

ANALYS BANKAPACITET

I denna rapport analyseras den teoretiska kapaciteten för huvudbana, rullbana 17/35, på Malmö Airport vid ett fullbyggt bansystem (taxibanor, snabbavfarter, påfarter, holding-bay, etc).

Kapaciteten på airside beror på vilken kapacitet de olika delområdena/-funktionerna på airside kan leverera. Delområden är:

- Luftrum
- Rullbanor
- Taxibanor
- Ramper
- Flygplanhandling (tankning, avisning, boardning, etc)

Enligt IATA borde rullbanans kapacitet vara den enda faktor som kan begränsa flygplatsens kapacitet och utveckling. Övriga områden och funktioner ska anpassas så att de inte begränsar flygplatsens kapacitet. I analysen kommer därför att förutsättas att rullbanans kapacitet inte begränsas av de andra delområdena.

1

FAKTORER SOM PÅVERKAR KAPACITET

Bankapaciteten är beroende på faktorer som:

- Bankonfiguration
- Flygplansmix
- Fördelning landningar/starter
- Väderförhållanden (IMC/VMC)
- Banförhållanden
- Separation mellan två efterföljande rörelser
- ATS-utrustning
- Luftrummet (SID, STAR, etc)
- På- och avfarter
- Runway occupancy times
- Miljörestriktioner

Analys av maximal bankapacitet är utförd under antagande av bästa praxis, det vill säga:

- Karakteristisk flygplansmix för typdagen
- Nödvändig utrustning är i drift
- Typiska väderförhållanden för Malmö
- Bra banförhållanden

1.1 Bankonfiguration

Analysen kommer endast att ta hänsyn till huvudbanan (17/35).

Tvårbana, och allt typ trafik som sker på denna bana, ingår inte i analysen. Kapacitetsbegränsningar som kan förekomma p.g.a. tvårbanan finns inte i analysen, eftersom syftet med denna är att få den teoretiska maximala kapaciteten för huvudbanan vid fullbyggt bansystem.

1.2 Flygplansmix

- Statistik för de mest frekventa flygplanen (data inhämtade från TRISS).
- Perioden 2010-2012 (tom maj).

Tabeller nedan visar en sammanställning av de mest frekventa flygplanen (endast de flygplanstyper som representerar mer än 1 % av den totala trafiken på Malmö redovisas).

Sammanställning 2010						
Flygplanstyp	A/C	Referenskod	Turbulens-kategori	Approach category	Totalt	Andel
Avro RJ	AR1	C	Medium	C	3501	42,49%
Boeing 737	737	C	Medium	C	2534	30,76%
Airbus A320	320	C	Medium	C	1180	14,32%
MC Donnell MD80	M80	C	Medium	C	447	5,43%
Jetstream 32	J32	B	Medium	C	371	4,50%
Boeing 757	757	D	Heavy	C	135	1,64%
Övriga	-	-	-	-	71	0,86%

Sammanställning 2011						
Flygplanstyp	A/C	Referenskod	Turbulens-kategori	Approach category	Totalt	Andel
Boeing 737	737	C	Medium	C	8076	39,48%
Avro RJ	AR1	C	Medium	C	7420	36,27%
Airbus A320	320	C	Medium	C	2833	13,85%
MC Donnell MD80	M80	C	Medium	C	1019	4,98%
Jetstream 32	J32	B	Medium	C	879	4,30%
Övriga	-	-	-	-	228	1,11%

Sammanställning 2012 (tom maj)						
Flygplanstyp	A/C	Referenskod	Turbulens-kategori	Approach category	Totalt	Andel
Boeing 737	737	C	Medium	C	3152	39,88%
Avro RJ	AR1	C	Medium	C	2855	36,12%
Airbus A320	320	C	Medium	C	980	12,40%
MC Donell MD80	M80	C	Medium	C	493	6,24%
Jetstream 32	J32	B	Medium	C	354	4,48%
Övriga	-	-	-	-	70	0,88%

Typiska flygplan för Malmö är Boeing 737, Avro RJ100, Airbus 320 och MD80. Alla dessa flygplan tillhör turbulenskategori medium och har referenskod C. I analysen antas därför dessa flygplanstyper att vara typiska även i framtiden.

