

FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 2 ÅR 2014

Stockholm Arlanda Airport

Revisionsförteckning

Rev	Datum	Upprättad av	Information
01.00	2014-08-07	Alborz Tari	

FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 2 ÅR 2014

Stockholm Arlanda Airport

Källförteckning

Swedavias flygvägsuppföljningssystem - ANOMS
Standard för långtidsmätning av flygbuller - SS-ISO 20906:2009
ECAC doc 29 3rd edition
Kvalitetssäkring av flygbullerberäkningar - Underlag för enhetlig tillämpning ver. 1.0

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Kund	5
2	METOD	6
2.1	Mätutförande	6
2.2	Dataanalys	7
2.3	Bullerberäkning	8
3	RESULTAT	9
3.1	Sammanställning för perioden	9
3.2	Kvartal 2 2014 jämfört mot kvartal 2 2013	12
3.3	Uppmätta och beräknade ljudnivåer	13
3.4	Tio högst registrerade ljudnivåerna	15
4	BILAGOR	17
4.1	Bilaga 1. Uppmätta och beräknade ljudnivåer	17
4.2	Bilaga 2. Översättning ICAO-beteckning av flygplansmodeller	18
4.3	Bilaga 3. Ordlista	19

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 2 år 2014.

Bullermätstationen registrerar maximala ljudnivåer för enskilda landningar och starter. Landningar till bana 01L överflyger mätplatsen med en flyghöjd omkring 350 m över mark. En andel av starterna från Stockholm 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 flygbuller SS-ISO 20906:2009.

De maximala ljudnivåerna under perioden har sammanställts för respektive månad samt genom ett så kallat histogram vilket redogör antal händelser per ljudnivåintervall av alla registrerade flygbullerhändelser. Sammanställningen inkluderar även de tio högst registrerade ljudnivåerna under perioden samt låddiagram för landningsbuller för de tio vanligaste flygplanstyperna.

Men hjälp av beräkningsverktyget, INM 7.0d har de maximala ljudnivåerna i samband med inflygning till bana 01L beräknats för de tio vanligaste flygplanstyperna. De beräknade ljudnivåerna har jämförts med uppmätta ljudnivåer.

Resultaten visar att uppmätta maximala ljudnivåer typiskt uppgår till omkring 75 dB(A). Dessa orsakas typiskt av tvåmotoriga jetflygplan i samband med landning. För vanligt förekommande turbopropellerflygplan har något lägre ljudnivåer registrerats. 96 % av samtliga bullerhändelser har maximala ljudnivåer om 78 dB(A) eller lägre.

Bland de tio högst registrerade ljudnivåerna återfinns endast landningspassager. Ljudnivåerna orsakas av bland annat bullriga och/eller stora flygplanstyper, såsom Boeing A333. Den högsta maximala nivån under andra kvartalet 2014 orsakades av A333 med 87,4 dB(A).

De beräknade ljudnivåerna stämmer väl överens med de uppmätta medianerna för respektive flygplanstyp i de allra flesta fall. Differensen uppgår som högst till 4 dB(A) i de fall då beräkningar överskattar de registrerade ljudnivåerna, och då de underskattas uppgår differensen till högst 3 dB(A). För den vanligast förekommande flygplanstypen B738 var beräknad nivå samma som uppmätt median under andra kvartalet 2014.

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 maximalnivåer stämmer överens med uppmätta.

