

# **FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 2 ÅR 2012**

**Stockholm Arlanda Airport**

## Revisionsförteckning

Rev	Datum	Upprättad av	Information
00.02	2012-08-29	Alborz Tari	

# FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 2 ÅR 2012

Stockholm Arlanda Airport

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>INLEDNING .....</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrund .....	5
1.2	Kund .....	5
<b>2</b>	<b>METOD .....</b>	<b>6</b>
2.1	Mätutförande .....	6
2.2	Dataanalys .....	7
2.3	Bullerberäkning .....	7
<b>3</b>	<b>RESULTAT .....</b>	<b>9</b>
3.1	Månadsvis sammanställning .....	9
3.2	Uppmätta och beräknade ljudnivåer .....	11
3.3	Tio högst registrerade ljudnivåerna .....	13
<b>4</b>	<b>BILAGOR .....</b>	<b>16</b>
4.1	Bilaga 1. Uppmätta och beräknade ljudnivåer .....	16
4.2	Bilaga 2. Översättning ICAO-beteckning av flygplansmodeller .....	17
4.3	Bilaga 3. Ordlista .....	18

## Sammanfattning

En bullermätare finns sedan mars år 2012 upprättad i Rosersberg. Mätstationen ägs och förvaltas av Sigtuna kommun. Mätstationen är ansluten till Swedavias flygvägsuppföljningssystem och registrerade ljudnivåer finns tillgängliga via verktyget WebTrak. Syftet med denna rapport är att sammanställa de uppmätta ljudnivåerna och särskilt redovisa de tio högst registrerade ljudnivåerna samt en jämförelse mellan uppmätta och beräknade ljudnivåer. Sammanställningen avser mätdata insamlat kvartal två år 2012.

Bullermätstationen registrerar maximala ljudnivåer för enskilda landningar och starter. Landningar till bana 01L överflyger mätplatsen med en flyghöjd omkring 350 m. En andel av starterna från Arlanda Airport överflyger Rosersberg, särskilt starter från bana 19R med destination österut. Mätningen utförs obemannad och utförs i tillämpliga delar enligt standard för långtidsmätning av flyg SS-ISO 20906:2009.

De maximala ljudnivåerna har sammanställts för respektive månad, samt genom en sammanställning av de tio högst registrerade ljudnivåerna under perioden och genom löddiagram för landningsbuller för de tio vanligaste flygplanstyperna.

Men hjälp av beräkningsverktyget, INM 7.0c har de maximala ljudnivåerna, för landning till bana 01L för de tio vanligaste flygplanstyperna, beräknats i en punkt motsvarande bullermätstationens geografiska läge. Dessa har jämförts med uppmätta ljudnivåer.

Resultaten visar att uppmätta maximala ljudnivåer typiskt uppgår till 75 dB(A) för tvåmotoriga jetflygplan som används för medellånga till långa distanser, exempelvis Boeing 737-800, vilket är den vanligaste flygplanstypen på flygplatsen. För vanligt förekommande turbopropellerflygplan har något lägre ljudnivåer registrerats.

Den högsta registrerade ljudnivån uppgår till 87,3 dB(A). Bland de tio högsta registrerade ljudnivåerna återfinns såväl landningar men också några starter. Bland dessa återfinns stora eller bullriga flygplanstyper, såsom Boeing 747-400 respektive McDonnell Douglas MD-80. Vidare har många av dessa bullerhändelser registrerats i samband med nederbörd, såsom regn eller snö.

De beräknade ljudnivåerna stämmer väl överens med de uppmätta medianerna för respektive flygplanstyp. Differensen uppgår som högst till 3,4 dB(A) i de fall då beräkningar överskattar de registrerade ljudnivåerna, och då de underskattas uppgår differensen till högst till 3,1 dB(A). För den vanligast förekommande flygplanstypen är uppmätt median detsamma som beräknat.

## 1 INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

Rosersbergs tätort i Sigtuna kommun är belägen omkring 6 km söder om Arlanda Airport och berörs av flygbuller. Sigtuna kommun äger och förvaltar en bullermätstation belägen i Rosersberg vilken är ansluten till Swedavias flygvägsuppföljningssystem. Ljudnivån av enskilda flygpassager kan bevakas på nätet genom verktyget WebTrak (<http://webtrak.bksv.com/arn>). I denna rapport sammanfattas de uppmätta ljudnivåerna i Rosersberg, som även jämförs med beräknade resultat för samma flygplanstyper. Jämförelsen sker i syfte att se hur väl beräknade storheter stämmer överens med verkligt uppmätta ljudnivåer.

### 1.2 Kund

Uppdraget har genomförts på beställning av Sigtuna kommun genom kontaktperson Patrik Kujansivu, Miljö- och hälsoskyddskontoret. Mer information kan hittas på Sigtuna kommuns hemsida, se <http://www.sigtuna.se/sv/Miljo--Natur/Buller/Flygbuller/>.

