



Linköpings universitet
TEKNISKA HÖGSKOLAN

TENTAMEN

TNFL01

Flygtrafik och flygtransporter

Datum:	Lördag 29 augusti 2015
Tid:	8-12
Hjälpmedel:	Räknedosor som ej kan lagra text, alt. med tömda minnen, är tillåtna. Inga andra hjälpmedel.
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:	14 september 2015

Tentamensinstruktioner

När Du behandlar uppgifterna

Redovisa beräkningar och lösningsmetodik noga.

Motivera alla påståenden Du gör.

*Använd alltid de standardmetoder som genomgått på föreläsningar och lektioner. **Observera att enbart fakta direkt återgiven från litteratur och föreläsningar sällan ger full poäng; diskussion, nya kopplingar och exempel krävs i svaret.***

*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

När är det nödvändigt att lägga flygplan i "holding" och vad kan orsaka denna situation? Hur påverkar denna åtgärd flygets olika aktörer och omgivningen? Vilka av dessa situationer skulle kunna undvikas, och hur skulle detta gå till? Vilka kan troligen inte undvikas?

Obs! Skriv max en A4 text

Lösningförslag

Antalet flygplan som kan landa på en flygplats per tidsenhet är begränsat, bla pga att det måste finnas ett visst säkerhetsavstånd mellan varje landande flygplan. Om det då tex kommer många under en kort tid, så måste några vänta på att få landa. Eftersom flygplanen inte kan flyga hur sakta som helst så läggs de då i holding, dvs de får cirkulera i väntan på landningstillstånd. Under tiden förbrukas mycket bränsle, särskilt som holding typiskt sker på ganska låg höjd där mer kraft krävs för att hålla planen i luften, vilket orsakar miljöfarliga utsläpp. Dessutom kan bullret från planen i holding störa personer på marken. Vidare riskerar plan som läggs i holding att bli försenade med de effekter detta medför för flygbolaget (besättning får jobba längre än planerat och kanske inte hinner byta, flygplanet kan få svårt att hinna vända, etc), passagerare (som kanske ska vidare eller har andra tider att passa), flygplatsen (gateplanering och planering av turn-around-aktiviteter kanske måste justeras), och flygledningen/ATM (nya slottar kan behöva delas ut).

Holding är som sagt nödvändigt när efterfrågan på landningskapacitet överstiger utbudet, vilket kan inträffa om det kommer mer flygplan än planerat, eller om kapaciteten minskar, tex pga dåligt väder. Den första situationen bör kunna undvikas genom bättre kontroll på inkommande flyg – idag har många plan möjlighet att med stor noggrannhet köra mot en RTA (required time of arrival). Om en god planering då görs så att ankommande flygplan får lämpliga RTA:er så undviks problemet. Dock krävs kommunikationssystem och –metoder av CDM-typ som gör att flygplan kan meddela när de inte kommer att kunna hålla sin RTA, och kan få en ny. Att undvika holding vid plötslig kapacitetsnedgång är svårare, men konsekvenserna bör kunna lindras med liknande åtgärder.

(3p) Uppgift 2

Flight	TA	ETL	STL	LTL	A/C type	ATA
75	146	156	156	183	H	156
76	149	159	168	191	L	166
77	151	161	161	188	H	161
78	154	164	175	197	L	172
79	154	164	168	193	L	168
80	159	169	182	203	H	181
81	159	169	183	203	M	183
82	163	173	181	205	M	180
83	163	173	187	207	H	187
84	164	174	186	207	H	185
85	164	174	171	200	M	174

Wortex separation		
lead	follow	distance [minutes]
L	L	2
L	M	1
L	H	1
M	L	2
M	M	2
M	H	1
H	L	3
H	M	2
H	H	2

TA = Tid [minuter] då planet anropar tornet

ETL = Tidigaste landningstid

STL = Landningstid enligt tidtabell

LTL = Senaste landningstid
ATA = Tilldelad landningstid

Ovanstående sekvens av plan vill landa på Bråvlanda. Ge samtliga flyg en tilldelad landningstid (ATA), motivera dina val och diskutera vilka mål och krav som finns på landningssekvensen.