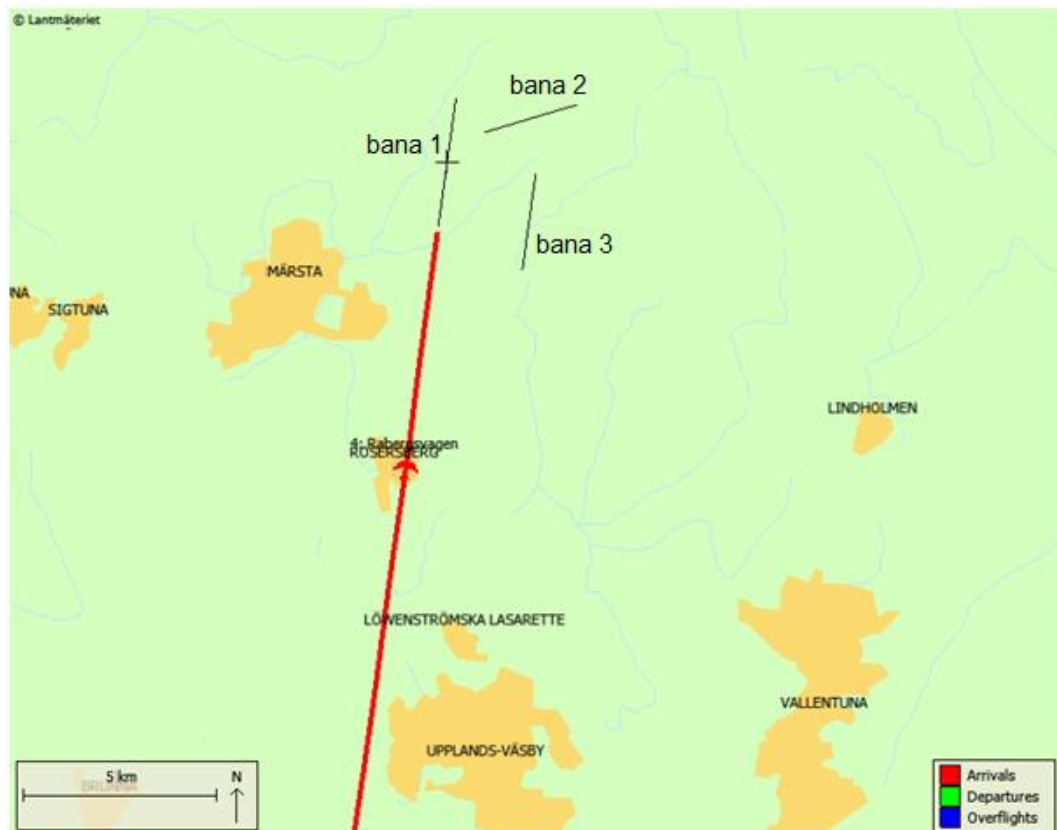
1.2 Kund

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

2 METOD

2.1 Mätutförande

Mätstationen är placerad i förlängningen med bana 01L/19R (bana 1), 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 dB¹. 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 flygplanspassage. Den maximala ljudnivån uppstår typiskt när flygplanet passerar mätplatsen eller strax därefter. Akustisk nivåkalibrering utfördes vid upprättande av ljudmätstationen och elektronisk nivåkontroll utförs fyra gånger per dygn. Mätmikrofonen är placerad cirka 8,7 m över mark som huvudsakligen består av asfalt, och en total höjd på 34 m över hav.

¹ Anger tröskelvärde vilket måste överskridas för att registrera maximal ljudnivå. Tröskelnivå anpassas till mätplatsen och bakgrundsnivå.

Mätutrustningen uppfyller den teknisk standard IEC61672-1 klass 1 och mätningen utförs i tillämpliga delar enligt standard för långtidsmätning av flygbuller 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. 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 den kan också påverka själva mätutrustningen².

Sammanställningen av resultat är indelade i tre delar. I den första delen har ljudnivåerna för kvartalet sammanställts dels för respektive månad och dels för samtliga flygbullerhändelser. I den andra delen har ljudnivåer för de tio vanligaste flygplanstyperna presenterats tillsammans med motsvarande beräkningar i låddiagram. I den tredje delen har de tio högst uppmätta ljudnivåerna under perioden visats. Uppmätta ljudnivåer som ingår i sammanställningen för perioden har behandlats automatiskt, 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 Exempelvis genom vindinducerat brus.