Malmö Aviation kommer att ersätta alla Avro RJ100 med Bombardier C Series (CS-100 och CS-300) under period 2014-2018. Dessa flygplanstyper anses också klassas som kod C, turbulens medium och approach kategori C.

MD80 kommer också att fasas ut och ersättas med flygplan av typ Boeing 737 och Airbus 320.

1.2.1 Hastigheter under inflygningen

- Statistik från verkliga inflygningar till bana 17.
- Period: 2011

Tabeller nedan visar medelhastighet för de mest frekventa flygplanstyperna:

Inflygning bana 17. Medelhastighet (kt)					
Typ av flygplan	Avstånd till bantröskel				
	7 NM	5 NM	4 NM	3 NM	0 NM (THR)
Boeing 737	190,2	167,7	154,8	139,0	132,7
Avro RJ	194,7	172,9	160,4	143,1	119,6
Airbus A320	169,7	152,4	142,2	133,5	130,8
MC Donell MD80	197,1	174,5	159,9	140,2	130,1
Jetstream 32	197,5	170,8	159,2	140,5	116,8

I analysen kommer följande hastigheter att användas:

Hastigheter för analysen (kt)					
Grupp	Avstånd till bantröskel				
	7 NM	5 NM	4 NM	3 NM	0 NM (THR)
Grupp 1	190	170	155	140	130
Grupp 2	170	150	140	135	130

I analysen kommer följande fördelning av trafik mellan grupperna att användas:

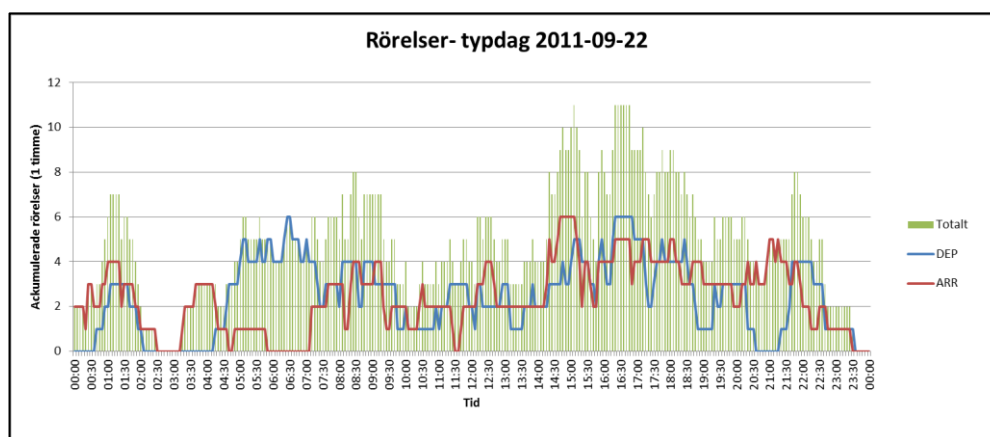
- 85 % grupp 1
- 15 % grupp 2

1.3

Typdag

- Tidtabell från 2011-09-22 anpassat med tillägg för Ryanairs trafikprogram för 2012.