Lösningförslag

I ovanstående exempel har alla plan fått en landningstid så nära den tidtabell-lagda som möjligt, med högre vikt på att undvika sena landningar är för tidiga. Det viktigaste kravet är att upprätthålla säkerhetsavstånden, vilka varierar då tunga plan genererar mer wake vortex än lätta, och lätta plan är mer känsliga för dessa virvelvindar än tunga. Genom att planera sekvensen så att säkerhetsavstånden minimeras kan flödet ökas, och fler plan kan landa per tidsenhet. En tumregel i just denna sekvens kan vara att framförallt försöka undvika att planera in ett lätt plan för landning efter ett tungt, vilket ger ett säkerhetsavstånd på 3 min. Målen blir således att försöka maximera flödet och minimera avvikelse från planerad landningstid. Dock är det oftast att föredra att komma ner innan planerad tid, än efter. Därför har flera plan i ovanstående sekvens fått en tidigare tid än den planerade, för att andra plan inte ska bli sena.

(3p) Uppgift 3

På Bråvlanda finns tre olika ground-handlingbolag som alla har egen markutrustning (push-back-truckar, GPUer, etc). Flygplatsledningen upplever dock problem med att det är trångt och stökigt på airside, och att avgångar blir försenade pga felande eller felplacerad utrustning.

Det finns ett förslag på att flygplatsen själva mot en avgift ska tillhandahålla nödvändig markutrustning till samtliga ground-handlingbolag.

Diskutera för- och nackdelar med detta förslag, och gör en bedömning av hur väl det skulle kunna lösa identifierade problem. Ge också förslag på hur det skulle kunna genomföras rent praktiskt.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösningförslag

Fördelar: Man slipper ha mer utrustning än vad som egentligen behövs, vilket torde minska utrymmesbristen och dessutom bli billigare (totalt sätt).

Nackdelar: Möjligen blir konkurrenssituationen för handlingbolagen lite skev; om tex ett bolag vill konkurrera med låga priser, men sämre service (dålig punktlighet, fula trappor, etc) så får de sämre möjlighet att göra detta när utrustningen blir centralstyrd och lika för alla. Handlingbolagen kommer inte att ha möjlighet att måla utrustningen i "sina färger" vilket kan vara känsligt om de ägs av ett visst flygbolag.

Bedömning: Det borde kunna lösa problemet med att det är trångt. För att det inte ska vara stökigt eller utrustningen felande behöver flygplatsen ett bra system för att hantera utrustningen, inkl ett bokningssystem som handlingbolagen kan använda.

Praktiskt genomförande: Flygplatsen kan köpa befintlig utrustning av handlingbolagen och sälja eller spara överlappande exemplar, alt enbart köpa så mycket som beräknas behövas i peak. Det är viktigt att det finns så mycket utrustning att det inte blir brist, inkl lite extra om något går sönder. Ett bokningssystem måste införas så att bolagen kan reservera utrustning. Ordentligt uppmärkta platser för förvaring av utrustningen när den inte är bokad måste iordningställas, så att handlingbolagen vet var den finns att hämta. Man kan också GPS-utrusta all utrustning så att den

snabbt går att lokalisera. Debitering för användande görs lämpligen efter användningstid och, om tillämpligt, åtgånget material (avisningsvätska, bränsle). Ett felanmälningsystem behövs så att eventuell felande utrustning snabbt anmäls och åtgärdas. Likaså ett rullande underhållsschema för all utrustning.

(3p) Uppgift 4

Vilka aktiviteter direkt kopplade till flygplanet (dvs bortse från incheckning, security check, etc) ingår i en typisk turn-around? Illustrera ordningen och flödet av aktiviteter med ett Gantt-schema.