## 2 METOD

### 2.1 Mätutförande

Mätstationen är placerad i förlängningen med bana 01L/19R (bana1), 6,3 km söder om banänden bana 1, se Figur 1. Landningspassager över Rosersberg är vanligt förekommande och illustreras i Figur 1 med en röd linje.



Figur 1. Mätstationens placering

Bullermätstationen upprättades i Rosersberg i slutet av mars år 2012 och tillhandahåller sedan dess kontinuerligt registrerade ljudnivåer för bullerhändelser överskridande 64 dB<sup>1</sup>. Mätningen utförs obemannad och mät rapporter sammanställs kvartalsvis. Maximala ljudnivåer redovisas med frekvensvägning A vilket är ett anpassningsfilter och tidsvägning "Slow" vilket anger integrationstiden 1 s. Den maximala ljudnivån avser den högsta registrerade ljudnivån i samband med en enskild flyplanspassage. Den maximala ljudnivån uppstår typiskt när flygplanet passerar mätplatsen eller strax därefter. Akustisk

<sup>1</sup> Anger tröskelvärde vilket måste överskridas för att registrera maximal ljudnivå. Tröskelnivå anpassas till mätplatsen och kan komma att behöva justeras med hänsyn till bakgrundsbuller.

nivåkalibrering utfördes vid upprättande av ljudmätstationen och elektronisk nivåkontroll utförs fyra gånger per dygn. Mätmikrofonen är placerad cirka 7 m över mark som huvudsakligen består av asfalt, och en total höjd på 34 m över hav. Mätutrustningen uppfyller den tekniska standard IEC61672-1 klass 1 och mätningen utförs i tillämpliga delar enligt standard för långtidsmätning av flyg SS-ISO 20906:2009.

## 2.2 Dataanalys

Mätdata för bullerhändelser tillsammans med väderdata har hämtats från ett flygvägsuppföljningssystem. Bullerhändelser som sker i samband med registrerade flygplanspassager kopplas i flygvägsuppföljningssystemet samman. Vidare klassificeras bullerhändelser baserat på händelseförlopp i syfte att säkerhetsställa att bullerkällan härrör från en enskild flygrörelse. Vid sammanställning inkluderas samtliga registrerade ljudnivåer som kopplats till flyg. Ingående data har inte sorterats med hänsyn till rådande meteorologi vilket påverkar registrerade ljudnivåer. Detta medför att effekter av meteorologi speglas i resultatet dels genom att ljudutbredningen varierar men också kan det påverka själva mätutrustningen, exempelvis genom att vindinducerat brus kan uppstå vid höga vindhastigheter eller att den relativa luftfuktigheten kan överskrida mätutrustningens tekniska specifikationer för tillförlitliga resultat.

Sammanställningen av resultat är indelade i tre delar. I den första delen har ljudnivåerna för respektive månad för kvartalen sammanställts intervallvis och per dag. I den andra delen har ljudnivåer på de tio vanligaste flygplanstyperna presenterats tillsammans med motsvarande beräkningar i låddiagram. I den tredje delen har de tio högst uppmätta ljudnivåerna totalt under perioden visats. Uppmätta ljudnivåer som ingår i sammanställningen för respektive månad har behandlats automatiskt utan genomlysning av enskild händelse, vilket kan medföra att bakgrundsbuller såsom vägtrafik kan ingå i resultatet. För de tio högst registrerade ljudnivåerna har bullerhändelserna genomlyssnats i syfte att säkerhetsställa bullerkällan. Dessa maximala ljudnivåer redovisas tillsammans med rådande meteorologi samt med kommentarer. Syftet med låddiagrammen är att redogöra variationen i ljudnivå för de tio vanligaste flygplanstyperna. Dessa jämförs även med beräknade resultat.

## 2.3 Bullerberäkning

Bullerberäkningarna genomfördes med beräkningsprogrammet INM 7.0c vilket överensstämmer med beräkningsmetoden ECAC dokument 29 version 3. Metoden är utgångspunkten för de principer som används för kvalitetssäkring av flygbullerberäkningar i Sverige, vilken Transportstyrelsen, Försvarmakten och Naturvårdsverket enats om ska gälla (2011-10-31 version 1.0).

Bullerberäkningsprogrammet tillämpar så kallade NPD-data<sup>2</sup> vilket anger ljudnivå för olika gaspådrag och avstånd mellan källa och mottagare.

Bullerberäkningsprogrammet hämtar sådana uppgifter från databasen, ANP där buller- och prestandadata finns angivna för en mängd olika flygplanstyper.

Med hjälp av beräkningsverktyget har de maximala ljudnivåerna, för landning till bana 01L för de tio vanligaste flygplanstyperna, beräknats i en punkt motsvarande bullermätstationens geografiska läge. För beräkning har standardprofiler med tre graders glidbanevinkel för landning tillämpats. För de flesta flygplanstyper finns bullerdata angivna i databasen ANP, i de fall uppgifter saknas för en specifik flygplanstyp har dessa ersatts enligt i INM angivna ersättningstyper.