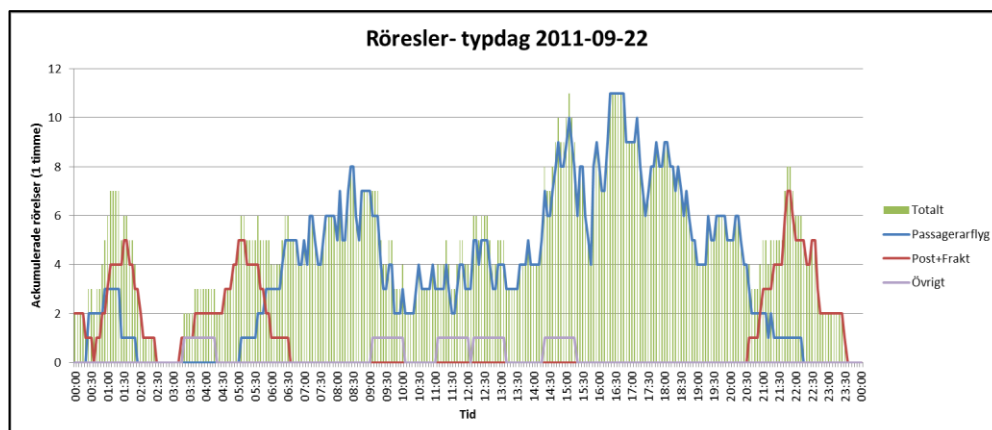
Grafikerna nedan visar sammanställning av rörelser för passagerarflyg, post och frakt.



Antal rörelser fördelade mellan starter och landningar

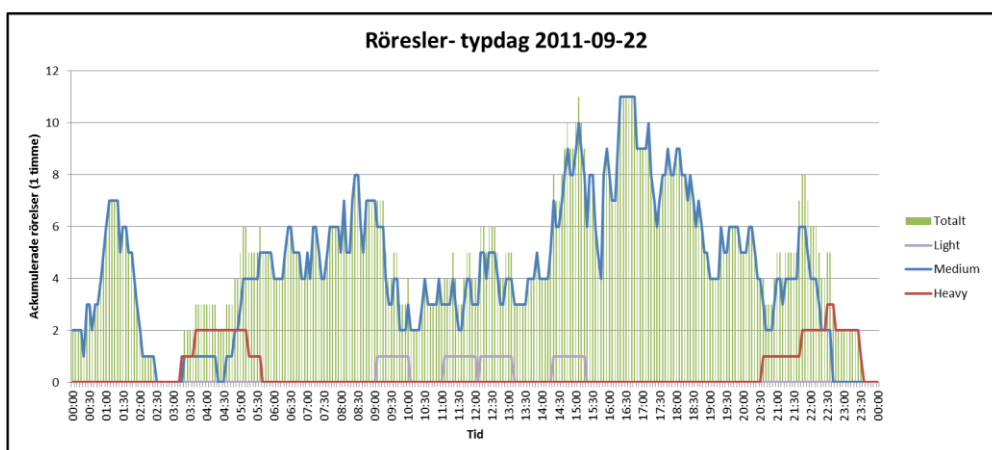
Peaken inträffar under perioden mellan 16:20 och 17:45 med 11 rörelser per timme, varav ca 55 % är starter och 45 % är landningar. Annan belastad timme är mellan 15:05 och 16:05 med 11 rörelser med fördelning 45 % starter och 55 % landningar.

Det finns en period på morgonen, när övernattande flygplan lämnar flygplatsen, som har endast starter, ca 6 starter per timme.



Antal rörelser fördelade mellan passagerartrafik och post/frakt

I de mest belastade perioderna förekommer främst passagerartrafik. Post och frakt sker nattetid mellan 21:30 och 06:30.



Antal rörelser fördelade mellan turbulenskategori

Majoriteten av flygtrafik på Malmö klassas som turbulenskategori medium. Några fraktflygplan ingår i kategori heavy.

1.4

Väderförhållanden (IMC/VMC)

För närvarande begränsas antal samtidiga rörelser på manöverområdet till tre när sikten är mindre än 2000 m och banändarna kan inte ses från TWR (torn). Detta begränsar bankapaciteten. Denna begränsning bedöms kunna hanteras med ett system för övervakning av markrörelser (se 1.7).

När sikten är under 550 m krävs precisionsinflygning CAT II eller III. Denna kategori av inflygningar kräver mer separation mellan två flygplan för att bland annat inte störa signalen från ILS (Instrumental Landning System). Detta innebär att kapaciteten minskas.