Lösningförslag

Se kurslitteraturen "Airport Logistics – Integration of ATM and ground processes", Figur 4.

(3p) Uppgift 5

Förklara hur ett CDM-system skulle kunna hjälpa en flygplats att införa Yield Management-baserade principer för prissättning och kapacitetsfördelning.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösningförslag

Yield Management-baserade principer för prissättning och kapacitetsfördelning kan tex vara differentierade priser eller olika platser för att få landa/starta/parkera flygplan beroende på tid på dygnet eller (hyr)pris för terminalyta beroende på hur attraktiv den är. Ur ett strategiskt perspektiv går detta bra att inför utan ett CDM-system. Operativt kan dock den informationsdelningsmöjlighet som ges av ett CDM-system vara användbar. Antag tex att man ta emot landningar på två olika banor på en flygplats. Via ett CDM-system skulle då flygplatsen kunna erbjuda flygbolaget att välja bana för landning för en avgift (som kan vara beroende av efterfrågan).

Även vid en kapacitetssänkning på banan skulle CDM-systemet kunna användas för att "auktioner ut" den befintliga kapaciteten. I detta fall skulle det dock troligen behöva göras som ett nollsummespel (dvs man kan få betalt för att acceptera dåliga slottar) då flygbolagen inte skulle acceptera att flygplatsen skor sig på en kapacitetssänkning.

(3p) Uppgift 6

Förklara vad som påverkar kapaciteten på en flygplats, och diskutera hur denna kapacitet kan ökas med hjälp av Collaborative Decision Making.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösningförslag

Kapaciteten på en flygplats påverkas av bla:

1. Flygledning/lufttrum: antal flygledare, utformning av sektorer, in- och utflygningvägar, närliggande flygplatser, väder, bullerrestriktioner.
2. Färdområde: antal banor – och hur de ligger i förhållande till varandra, flygplansmixen, väder/vindar, antal och typ av avfarter, taxibanansystemets utformning.
3. Gater/plattan/parkering: antal gater och parkeringsplatser av olika typer, tillgänglig yta på airside.
4. Turn-around: kapacitet hos handlingbolag, plats för att utföra TA-tjänster.
5. Terminaler: antal terminaler, storlek, antal check-in diskar, bag drop, antal security stationer, passkontroller, etc.
6. Landaccess: antal och typer av färdmedel (tåg, buss, taxi, bil), parkeringsplatser, vägar.

Ett system för Collaborative Decision Making bidrar med informationsdelning och möjlighet att påverka varandras beslut. Det är lätt att hitta exempel på hur CDM kan bidra till att kapaciteten inte minskar i samma omfattning vid störningar: konceptet ”substitution on cancellation” kan tex användas vid dåligt väder (snöstorm, dimma) när kapaciteten i område 1 och 2 i listan ovan minskar kraftigt. Konceptet innebär att flygbolag som ställer in flighter till eller från den påverkade flygplatsen får behålla de slottar som frigörs, vilket innebär att de inte ges till någon konkurrent. Flygbolaget har då större incitament för att ställa in och kan därigenom öka kapaciteten framförallt i 1. Ett CDM-system kan också bidra till snabbare och bättre information till tex handlingbolag speciellt vid störningar – tex om ett plan är försenat kan de som sköter tankning eller städning planera om sin verksamhet vilket kan minska behovet av buffertar och därigenom öka effektiviteten, speciellt i 4.

