



Linköpings universitet
TEKNISKA HÖGSKOLAN

TENTAMEN

TNFL01

Flygtrafik och flygtransporter

| | |
|---------------------------|--|
| Datum: | 15 januari 2011 |
| Tid: | 08-12 |
| Hjälpmedel: | Hjälpmedel av alla slag, <i>förutom kommunikationsutrustning</i> (telefoner, datorer, och andra saker som kan ta emot signaler från omvärlden) är tillåtna. Böcker, egna anteckningar och alla former av räknedoser är således tillåtna. |
| Antal uppgifter: | 8, 24 poäng totalt. |
| Betygsgränser: | 0-11: UK, 12-15: 3, 16-19: 4, 20-24: 5 |
| Examinator: | Tobias Andersson Granberg |
| Jourhavande lärare: | Tobias Andersson Granberg, tel 011-363213 |
| Resultat meddelas senast: | 31 januari 2011 |

Tentamensinstruktioner

När Du behandlaruppgifterna

Redovisa beräkningar och lösningsmetodik noga.

Motivera alla påståenden Du gör.

Använd alltid de standardmetoder som genomgått på föreläsningar och lektioner.

*Skriv **max en A4 text per uppgift**. Ingår figurer och beräkningar i svaret, kan fler sidor användas.*

Skriv endast på ena sidan av lösningsbladen. Använd inte rödpenna.

Behandla ej fler än en huvuduppgift på varje blad.

Om Du använder dig av bifogade lösningsblad, glöm inte att lämna in dem!

Vid skrivningens slut

Sortera Dina lösningsblad i uppgiftsordning.

Markera på omslaget de uppgifter Du behandlat.

Kontrollräkna antalet inlämnade blad och fyll i antalet på omslaget.

(3p) Uppgift 1

Förklara när och varför man använder en ”CFMU-slot” respektive en ”flygplats-slot”, och hur dessa skiljer sig åt. Föreslå alternativ för att lösa samma problem.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösning

En CFMU-slot (eller en CTOT) utfärdas av CFMU i Bryssel för en viss flight, för att förhindra att överbelastning uppstår i någon sektor i luften. Den utfärdas samma dag som flygningen ska ske efter att flight-plans från hela Europa har analyserats, och trånga sektorer identifieras. Huvudsyftet är att låta flygplanen ta förseningar på marken i stället för i luften, där kostanden och miljöbelastningen är högre.

En flygplats-slot utfärdas till flygbolag på koordinerade flygplatser, och innebär att bolaget har rätt att tidtabell-lägga starter eller landningar på flygplatsen en viss tid. Syftet är att fördela den kapacitet som finns på flygplatsen, och slottilldelningen görs därmed endast på flygplaster där efterfrågan på start- och landningstider överstiger utbudet. Fördelningen görs två gånger per år på sk schemalägningskonferenser.

Både typerna av slottar är således till för att fördela tillgänglig kapacitet, men CFMU-slottarna är operativa och fördelar den kapacitet som existerar i lufrummet en given dag. De reglerar heller inte flödet, vilket flygplatslotten till viss del gör (om ett flygbolag inte får en bra starttid kan de strunta i att lägga en flight från flygplatsen), utan skjuter det enbart i tiden (såvida en flight inte ställs in pga en restriktiv CTOT). I dagsläget har flygbolagen möjlighet att påverka flygplatslottarna, då fördelningen inkluderar en förhandling mellan flygplatserna (eller slotkoordinatorena) och flygbolagen, vid schemalägningskonferensen. Möjligheten att påverka en CTOT är mindre för flygbolagen, även om olika möjligheter inom ramen för CDM undersöks.

Problemet ifråga är begränsad kapacitet, vilket kan lösas på lite olika sätt. För att öka flygplatsens kapacitet är det eventuellt möjligt att bygga fler banor (med de nackdelar detta medför i form av miljöpåverkan, kostnad, buller, osv). Ett alternativt sätt att fördela kapaciteten på flygplatserna skulle kunna vara ett utökat auktionsförfarande av slottar, eller att flygplatserna själva reglerar avgifterna för att få trafikera flygplatsen för att anpassa efterfrågan. Alternativ till CFMU-slotten kan vara att i stället för att fördela ut start-slottar, fördela ut RTA vid lämpliga punkter i luften och låta flygbolagen själva välja hur dessa ska uppnås.