2.3

Bullerberäkning

Bullerberäkningarna genomfördes med beräkningsprogrammet INM 7.0d 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-data³ vilket anger ljudnivå för olika gaspådrag och avstånd mellan källa och mottagare.

Bullerberäkningsprogrammet hämtar sådana uppgifter från databasen, ANP⁴ 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.

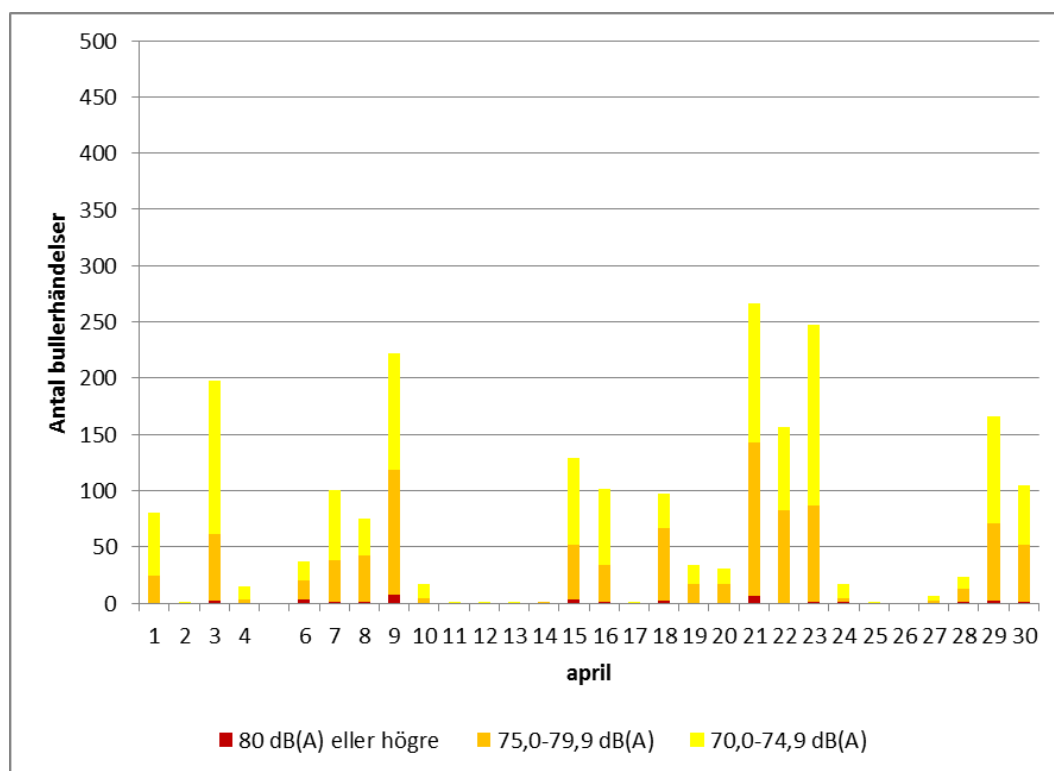
³ NPD står för Noise Power Distance

⁴ Aircraft Noise Performance, Databas med buller- och prestandauppgifter för flygbullerberäkning