I analysen kommer separationer för IFR (Instrumental Flight Rules) under väderförhållande som inte kräver följande procedurer och åtgärder¹ att användas:

- LVP (Low Visibility Procedures)
- Snöröjning
- Halkbekämpning

1.5 Banförhållanden

För analysen kommer banförhållande med bra friktionsvärde som inte påverkar landningssträckan och inte kräver halkbekämpning och snöröjning att användas.

1.6 Separation mellan två efterföljande rörelser²

I analysen kommer separationer som tillämpas av ATS Malmö under IFR, dock inte LVP att användas.

1.6.1 Separation mellan landning och landning (ARR-ARR)

Befintlig separation ARR-ARR: 4 NM

Malmö ATS använder som rekommendation 4 NM radarseparation mellan flygplan i turbulenskategori medium. Kombinationer mellan övriga kategorier kan kräva en större radarseparation, som t.ex. heavy-medium 5 NM.

Med fullbyggt bansystem (snabbavfarter) kan separationen minskas till 3 NM mellan medium-medium.

På några europeiska flygplatser tillämpas radarseparation 2,5 NM mellan medium-medium, detta skulle kräva bättre radartäckning i Malmö TMA (Terminalzon).

För analysen av maximal bankapacitet för fullbyggt bansystem kommer att användas 2,5 NM separation mellan ARR-ARR.

1.6.2 Separation mellan landning och start (ARR-DEP)

Befintlig separation ARR-DEP: ca 70-80 sekunder

En start efter en landning kan påbörjas efter att det landande flygplanet har lämnat rullbanan. Med nya avfarter/snabbavfarter kan flygplan lämna banan tidigare. Analysen kommer att använda IATA:s rekommendation på ca 50 sekunder Runway Occupancy Time för ett fullbyggt bansystem.

¹ Efter intervju med ATS Malmö och flygplatsen bedömdes detta som den mest representativ scenario för bankapacitetsanalysen.

² Alla data har bekräftats med ATS Malmö

1.6.3 Separation mellan start och start (DEP-DEP)

Befintlig separation DEP-DEP: 120 sekunder

Denna separation kan variera beroende på flygplanens hastigheter och storlek samt vilken rutt efterföljande flygplan har. I analysen kommer att användas två separationer, 90 och 120 sekunder. Fördelning mellan dem blir 50 % var. Separationen på 90 sekunder ska spegla att flygplan följer olika rutter.

1.6.4 Separation mellan start och landning (DEP-ARR)

Befintlig separation DEP-ARR: 5 NM

ATS Malmö använder som rekommendation 5 NM mellan en start och landning. Denna separation bedöms kunna minskas till 4 NM. Analysen kommer att använda 4 NM.

1.7 ATS-utrustning

ATS använder radar för att behålla separation mellan två flygplan. För landningar finns ILS som möjliggör precisionsinflygning.

Flygplatsen saknar idag någon typ av övervakningssystem för markrörelser (tex markradar eller MLAT). Detta begränsar antal samtidiga markrörelser när sikten är under 2000 m och TWR har inte sikt över banänderna.