Beräkningarna har utförts med standardatmosfär i enlighet med vad som angivits i kvalitetssäkringsdokumentet gällande flygbullerberäkningar i Sverige. Eftersom mätdata inte har sorterats eller justerats med hänsyn till meteorologi så kommer detta påverka resultatet. Samtidigt är beräkningsförutsättningarna statiska varför en differens förväntas uppstå beroende på hur mycket meteorologin avviker från referensförhållandena.

---

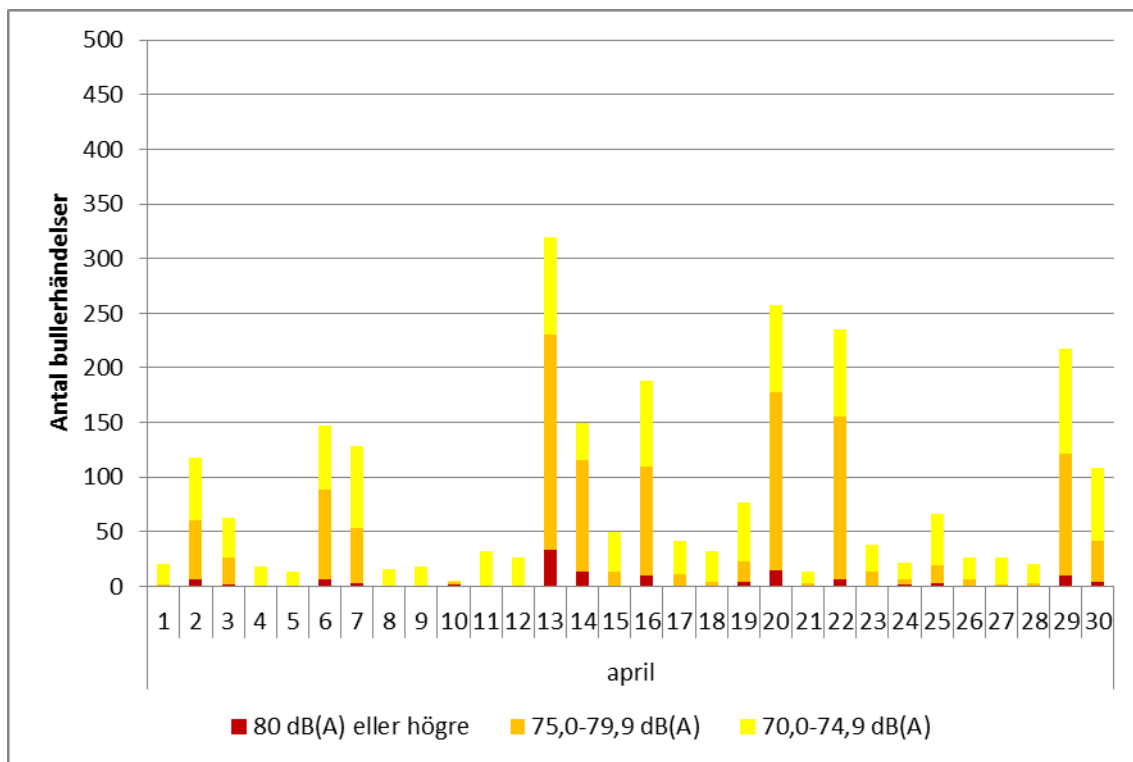
<sup>2</sup> NPD står för Noise Power Distance