(3p) Uppgift 2

Förklara hur ett ökat krav på RNP (Required navigation performance) skulle kunna bidra till minskade förseningar.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösning

RNP innebär förenklat att ett flygplan med viss sannolikhet och noggrannhet vet var det befinner sig. Ett ökat krav mot flygbolagen på RNP skulle således innebära att fler flygplan med större noggrannhet kunde bestämma sin position. Givet god RNP kan FMSen också med hög sannolikhet beräkna var flygplanet kommer att befinna sig i framtiden. Det är således möjlighet att få en ökad predikterbarhet i systemet, dvs större möjlighet att förutsäga exakt var och när flygplanen kommer att vara. Detta ger en ökad möjlighet till planering av övriga resurser som är tex är beroende av flygplanets ankomsttid (tex ground handling), vilket bör kunna bidra till minskade förseningar. Med

ett högre krav på RNP minskar också behovet av säkerhetsseparationer mellan flygplanen vilket innebär att ett högre flöde kan uppnås. Även detta bör kunna leda till minskade förseningar, givet att antalet fligheter inte ökar.

(3p) Uppgift 3

Flight 123 är klara för push-back, men passagerare Bertil Olofsson som checkat in bagage på flighten är spårlöst försvunnen. Flygbolaget måste söka rätt på hans väska och avlägsna den innan planet kan lämna gaten. Detta tar 40 minuter. Vilka aktörer påverkas av denna försening och på vilket sätt? Föreslå något smart sätt att undvika att detta problem uppstår, eller som kan minska den försening på flight 123 som denna händelse orsakar.

Lösning

Pax: blir försenade och kan missa anslutningar

Flygbolag: försenad avgång. Kan leda till följdförseningar pga att planet har andra fligheter planerade, besättningen kan ha ytterligare fligheter planerade.

Flygplats: gaten ockuperad extra tid. Kan leda till att annat plan (samma eller annat bolag) får vänta på on-block och blir försenade, allt måste byta gate.

Flygledning/ATM: ev missad CTOT, allt ny avgångstid ger högre belastning i någon sektor → ny CTOT.

Ground handling: ev måste de-ice göras om. Bagagehanteringen får extra belastning som måste packa ur och packa i planet igen. Kan leda till att de blir försenade till andra fligheter.

Polis/bombgrupp kan behöva kallas in.

Ett sätt att minska tiden det tar att lokalisera bagaget vore att tagga varje väska så att den går snabbt att lokalisera i bagageutrymmet, alternativt tagga passageraren (eller mer rimligt sätta en sändare på bagage-lappen man får behålla efter incheckning) så att han/hon går snabbt att lokalisera i terminalen.

(3p) Uppgift 4

En flight mellan Linköping och Amsterdam (sträcka ca 1200 km) trafikeras av en Fokker 70 (vingbredd 28.08m, längd 30.91 m, max flygsträcka 2400 km, pax kapacitet 80 st). En viss dag har flighten ett passagerarunderlag enligt:

| Antal pax [st] | Biljettpris [SEK] |
|----------------|-------------------|
| 32 | 900 |
| 11 | 1300 |
| 7 | 3500 |
| 3 | 4960 |
| 5 | 5210 |

Den aktuella dagen är det också tre besättningsmedlemmar som följer med som deadhead på flighten.

Beräkna kabinfaktor och yield.

Lösning

Kabinfaktor = $(32+11+7+3+5) / 80 = 72,5\%$

Yield = $(32*900+11*1300+7*3500+3*4960+5*5210) / ((32+11+7+3+5)*1200) = 1,56 \text{ kr/paxkm}$

Deadhead påverkar inte nyckeltalen så länge det finns ledig kapacitet.

(3p) Uppgift 5

Föreslå olika sätt att minska turn-around tiden för en specifik vändning. Vad kan en minskning av turn-around tiden leda till?

Obs! Skriv max en A4 text

Lösning

Ökat informationsutbyte mellan olika aktörer ger en bättre grund för planering, och möjlighet att påbörja sitt arbete i tid. Detta minskar behovet av tidsbuffertar i processen och gör att den går att tidsmässigt förkorta.

