

Bennie Mols*Kijkduinstraat 121-2**1055 XW Amsterdam**bmols@orange.nl***Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2007**

Slimme inzet van KLM-reservecrew

Als KLM-crewleden door ziekte, vertraging of schemawisselingen niet op een ingeroosterde vlucht kunnen werken, moeten er reservecrewleden klaar staan om in te vallen. Daarbij staat de KLM voor de vraag wat de optimale manier is om reservecrewleden in te roosteren. Die planning gebeurt nu nog op grond van de ervaring van de crewplanners en crewcontrollers, maar KLM wil graag weten of een wiskundig model de reservestelling verder kan optimaliseren.

KLM heeft meer dan honderd vliegtuigen en meer dan achtduizend cabinepersoneelsleden. Elke week starten circa 3500 cabineleden aan een nieuwe roosteropdracht, bestaande uit één intercontinentale vlucht of een aaneenschakeling van vluchten binnen Europa. KLM publiceert wekelijks een nieuw rooster voor het cabinepersoneel. In dat rooster kan het cabinelid zijn indeling voor de twee komende weken zien. De vluchtopdrachten in deze indeling bestaan veelal uit een aantal routedagen (waarop de cabinebemanning vliegt of op een buitenstation verblijft), gevolgd door een aantal dagen reisverlof. Parttime crew krijgt aansluitend nog deeltijdverlof. Bij het samenstellen van het rooster moet ook rekening worden gehouden met de rangen van het cabinepersoneel en met de vliegtuigtypen waarvoor een personeelslid is gekwalificeerd. Het KLM-cabinepersoneel kent vier rangen: de senior purser, de purser, de business class flight attendant en de economy class flight attendant. De eerste twee vervullen de rol van managers aan boord. In het algemeen werken er alleen pursers en economy flight attendants op Europese vluchten. Op intercontinentale vluchten wordt personeel van alle vier de rangen ingezet. De KLM

opereert met vijf verschillende vliegtuigtypen: Boeing 737, 747 en 777, Airbus 330 en M11 (de toestellen F50, F70 en F100 van KLM Cityhopper niet meegerekend). Elk type toestel heeft zijn eigen kenmerken, die een bemanningslid volledig moet kennen. Om gekwalificeerd te blijven voor een bepaald type, moet een personeelslid een minimaal aantal vluchten per jaar in dat type vliegen. De meeste cabineleden zijn gekwalificeerd voor drie verschillende vliegtuigtypen. Het opgestelde rooster kan op verschillende manieren verstoord worden. Dat kan door interne oorzaken, zoals ziekte of andersoortige uitval van een bemanningslid. Dat kan ook om externe redenen, zoals een vertraagde vlucht, of een vervanging van een vliegtuigtype door een ander type, wat ook geregeld voorkomt als bijvoorbeeld het aantal passagiers te klein is, of juist groter dan verwacht. De KLM moet deze verstoringen uiteraard zien op te vangen. In overleg tussen de planners en crewcontrollers wordt aan het begin van een seizoen bepaald hoeveel reserves per dag beschikbaar moeten zijn. Daarin bepalend is ook de dienstregeling. Er moeten namelijk voldoende reserves zijn om verstoringen gedurende de hele dag en op alle types te kunnen opvangen. Zo zijn er vroege en

late reservediensten en reservediensten voor crew met verschillende typekwalificaties. De reserveplanning gebeurt nu nog grotendeels op grond van ervaring. Vanaf twee weken voor de dag van uitvoering heeft de afdeling Crew Control de beschikking over de ingedeelde reservecrew. Een crewlid krijgt jaarlijks een aantal keren een reserveblok ingedeeld. Nu bestaat een reserveblok typisch uit een dag of vijf paraat zijn om als reserve in te vallen, waarna er twee vrije dagen volgen. Als een reservelid moet invallen, dan neemt deze een volledige vluchtopdracht (routedagen + reisverlofdagen) over van het oorspronkelijk ingeroosterde bemanningslid.

Domino-effect

Als een reservelid echter bijvoorbeeld op de vijfde dag pas moet invallen, dan moet hij zelf verstek laten gaan bij het volgende reguliere blok waarvoor hij stond ingepland. Zo ontstaat een secundaire verstoring. Daarna kan er in het ergste geval zelfs een domino-effect ontstaan waarbij diverse reserveleden elkaars verstoring opvangen. Dit werkt verstorend in de operatie en is onaangenaam voor de crewleden, omdat ze zo niet goed weten hoe hun vervolgrooster er uit zal zien. In principe kan een langere reserveperiode zo'n domino-effect voorkomen. Stel dat iemand drie weken reserve kan staan in plaats van vijf dagen, dan is de kans veel kleiner dat het reservelid zelf moet afzeggen voor zijn volgende dienst na afloop van die drie weken.