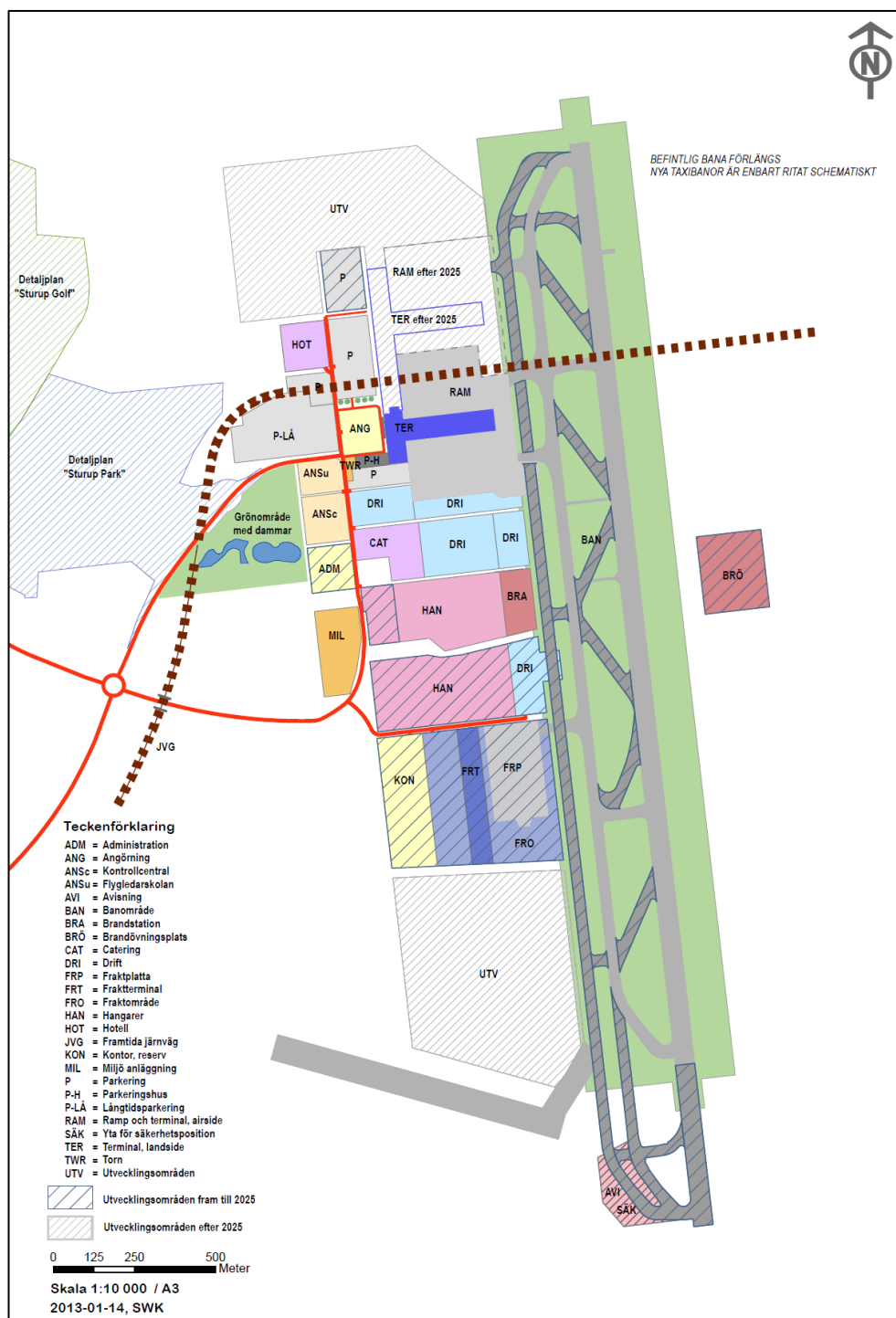
För analysen antas det att all nödvändigt utrustning är i drift, radartäckning har förbättrats i Malmö TMA (se 1.6.1) och att flygplatsen är utrustad med markradar eller MLAT.

1.8 Luftrummet (SID, STAR, etc)

Ingen begränsning förekommer för denna analys.

1.9 På- och avfarter

Befintligt bansystem saknar snabbavfarter och holding för sekvensering av starter. För analysen används ett fullbyggt bansystem (se 1.6.1. och 1.6.2). Ett exempel på hur ett fullbyggt bansystem skulle kunna se ut på Malmö visas i följande skiss.



1.10

Miljörestriktioner

Ingen begränsning förekommer för denna analys.

2

FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR KAPACITETSANALYS

- Endast rullbanans kapacitet.
 - Inga begränsningar i luftrummet.
 - Inga begränsningar på taxibanor.
 - Inga begränsningar på plattan.
 - Tvärbanan ingår inte i analysen. För analysen förutsätts att endast huvudbanan är i drift.
- Endast trafik för linjefart, charter, post och frakt.
- Fullbyggt bansystem: snabbavfarter, holding-bays, etc.
- Alla flygplan är turbulenskategori medium.
- Hastighet enligt 1.2.1.
- IFR.
- Ej LVP.
- Ej snö/halka.
- Radarseparation.
- Markradar eller MLAT finns.