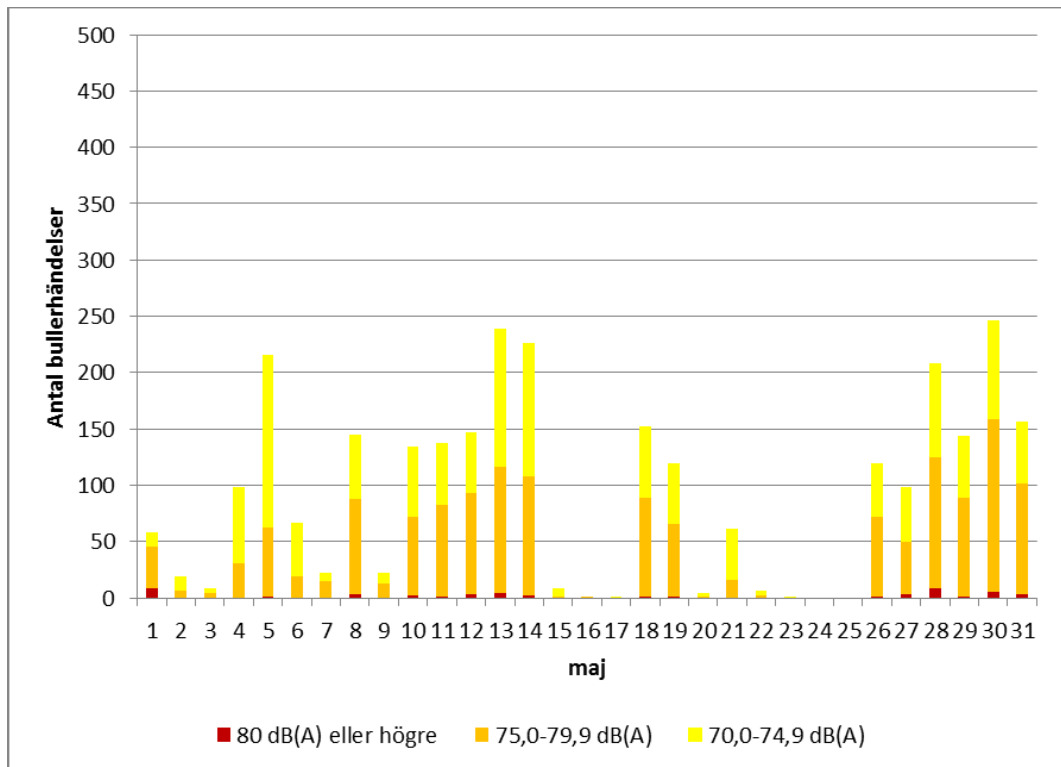
3 RESULTAT

3.1 Sammanställning för perioden

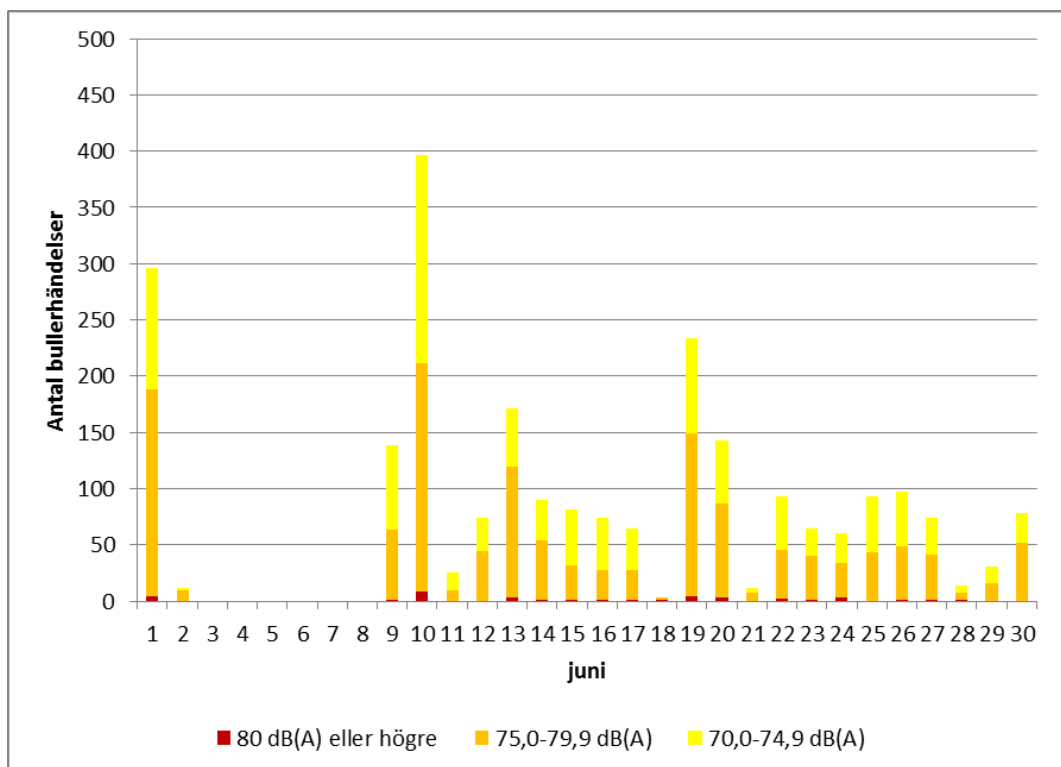
I Figur 2 till Figur 4 redovisas antal bullerhändelser per dag för maximala ljudnivån indelat i intervall om 5 dB. De maximala ljudnivåerna som redovisas i dessa diagram härrör från flyg oavsett bana eller typ av operation (landning eller starter). I figurerna redovisas april, maj respektive juni. Ur figurerna kan det ses att under vissa dagar har det registrerats många fler bullerhändelser jämfört med andra dagar där staplarna är lägre. Detta beror på bananvändningen. Under de dagar med många registrerade bullerhändelser, exempelvis 10 juni har bana 1 (01L) använts frekvent för landning söderifrån.



