningen en waterbuffers op langere termijn en 2) het nemen van specifieke maatregelen voor het beperken van problemen door aanvaringen met (water)vogels.

6. Overstromingsveiligheid

Het belang van overstromingsveiligheid is zeer groot voor Schiphol. Schiphol wordt beschermd door primaire en regionale keringen die aan de hoogste Nederlandse veiligheidsnorm voldoen. De kans dat beiden zouden bezwijken is zeer klein. Als beiden wel zouden bezwijken zal de overstromingsdiepte beperkt zijn, naar verwachting niet meer dan 0,5 meter. Het aantal slachtoffers is daarmee verwaarloosbaar klein, maar de imagoschade en economische gevolgen voor de gehele internationale luchttransportsector zullen groot zijn.

Daarom is een verkenning aangeraden om de overstromingsveiligheid te vergroten. Dit zou aan de hand van meerlaagsveiligheid moeten gebeuren. Ook is interessant te onderzoeken of Schiphol een *safe haven* of *emergency airport* zou kunnen zijn in geval van overstroming elders in centraal Nederland. Schiphol zou dan een 'luchtbrug' kunnen zijn naar veiliger gronden.

Adaptief management: Nader onderzoek is gewenst om de risico's van klimaatverandering in te schatten en te beoordelen.

Monitoring: Monitor de ontwikkeling van de 'Maatgevende Hoogwaterstanden' in het regionale watersysteem als gevolg van klimaatverandering.

Analyse: Analyseer kosteneffectieve maatregelen voor het beperken van overstromingsrisico's volgens meerlaagsveiligheid en analyseer de mogelijkheden of Schiphol een *safe haven* of *emergency airport* zou kunnen worden.

Onderzoek en kennisontwikkeling: Stel vast wat de huidige en toekomstige overstromingsrisico's van Schiphol zijn. Houd in de gaten wat de gevolgen van landelijke ontwikkelingen zijn op regionale waterveiligheid en de standzekerheid van regionale keringen bij het bezwijken van een primaire waterkering, en wat de gevolgen zijn voor de Maatgevende Hoogwaterstanden in het regionale systeem.

Mogelijke fysieke en operationele maatregelen zijn: 1) Verminder de kans op (en gevolgen van) een regionale overstroming nog meer, op basis van het concept meerlaagsveiligheid en 2) doe ingrepen ten behoeve van het functioneren van Luchthaven Schiphol als *safe haven* en/of *emergency airport*.