2.1

Avgränsning

Analysen blir endast en enkel beräkning av den teoretiska bankapacitet för ett fullbyggt bansystem för en bana. Analysen fokuserar endast på rullbanan, således påverkan av taxibankapacitet eller rampkapacitet ingår inte i analysen. Analys av förseningar och av bansystemets flexibilitet för att hantera dessa ingår inte heller i kapacitetsanalysen.

3

KAPACITETSBERÄKNING

3.1

Befintlig kapacitet

- Separation mellan två rörelser:
 - ARR-ARR: 4 NM
 - ARR-DEP: 75 sekunder
 - DEP-DEP: 120 sekunder
 - DEP-ARR: 5 NM

- Beräknad kapacitet		
Fördelning		Kapacitet (rörelser/timme)
ARR	DEP	
50 %	50 %	33,7
55 %	45 %	33,9
60 %	40 %	34,1
40 %	60 %	33,2
45 %	55 %	33,4
100 %	0 %	34,3
0 %	100 %	30,0

Med befintliga förutsättningarna blir den maximala bankapaciteten ca 33-34 rörelser per timme. Denna kapacitet är teoretisk och tar inte hänsyn till begränsningar som befintligt taxibanssystemet och ramperna tillför.

3.2

Framtida kapacitet

- Separation mellan två rörelser:
 - ARR-ARR: 2,5 NM
 - ARR-DEP: 50 sekunder
 - DEP-DEP: 90 sekunder/120 sekunder (fördelning 50%)
 - DEP-ARR: 4 NM

- Beräknad kapacitet		
Fördelning		Kapacitet (rörelser/timme)
ARR	DEP	
50 %	50 %	44,1
55 %	45 %	45,1
60 %	40 %	46,1
40 %	60 %	42,0
45 %	55 %	43,0
100 %	0 %	53,8
0 %	100 %	34,3

Rullbanans kapacitet vid fullbyggt bansystem beräknas ligga mellan 42-46 rörelser per timme beroende på fördelning mellan starter och landningar. Under peaken, med befintlig fördelning (ARR 55%; DEP 45%) blir den teoretiska maximala kapaciteten 45 rörelser per timme.

4

RÖRELSER PROGNOSE OCH TYPDAGEN

För att få en uppfattning om när trafiken under peaken når den teoretiska maximala bankapaciteten på Malmö Airport har det gjorts en enkel extrapolering baserad på befintlig trafikbild. Detta måste betraktas som en grov uppskattning.

Eftersom trafikpeaken sker endast med passagerartrafik, enligt befintlig trafikbild (se 1.3), kommer extrapolering att begränsas endast till passagerartrafik, under perioden mellan 06:00 till 22:30.

- Typdag: Se punkt 1.3
- Utfall 2011:

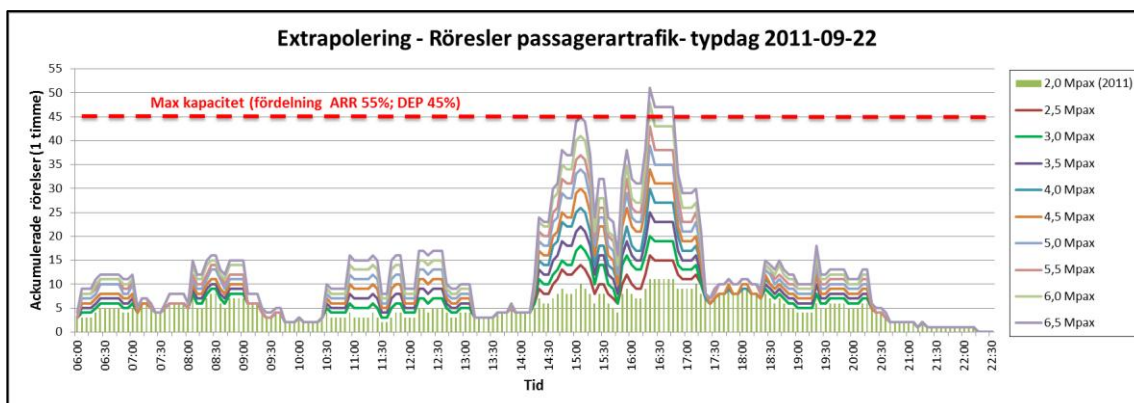
Passagerare			Rörelser			Passagerare/rörelser		
Totalt	Utrikes	Inrikes	Totalt	Utrikes	Inrikes	Totalt	Utrikes	Inrikes
1 945 910	744 682	1 201 228	20 278	5 302	14 976	96,0	140,5	80,2