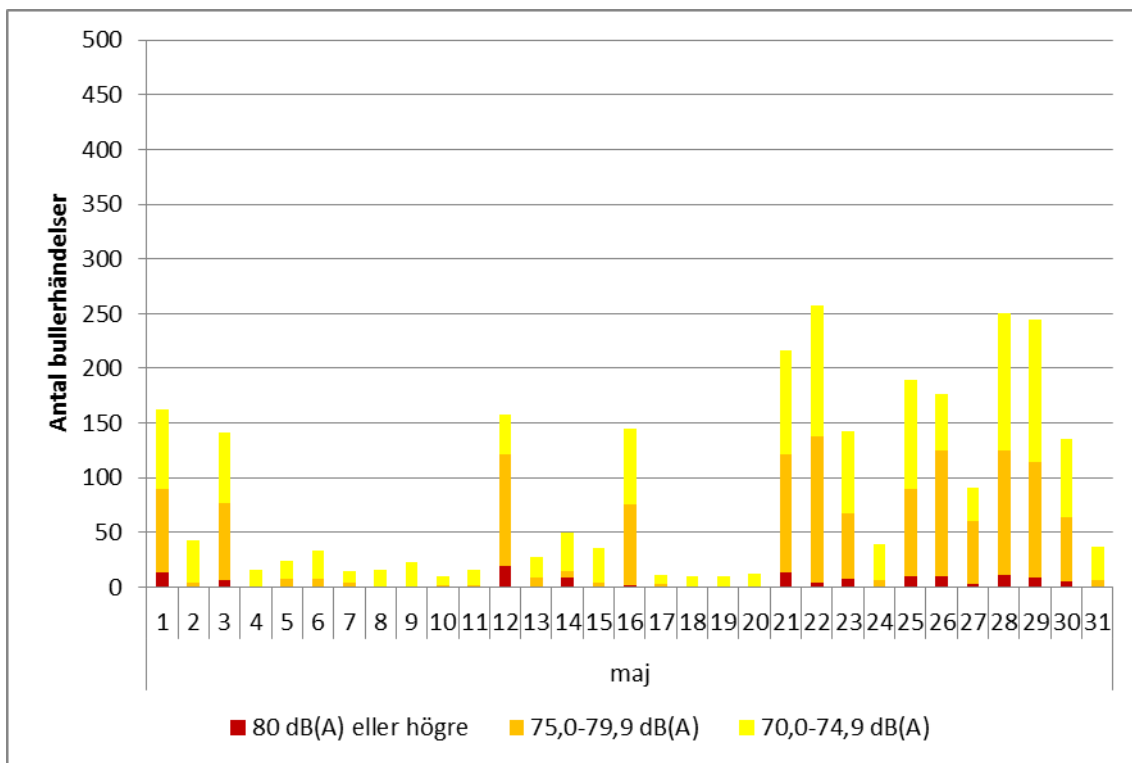
### 3 RESULTAT

#### 3.1 Månadsvis sammanställning

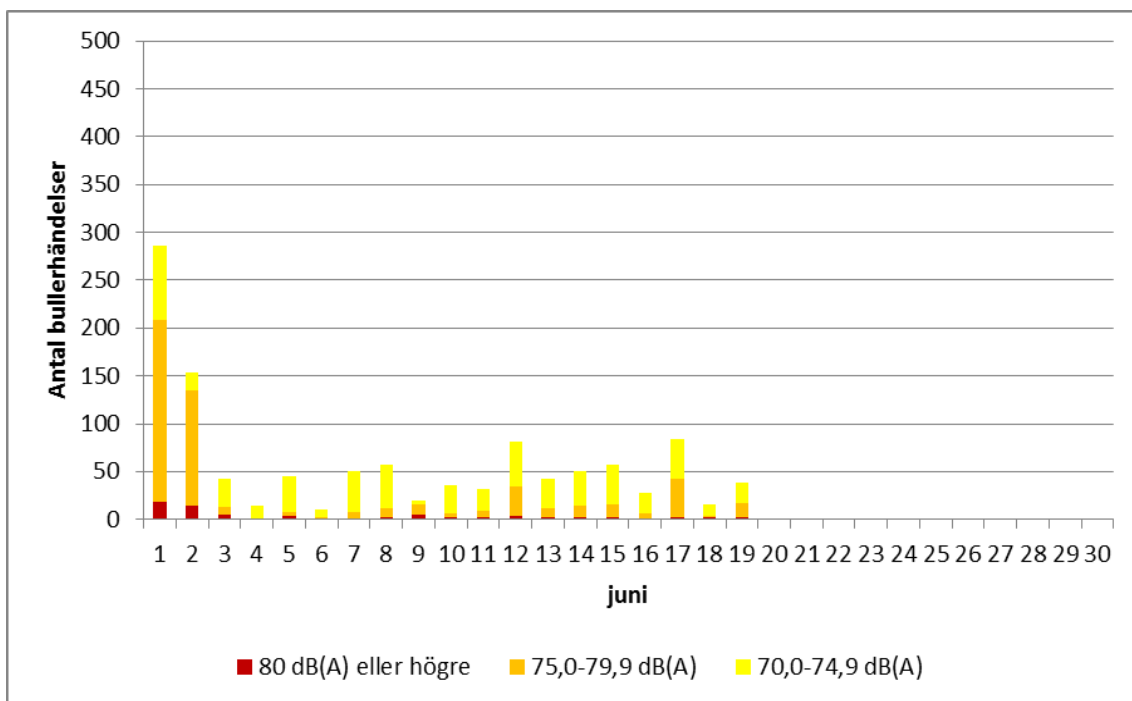
I Figur 2 till Figur 4 redovisas antal bullerhändelser per dag för maximala ljudnivån indelat i intervall om fem dB. De maximala ljudnivåerna som redovisas i dessa diagram härrör från flyg oavsett bana eller typ av operation (landning eller starter). I figurerna redovisas april, maj respektive juni. Exempelvis kan vi ur Figur 2 utläsa att flest bullerhändelser under april om 70 dB(A) eller högre registrerades fredagen den 13:e. Totalt registrerades omkring 325 sådana händelser under aktuell dag varav omkring 30 var 80 dB(A) eller högre, omkring 230 bullerhändelser var 75 dB(A) eller högre. Ur figurerna kan det ses att under vissa dagar har det registrerats många fler bullerhändelser jämfört med andra dagar, (där staplarna kortare). Detta beror på bananvändningen. Under de dagar med många registrerade bullerhändelser, exempelvis april 13:e, har bana 1 (01L) använts för landning söderifrån. Bullermätdata saknas mellan 20-30 juni på grund av tekniska problem med bullermätstationen.