Figur 2 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i april 2014.

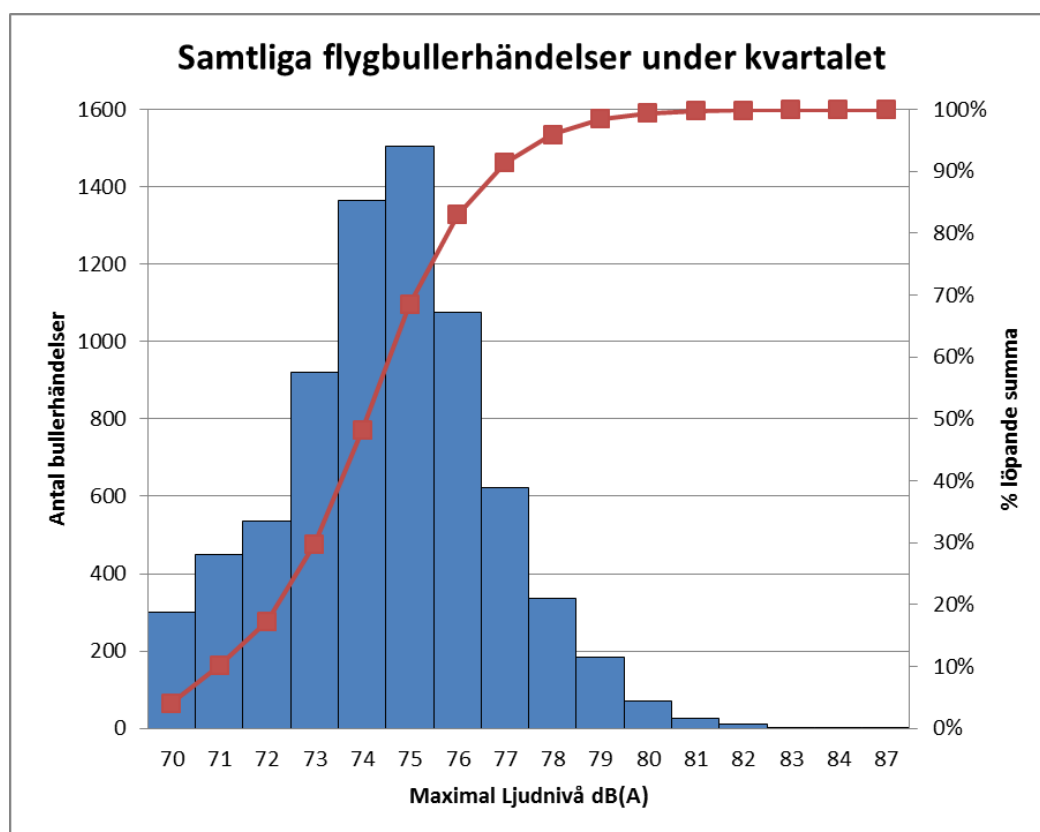


Figur 3 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i maj 2014.