Bättre teknik/metodik för att öka precisionen i ETA för olika delprocesser, ger resultat enligt ovan. Minska tiden för *kritiska* delprocesser ger en minskad totaltid; om någon av följande processer ligger på den kritiska linjen kan följande minska totaltiden:

- Boarding: effektiva boardingmetoder kan användas (tex att tvinga pax att boarda i speciell ordning).
- Låt städpersonal kliva på bak i planet och städa medan pax går av fram.
- Köp tankningsapparat som kan tanka planet snabbare.
- osv

En minskning av turn-around tiden kan leda till:

- Minskade förseningar (om samma tid avsätts för turn-around, så fås en ökad buffert)
- Möjlighet för flygbolaget att köra fler fligheter per dag med samma plan
- Möjlighet för flygplatsen att förlägga fler fligheter per dag vid en given gate

(3p) Uppgift 6

Vilka för- respektive nackdelar har ett flygledningsstödsystem baserat på pappersstrippar jämfört med ett helt datoriserat system?

Obs! Skriv max en A4 text

Lösning

Fördelar: det system som används i de svenska tornen idag är pappersbaserat. En fördel är att alla gamla flygledare redan är bekant med systemet, och inte behöver lära om. Det är också delvis säkert för datorhaveri.

Nackdelar: kräver att flygledarna manuellt skriver ner informationen på papper, vilket kräver radiokommunikation. Försvårar digital överföring av information vilket är säkrare än radio. Svårare att editera justerad eller felaktig information jämfört med ett datorbaserat system. Lättare att tappa bort pappersstrippar, eller kladda sönder dem. Pappersstripparna tar plats; mer info går att samla på en dator.

(3p) Uppgift 7

Hur är flygledning- och certifiering, flygledning, och flygplatsdrift organiserat i Sverige? Föreslå en alternativ organisering och diskutera fördelar respektive nackdelar.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösning

Flygledning- och certifiering sköts i Sverige av Transportstyrelsen i enlighet med internationella riktlinjer. Flygledning sköts av LFV (även om privata aktörer börjar slå sig in på torn-marknaden) och flygplatsdrift sköts av olika aktörer (tex kommuner och privata bolag), varav det statliga Swedavia är den största flygplatsägaren i Sverige.

Ett alternativ är den organisering som fanns förr när alla tre ovanstående funktioner låg under en och samma myndighet. Fördelen med denna alternativa organisation är att det blir korta kontaktvägar mellan de olika funktionerna, och möjligheten för de olika funktionerna att stödja varandra är större. Nackdelen är att en tillsynsfunktion (som certifiering) hamnar i en jävsituation om den ligger inom samma organisation som de funktioner som ska granskas, tex flygplatsdrift eller flygledning. En annan nackdel kan vara att det kan bli konkurrenshämmande att samla tex flygtrafikledning och flygplatsdrift under samma tak, då den ena funktionen kan försörja den andra.

(3p) Uppgift 8

Förklara kortfattat hur Fleet Assignment processen går till. Föreslå något sätt att ta hänsyn till besättningsplaneringen under Fleet Assignment processen.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösning

Fleet assignmemt innebär att flottan delas in i olika subflottor med hänsyn till flygplanstyp, kapacitet mm. Sedan tilldelas fligheter till de olika subflottorna med målet att försöka maximera intäkten (tex förväntat antal pax), samtidigt som krav på tex balans måste upprätthållas. Problemet kan formuleras och lösas som en optimeringsmodell, och det finns idag avancerade beslutsstödsystem som kan användas för att stödja processen. Resultatet blir att varje subflotta får ett antal fligheter som ska flygas, och följdproblemet blir att tilldela varje flygplansindivid en slinga. Det är tex möjligt att ta hänsyn till besättningsplaneringen genom att tillse att en viss subflotta inte får så många fligheter att antalet anställda piloter inte kommer att räcka till. En annan sak man kan försöka undvika i Fleet assignmet är att ha en inkommande flight av en typ sent på kvällen till en flygplats och sedan ha den enda utgående flighten tidigt på morgonen, så att vilovillkoren för besättningen inte kan uppfyllas.