Figur 2 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i april månad.



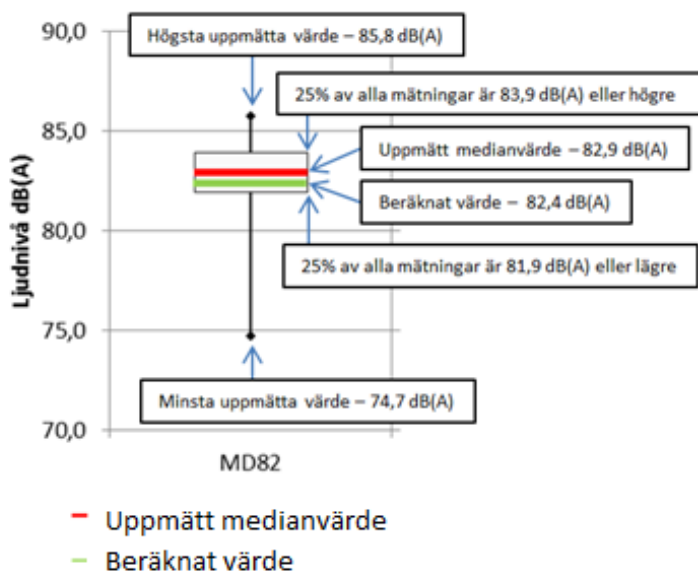
Figur 3 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i maj månad.



Figur 4 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i juni månad. Data för 20-30 juni saknas pga tekniska problem med mätstationen.

## 3.2 Uppmätta och beräknade ljudnivåer

Uppmätta maximala ljudnivåer från landningar under perioden har sammanställts för de tio vanligaste flygplanstyperna i så kallade låddiagram. I Figur 5 redovisas ett fiktivt exempel som används för att förklara låddiagrammet. Låddiagrammet redogör vilken variation uppmätta ljudnivåer haft. Dels redovisas en låda omslutande första och tredje kvartilen vilket är det intervall som inrymmer 50 % av alla mätdata. Dels redovisas högsta och lägsta registrerade ljudnivån som punkter vilka sammanbinds med linjer. I lådan redovisas mätseriens median vilket är det mittersta värdet i mätserien. I figuren finns även det beräknade värdet inlagt som en linje. Längs x-axeln, under låddiagrammen visas flygplanstypens modellbeteckning enligt ICAO<sup>3</sup>, MD82 i det här fallet motsvarar McDonnell Douglas MD-82. Information om de tio vanligaste flygplanstypernas modellbeteckning enligt ICAO hittas i kapitel 4.2.



Figur 5 Exempel på låddiagram

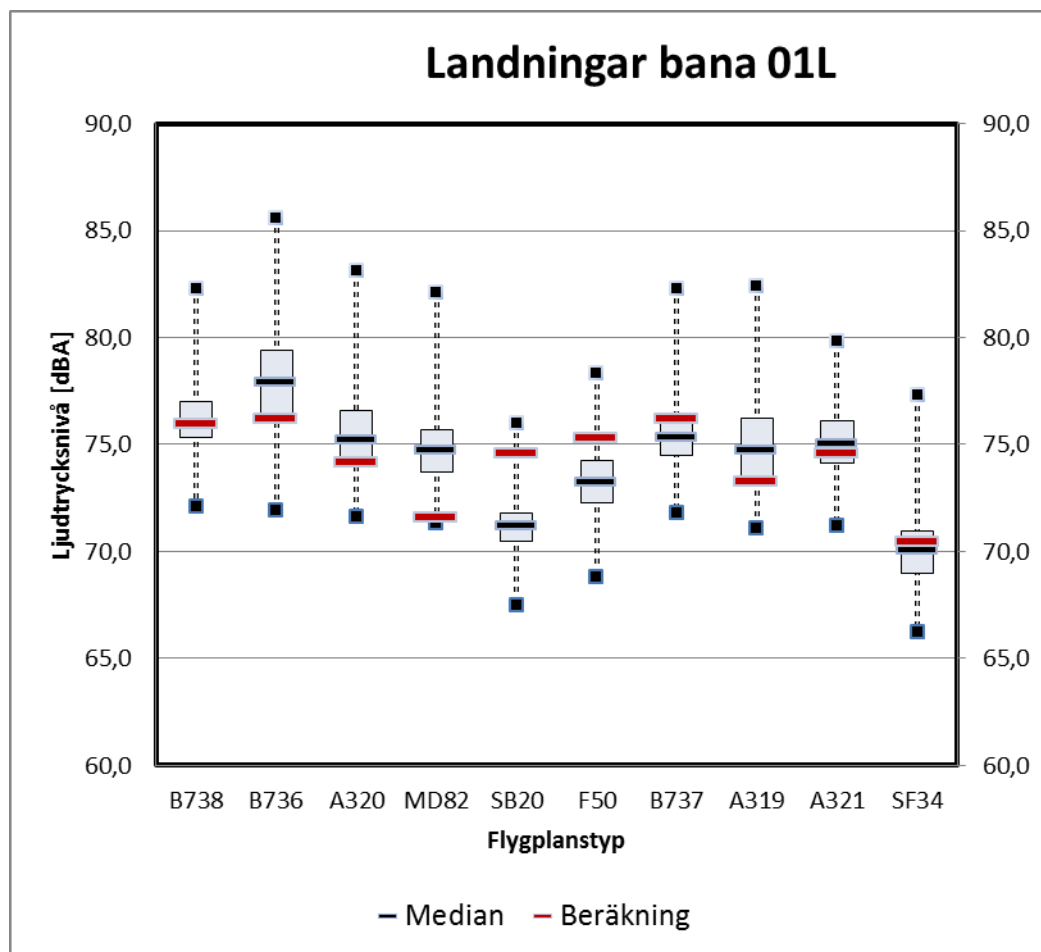
I Figur 6 visas låddiagram för de tio vanligaste flygplanstyperna under perioden, vilka rangordnats fallande, så att den vanligaste är till vänster. Av diagrammet kan vi utläsa att den högsta ljudnivån har orsakats av B736, vilken är den näst vanligaste flygplanstypen. Samma flygplanstyp har även den högst registrerade medianen om cirka 78 dB(A) maximal ljudnivå. Den lägst registrerade medianen härrör från SF34 vilket är ett mindre turbopropellerflygplan. Den största