Maar als crewleden drie weken achter elkaar reserve staan, is dat wellicht ook niet fijn voor de crew. Bovendien moet een stijging van de kosten worden voorkomen. Het is onwenselijk voor zowel de crew als de KLM om iemand zo lang achter elkaar reserve te laten staan als er binnen het blok ook veel dagen zullen zijn waarop het reservelid niet werkt. De huidige lengte van een reserveblok (zeven dagen waarvan vijf reservedienst) is vanwege het domino-effect misschien niet de beste keuze. Het aantal reserveblokken dat dagelijks wordt ingedeeld is gebaseerd op jarenlange ervaring maar kan misschien nog verder geoptimaliseerd worden. Zou de wiskunde niet een betere oplossing kunnen berekenen? “De uitdaging waar de KLM voor staat,” vertelt Marc Paelinck van KLM, “is de optimaliseringsvraag om bij een gegeven dienstregeling te bepalen hoeveel mensen er op een dag reserve moeten staan, en hoe lang iemand reserve moet staan. Daarnaast is de vraag welke achttuursperiode op een bepaalde dag het reservelid paraat moet staan. Want vanwege arbeidswetgeving heeft het geen zin om een reservelid langer dan acht uur achter elkaar reserve te laten staan: omdat de reservedienst wettelijk als werktijd gerekend wordt, mag een crewlid na acht uur reserve nog maar een beperkt aantal uren vliegen. De vraag is dan in welke perioden van een dag de meeste verstoringen zijn te verwachten. In die perioden moeten dan de meeste reserveleden klaar staan. Aan de andere kant kunnen verstoringen op elk moment van de dag voorkomen, en dus moeten er altijd wel enkele reserves klaar staan om in te vallen. Deze optimaliseringsvragen hebben we aan de studiegroep voorgelegd.”

Arbeidsinspectie

Marco Bijvank zat als wiskundige in de stu-

diegroep, en hij legt uit hoe lastig het probleem is te modelleren: “We hebben er een hele tijd over gedaan om een goede definitie van het probleem te bepalen. Het was moeilijk om duidelijk te krijgen wat we als gegeven mogen opvatten en wat niet. De wiskunde kan wel een bepaalde oplossing aangeven, maar als die oplossing vervolgens niet mag van de arbeidsinspectie, dan heb je er nog niets aan.” Drie criteria bepalen nu de kwaliteit van een reservestrategie: het aantal secundaire verstoringen, het aantal ongebruikte reservedagen en het aantal open dagen dat er ligt tussen het einde van een reservedienst en het begin van de volgende reguliere dienst. De laatste twee zijn aan elkaar gerelateerd. Hoe kleiner elk van deze drie, hoe beter de reservestrategie. Om het probleem te vereenvoudigen, namen de wiskundigen aan dat elk crewlid in elk type vliegtuig mag werken, dat er geen verschillen in rangen zijn en dat alle crewleden fulltime werken. Verder gebruikten ze de KLM-gegevens over de kans waarmee interne en externe verstoringen het reguliere rooster in de war schoppen. Bijvank: “We zijn uitgegaan van een gegeven rooster dat zegt hoeveel mensen op een bepaalde dag op vluchten worden ingezet. Daarbovenop hebben we een stochastisch proces van verstoringen gedefinieerd.” Het basisidee dat de wiskundigen vervolgens gebruikten modelleert de bemanningsleden die uitvallen als een workforce out-flow en de bemanningsleden die na een verstoring weer terugkeren als een workforce in-flow. Op de lange termijn is de workforce out-flow ongeveer gelijk aan de workforce in-flow. Maar op elk individueel tijdstip zijn ze met elkaar in onbalans, wat moet worden opgevangen met een reservestrategie. De tactiek is nu om de uitgevallen crewleden zo snel mogelijk weer te laten te-

rugkeren naar het oorspronkelijke rooster. Dat werd namelijk beschouwd als optimaal. Bijvank: “Uitgaande van het stochastische proces van verstoringen hebben we met een statistische methode bepaald hoeveel reservecrewleden er op een bepaalde dag nodig zijn, en hoeveel dagen een reserveblok moet duren. De eerste resultaten laten zien dat de huidige strategie van vijf dagen reserve staan en twee dagen vrij weliswaar tamelijk goed werkt voor vluchten binnen Europa, maar niet goed voor de lange, intercontinentale vluchten. In het tweede geval ontstaan er immers secundaire verstoringen. Om verstoringen op lange vluchten goed op te vangen, zijn er ook reserveblokken van een langere lengte nodig dan nu gebeurt. Maar aan de andere kant moet je ook weer niet te veel van dat soort blokken inroosteren. Voor het berekenen van meer gedetailleerde resultaten hadden we nog numerieke simulaties willen uitvoeren, maar daar hebben we uiteindelijk geen tijd meer voor gehad.”

“De studieweek heeft veel inzicht opgeleverd over het spel van het domino-effect”, zegt Marc Paelinck, “maar er was onvoldoende tijd om volledig uitgewerkte voorstellen voor verbetering te maken.” De studiegroep heeft het onderzoek echter na de week voortgezet en is er in geslaagd om een model te ontwikkelen dat de oorspronkelijke vragen kan beantwoorden. Dit model gaat uit van de stochastische aard achter de uitval van crewleden. De kans dat een bepaald aantal reservecrewleden nodig is, wordt vergeleken met een gegeven reserverooster. Op deze manier kan achterhaald worden hoeveel reserveshifts van een bepaalde lengte nodig zijn op een dag.