(3p) Uppgift 7

Ett mindre flygbolag har följande tidtabell:

Flightnr	Avg tid	Ank tid	Avg FP	Ank FP
1	450	900	ARN	LLA
2	1000	1230	ARN	GOT
3	1020	1410	ARN	LLA
4	1810	2200	ARN	LLA
5	510	840	LLA	GOT
6	1030	1355	LLA	UME
7	1510	1810	LLA	GOT
8	2020	2220	LLA	ARN
9	615	800	UME	ARN
10	1545	1740	UME	ARN
11	1745	1930	UME	LLA
12	2000	2310	UME	GOT
13	430	910	GOT	ARN
14	920	1250	GOT	UME
15	1330	1640	GOT	UME
16	1920	2250	GOT	UME

Tidtabellen är cyklisk, med en cykeltid på en dag. Detta innebär att varje flight i tabellen ska flygas varje dag (inklusive helger).

Konstruera en lämplig pairing för en pilot med utgångspunkt från ovanstående tidtabell. Förklara vilka förutsättningar, regler, villkor och mål som man måste ta hänsyn till vid konstruktionen, samt hur en pairing kan användas i den fortsatta schemalägningsprocessen.

Lösningförslag

En pairing är en sammanhängande uppsättning arbetsdagar (med nödvändig vila emellan) som startar och slutar i samma bas. Pairingen måste uppfylla alla krav och regler på arbetstider som regleras av Transportstyrelsen och som förhandlats fram mellan fackförbund och flygbolaget, tex minimum vila mellan två flighter, minsta nattvila, max antal arbetsdagar i följd, etc. Dessutom måste villkor på balans (man måste starta från samma flygplats som man ankommit) och certifiering (flygplanstyp) vara uppfyllda. De mål som finns för en pairing är typiskt att hålla kostnaden så låg som möjligt, vilket tex kan göras genom att ha få deadhead-flighter (piloten flyger som pax) och möjligen inte använda sig av dyra extra-timmar om sådan finns som option i avtalen. Ytterligare ett mål är att pairingen ska vara robust, dvs inte så korta bytestider mellan flighter.

Givet att ARN är hemmabas för piloten skulle en pairing kunna vara:

ARN (1) LLA – LLA (6) UME – UME (10) ARN – övernatt – ARN (2) GOT – GOT (15) UME – UME (11) LLA – övernatt – LLA (6) UME – UME (10) ARN

Max 10 timmars flygtid per dag. Minst 15 timmar per övernattning (kan möjligen tangera avtalade villkor vilket sänker robustheten hos pairingen).

(3p) Uppgift 8

Flygbolaget Slaviation är ett lågprisbolag som har ett strikt point-to-point nätverk och enbart säljer enkelbiljetter. Ledningen funderar dock på att börja övergå till hub-and-spoke, och vill ha hjälp med att analysera för- och nackdelar med detta, samt en diskussion kring vad en övergång skulle innebära för deras verksamhet och vilka praktiska förändringar som skulle behöva genomföras.

Obs! Skriv max en A4 text

Lösningförslag

En fördel med hub-and-spoke är framförallt att bolaget kan erbjuda flighter från många punkter i nätverket till många andra. Dock krävs det då att de övergår till att sälja biljetter med flera legs (stopp). Rent praktiskt innebär detta att de måste hålla reda på sina passagerare, och säkerställa så att de kommer fram till sin slutdestination, vilket är betydligt enklare om man bara säljer biljetter utan byten. Dessutom måste tidtabellen anpassas så att det är möjligt att byta på ett effektivt sätt på hubben.

Större utbud innebär typiskt ökad efterfrågan och därmed ökade intäkter. Dock kan det bli svårare att prognostisera efterfrågan på flighterna så slutdestinationen inte är lika säker. Variationen i efterfrågan ökar troligen, vilket gör det svårare att välja rätt storlek på planet (när fleet assignment löses).

Ytterligare fördelar med hub-and-spoke är att det är smidigt att samla mycket verksamhet till hubben. Besättning kan ha sina hemmabas där, underhållsstationer kan förläggas där, etc. Ett bra avtal lär kunna slutas med flygplatsen om man samlar sin verksamhet på den. En nackdel är att hubben blir mycket känslig för störningen – händer det något där så drabbas bolaget hårt.