<sup>3</sup> Flygplanstypers ICAO-koder hittas på <http://www.icao.int/publications/DOC8643/Pages/Search.aspx>

differensen mellan beräknat värde och median uppgår till cirka 3 dB där beräknad ljudnivå överskattar bullret. För någon av flygplanstyperna har samma värde beräknats som uppmätt median. För MD82 har omkring tre dB högre median uppmätts jämfört med beräknat värde. Medianen för resterande flygplanstyper ligger inom 2 dB från beräknat värde. Den största variationen angivet mellan första och tredje kvartil, omslutande 50 % av mätvärdena, uppgår till omkring 3 dB. Om man analyserar enbart jetflygplan ur figuren ses det att medianvärdena skiljer sig med högst 3 dB och ligger typiskt omkring 75 dB(A).

Lägsta och högsta värdet som redovisas för respektive flygplanstyp härrör från en enskild bullerhändelse. Dessa värden visar extremfallen och behöver inte orsakas av ett normalt landningsförfarande. Vidare kan det minsta värdet vara missvisande med hänsyn till bakgrundsbuller och tillämpad mättröskel.

För SB20 och F50 har den största överskattningen gjorts på cirka 3,4 respektive 2,1 dB, detta beror på att dessa flygplanstyper inte finns representerade i databasen ANP, istället har två, i dessa fall bullrigare flygplanstyper använts som ersättare.



Figur 6 Låddiagram för de tio vanligaste flygplanstyperna.

### 3.3 Tio högst registrerade ljudnivåerna

I Tabell 1 redovisas de tio högst registrerade bullerhändelserna. De maximala ljudnivåerna redovisas tillsammans med flygplanstyp, tidpunkt, operation, bana samt meteorologiska förhållanden för aktuell tidpunkt enligt METAR<sup>4</sup>. Informationen visas numrerade med nummer ett som den högst registrerade ljudnivån.

Tabell 1 Redovisning av de tio högst registrerade ljudnivåerna

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Maximal Ljudnivå dB(A)</b>	87,3	86,9	86,8	86,7	86,2	85,7	85,6	85,6	85,3	85,2
<b>Rörelsetyp</b>	Land.	Land.	Land.	Start	Start	Start	Land.	Land.	Land.	Land.
<b>Bana</b>	01L	01L	01L	19R	19R	19R	01L	01L	01L	01L
<b>Tidpunkt</b>	2012-05-12 16:03:53	2012-06-02 06:55:21	2012-04-14 07:06:26	2012-06-18 08:29:18	2012-06-03 15:37:39	2012-04-24 08:08:24	2012-04-13 21:36:23	2012-05-12 06:50:54	2012-04-02 12:36:10	2012-04-13 13:48:54
<b>Flygplanstyp (ICAO-kod)</b>	A333	B744	B744	MD83	MD82	B744	B736	B744	B736	A332
<b>Vindhast. (m/s)</b>	4,1	8,2	6,2	6,7	6,7	2,6	6,7	6,2	9,8	7,2
<b>Vindriktning (grader)</b>	360	330	310	260	210	150	330	260	330	360
<b>Nederbörd</b>	Regn	Regn	Snö	Ingen	Regn	Ingen	Snö	Duggregn	Ingen	Ingen
<b>Temperatur (°C)</b>	9	6	0	16	9	6	1	7	1	5
<b>Luftfuktighet (%)</b>	81	93	100	77	87	87	100	93	64	81
<b>Median</b>	78,5	81,2	81,2	-	-	-	77,9	81,2	77,9	77,4

Samtliga tio bullerhändelser består av jettflygplan där fyra av dessa är av flygplanstypen B744 vilken är ett fyrmotorigt jettflygplan med stor passagerarkapacitet avsedd för långdistansflygningar. Denna flygplanstyp opereras främst av Thai Airways och är även den största flygplanstypen som trafikerar flygplatsen reguljärt.