- Exempel av tillväxt i passagerartrafik:

Exempel av prognoser (1) (2)					
Passagerare			Rörelser		
Totalt	Utrikes	Inrikes	Totalt	Utrikes	Inrikes
1 945 910	744 682	1 201 228	20 278	5 302	14 976
2 500 000	1 274 747	1 225 253	24 350	9 073	15 277
3 000 000	1 750 242	1 249 758	28 040	12 457	15 583
3 500 000	2 225 247	1 274 753	31 733	15 838	15 895
4 000 000	2 699 752	1 300 248	35 428	19 215	16 213
4 500 000	3 173 747	1 326 253	39 126	22 589	16 537
5 000 000	3 647 222	1 352 778	42 827	25 959	16 868
5 500 000	4 120 167	1 379 833	46 530	29 325	17 205
6 000 000	4 592 570	1 407 430	50 236	32 687	17 549
6 500 000	5 064 421	1 435 579	53 946	36 046	17 900
7 000 000	5 535 710	1 464 290	57 658	39 400	18 258

- (1) *Fördelning av passagerartillväxt enligt material framtaget av flygplatsen*
- Tillväxt sker främst inom utrikestrafik
 - 2 % tillväxt för inrikes i varje period som trafiken växer med 500 000 passagerare.
- (2) *Ingen förändring i antal passagerare per rörelse*

Utrikestrafik förekommer främst under eftermiddagen, därför växer eftermiddagspeaken snabbare vid extrapolering av typdagen.



Enligt extrapoleringen, kommer efterfrågan i antal rörelser under peaken att närma sig max bankapacitet vid ca 5 500 000 Mpax. Man kan anta att antalet passagerare per rörelse kommer att öka under utvecklingsperioden (eftersom både kabinfaktor och flygplanstorlek kan förutsättas att öka), således skulle rullbanan kunna hantera ytterligare passagerartillväxt, till ca 6 Mpax.

5 SAMMANFATTNING

Rullbanans kapacitet är beroende av ett flertal faktorer, som t.ex. flygplansmix, väderförhållanden, separation mellan flygplan, lufrummet, etc. I analysen har beräknats den teoretiskt maximala kapaciteten för ett fullbyggt bansystem i framtiden, under vissa förutsättningarna och antagande som redovisats i rapporten. Den maximala bankapaciteten beräknas ligga mellan 42-46 rörelser per timme beroende på fördelningen mellan landningar och starter.

För att få en uppfattning om när Malmös trafik når den maximala bankapaciteten, har en enkel extrapolering av befintlig passagerartrafik gjorts. Extrapoleringen visar att ett fullbyggt bansystem anses kunna hantera mellan 5,5 och 6,0 Mpax enligt befintlig trafikbild på Malmö Airport. Denna beräknade årsvolym skulle kunna bli större genom en utbredning av peaken (utjämning av trafikfördelningen över dagen), större flygplan, högre kabinfaktor. Samtidigt finns faktorer som kan motverka att anläggningens totala max kapacitet uppnås som t.ex. begränsningar i tillgång på uppställningsplatser och terminalkapacitet.