Figur 4 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i juni 2014.

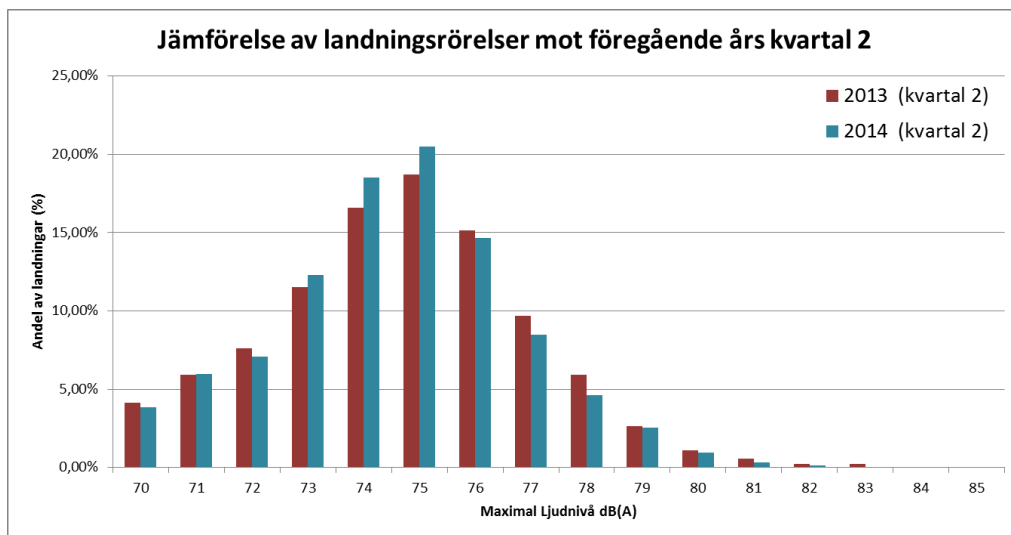
I Figur 5 redovisas ett så kallat histogram av alla registrerade flygbullerhändelser under andra kvartalet 2014. Figuren redogör antal registrerade bullerhändelser per ljudnivåintervall från 70 dB(A) och högre i steg om 1 dB. Av figuren framgår det att maximal ljudnivå om 74-75 dB(A) var vanligast förekommande under kvartalet. Den röda linjen redogör den löpande summan i procent med förklaring längs den sekundära y-axeln till höger. Med hjälp av den kan man se hur stor andel av registrerade flygbullerhändelser som över- eller understiger en viss nivå. Exempelvis kan man uttyda att omkring 96 % av samtliga bullerhändelser har maximala ljudnivåer om 78 dB(A) eller lägre.



Figur 5 Histogram redovisande antal flygbullerhändelser per ljudnivåintervall från 70 dB(A) och högre i steg om 1 dB. Stapeln för 70 dB(A) omfattar maximala ljudnivåer från 70 – 70,9 dB(A) osv. Löpande summa i procent redovisas som röd linje med förklaring längs den sekundära y-axeln.