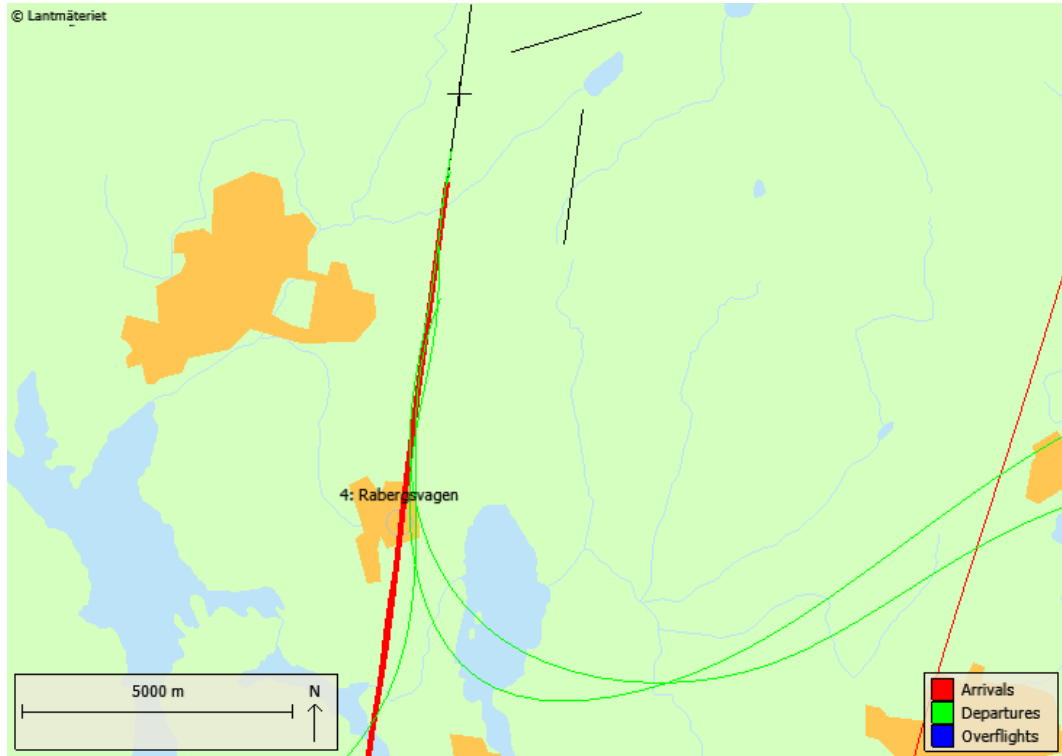
<sup>4</sup> METAR står för METeorological Aerodrome Report.

I listan finns även två B736, som var den näst vanligast förekommande flygplanstypen. Detta maxvärde kan även utläsas ur Figur 6. I listan finns även två modeller av Airbus som ingår i serien A330. Exempelvis A333 som registrerade den högsta ljudnivån på 87,3 dB(A), liksom A332 på plats tio i tabellen är tvåmotoriga jetflygplan avsedda för medellånga till långa distanser. MD 82 är ett tvåmotorigt jetflygplan avsedd för medellånga distanser liksom MD83 som är en längre modell. Dessa flygplanstyper har orsakat bullernivåer om 86,2 och 86,7 dB(A) i samband med start.

För att kartlägga hur stor avvikelserna är kan registrerade maximalljudnivåer jämföras med uppmätt median. En jämförelse av maximala ljudnivåer med mediannivåer på enskilda flygplanstyper förekommer i Tabell 1 att största skillnaden uppgår till omkring 9 dB(A) för landningsbuller. De höga ljudnivåerna som uppmätts för starter kan inte jämföras med median då dessa härrör från enstaka överflygningar, se Figur 7.

Av de tio registrerade maximala ljudnivåerna har sju av dessa uppmätts då det förekommit nederbörd i form av regn eller snö. Registrerade vindhastigheter enligt metar har varit mellan 2,6 och 9,8 m/s.

Sju av de aktuella händelserna härrör från landningar och resterande är starter, se Figur 7 där radarspårerna för dessa händelser visas. De bullerhändelser som registrerats som landningar har genomfört landning och befinner sig tätt på samma linje i rött. Två av de tre starterna har destination österut och en västerut, men överflyger Rosersbergs östra del. Ett av dessa är en långdistansflygning med B744. Höjden var i detta fall cirka 600 m och lägst bland de tre starterna. De övriga två är MD82 med flyghöjd 800 m respektive MD83 med flyghöjd 1100 m.