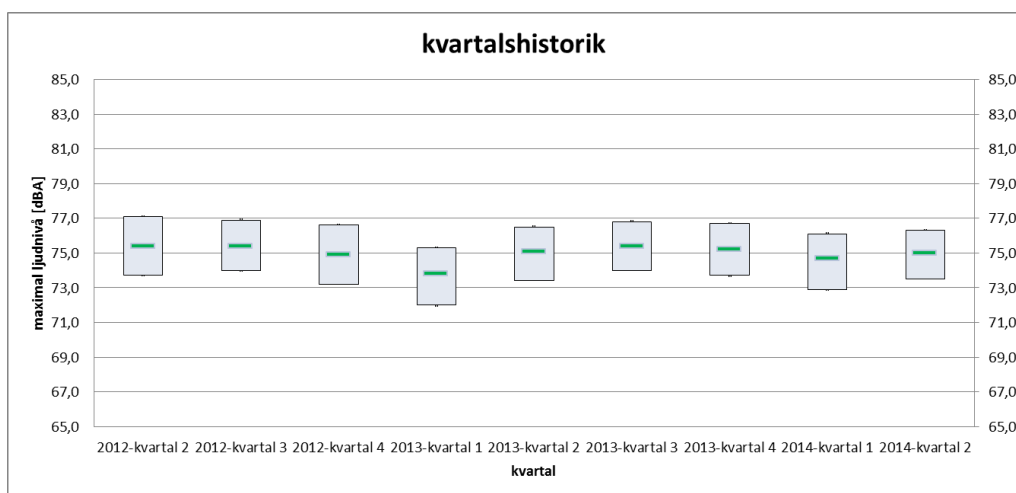
3.2 Kvartal 2 2014 jämfört mot kvartal 2 2013

En jämförelse av detta kvartals mätning mot föregående års kvartal visas i Figur 6. I stapeldiagrammet visas andel bullerhändelser orsakade av landningspassager fördelade i uppmätta nivåer om 70 till 85 dB(A). Ur figuren kan det bl.a. ses att typisk registrerad mätvärde för landning är 74 och 75 dB(A).



Figur 6 Jämförelse av landningspassager för årets kvartal 2 (2014) mot föregående års kvartal 2 (2013). Andelen mätningar mellan 70 till 85 dB(A) visas i procentheter.

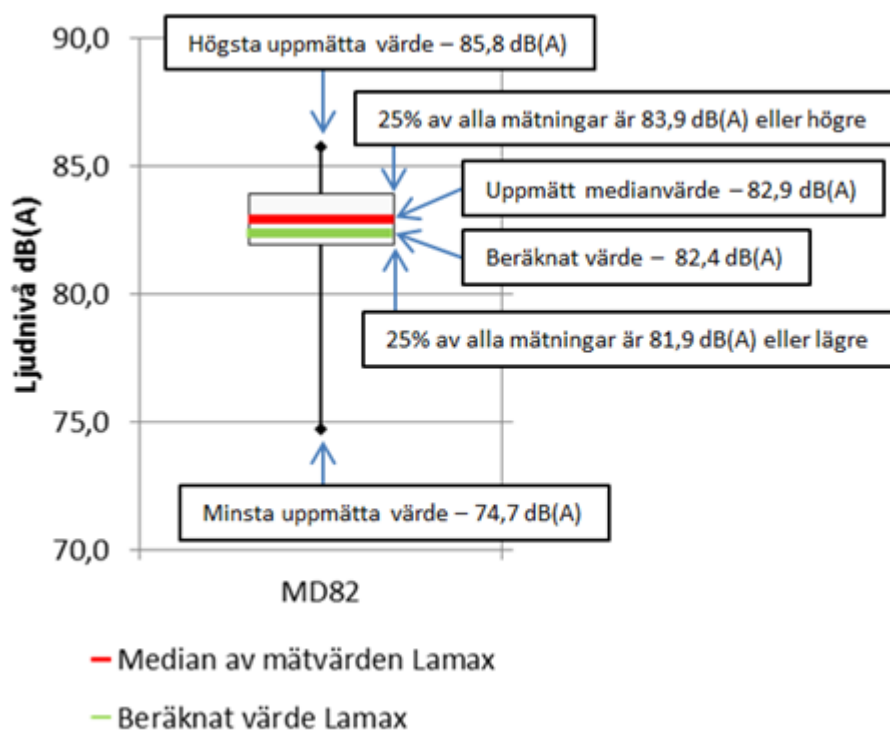
I Figur 7 visas löpande utvecklingen av bullernivåer för landningsrörelser på bana 01L de senaste kvartalen i boxdiagram. Lådan innesluter 50 % av samtliga mätvärdena och grönt strecket visar median nivån. Det kan ses att maximala ljudnivån 75 dB(A) är vanligt förekommande.