Figur 7 Radarspår illustrerande de tio högst registrerade maximala ljudnivåer

## 4 BILAGOR

### 4.1 Bilaga 1. Uppmätta och beräknade ljudnivåer

De data som står som grund för låddiagrammen i Figur 6 visas tillsammans med jämförande storheter i Tabell 2.

**Tabell 2 Data motsvarande de tio vanligast förekommande flygplanstyperna enligt låddiagrammen i Figur 6, tillsammans med jämförande storheter.**

	B738	B736	A320	MD82	SB20	F50	B737	A319	A321	SF34
<b>Kvartil 1 [dBA]</b>	75,3	76,0	74,1	73,7	70,5	72,3	74,5	73,4	74,1	69,0
<b>Maximal nivå [dBa]</b>	82,3	85,6	83,1	82,1	76,0	78,3	82,3	82,4	79,8	77,3
<b>Minimum nivå [dBA]</b>	72,1	71,9	71,6	71,3	67,5	68,8	71,8	71,1	71,2	66,2
<b>Kvartil 3 [dBA]</b>	77,0	79,4	76,6	75,7	71,8	74,3	76,4	76,2	76,1	70,9
<b>Median [dBA]</b>	76,0	77,9	75,2	74,7	71,2	73,2	75,4	74,7	75,0	70,1
<b>Standard avvikelse [dBA]</b>	1,4	2,2	1,8	1,9	1,1	1,4	1,7	2,2	1,6	1,6
<b>Beräkning [dBA]</b>	76	76,2	74,2	71,6	74,6	75,3	76,2	73,3	74,6	70,5
<b>Antal registrerade mätvärden</b>	1166	989	369	313	251	194	212	231	209	84
<b>Beräknat - Uppmätt</b>	0,0	-1,7	-1,0	-3,1	3,4	2,1	0,9	-1,4	-0,4	0,5



## 4.2 Bilaga 2. Översättning ICAO-beteckning av flygplansmodeller

I Tabell 3 visas översättningen av vilka flygplansmodeller som avses för de ICAO beteckningar som förekommer i rapporten.

Tabell 3 Översättning av flygplansmodellerna betecknade med ICAO-kod i rapporten.

ICAO-beteckning	Modell
B736	Boeing 737-600
B737	Boeing 737-700
B738	Boeing 737-800
B744	Boeing 747-400
A319	Airbus A-319
A320	Airbus A-320
A321	Airbus A-321
A333	Airbus A-330-300
MD82	McDonnell Douglas MD-82
MD83	McDonnell Douglas MD-83
SB20	SAAB 2000
SF34	SAAB 340
F50	Fokker 50

### 4.3 Bilaga 3. Ordlista

dB	Står för decibel, logaritmiskt måttenhet som används för att beskriva ljudtrycket. Exempelvis har ett normalt samtal har ett ljudtryck på cirka 60 dB(A) på en meters avstånd från talaren.
A-vägning	Det mänskliga örats känslighet uppträder frekvensmässigt olinjärt, och uppfattar alltså inte vissa frekvenser lika lätt som andra. Därför viktas ofta ljudnivåerna efter den känslighet som örat har så att den slutgiltiga ljudnivå som presenteras ungefärligen överensstämmer med hur en person skulle ha uppfattat ljudets styrka. Den vanligaste vägningen kallas för A-vägning och baseras på örats hörnivåkurva vid 40 dB och 1 000 Hz. Exempelvis dämpar A-vägningsfiltret låga frekvenser för att kompensera för människans lägre känslighet för låga frekvenser. A-vägning är det vanligaste filtret som används och väljs bl.a. vid presentation av samhällsbuller med dB(A).
Maximal ljudnivå	Maximal ljudnivå är ett mått som beskriver enskilda maximala ljudhändelser, t.ex. överflygningar.
INM	INM står för Integrated Noise Model och är det beräkningsverktyg som används för flygbuller i enlighet med kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar i Sverige, vilken Transportstyrelsen, Försvarsmakten och Naturvårdsverket enats om ska gälla (2011-10-31 version 1.0).
NPD	NPD står för Noise Power Distance och anger ljudnivå för bl.a. olika gaspådrag, avstånd och direktivitet och används i beräkningsprogrammet.
ANP	Står för Aircraft Noise Performance, en databas som innehåller buller- och prestandadata för en mängd olika flygplanstyper.
SLOW	Förklarar vilken integrationstid som använts vid mätning av ljudnivån. I detta fall är det 1 s.
ICAO	Internationella civila luftfartsorganisationen, som är ett specialorgan inom FN vars uppgift är att underlätta flygning och öka flygsäkerhet.
METAR	Står för METeorological Aerodrome Report, en väderrapport inom flyget som talar om hur vädret är på en flygplats.