Figur 7 Jämförelse av registrerade maximala nivåer för landningspassager under varje kvartal i boxdiagram. Lådan innesluter 50% av all mätdata under respektive kvartal och grönt streck visar medianvärde av samtliga registrerade mätvärden.

3.3 Uppmätta och beräknade ljudnivåer

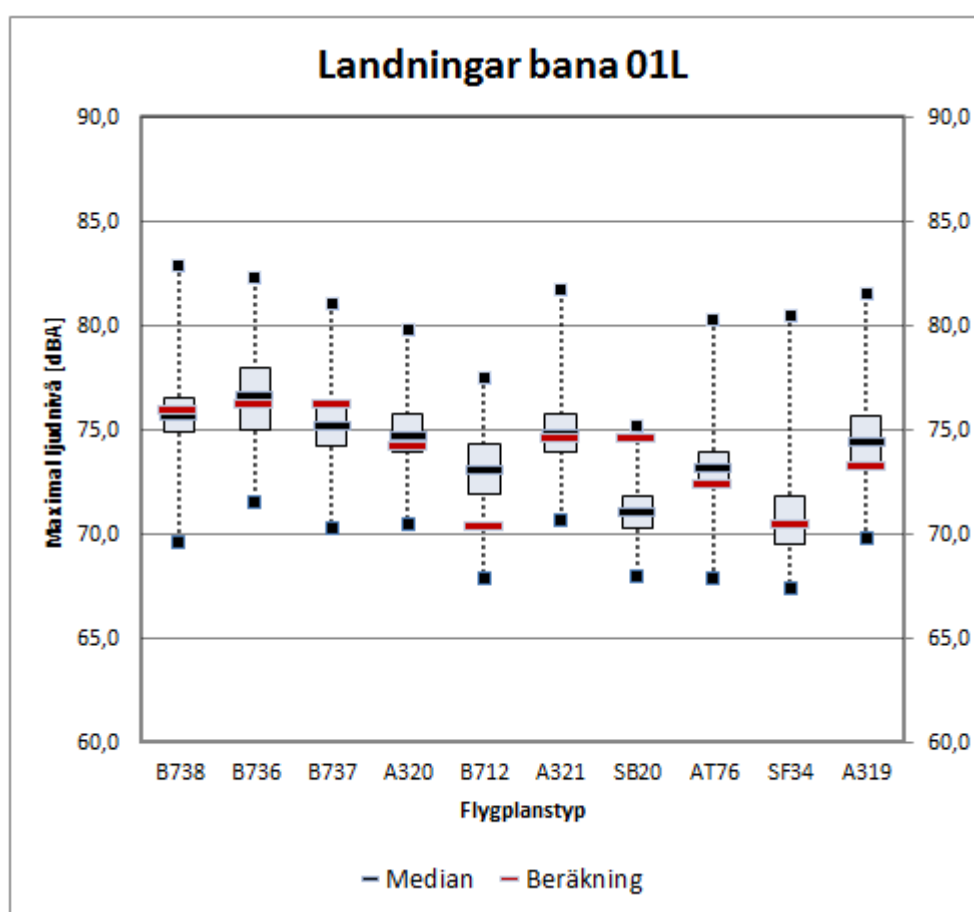
Uppmätta maximala ljudnivåer från landningar under perioden har sammanställts för de tio vanligaste flygplanstyperna i så kallade låddiagram. I Figur 8 redovisas ett fiktivt exempel som används för att förklara låddiagrammet. Låddiagrammet redogör vilken variation uppmätta ljudnivåer haft. Dels redovisas 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 sammanbundits 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 ICAO⁵, 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 8 Exempel på låddiagram

⁵ Flygplanstypers ICAO-koder hittas på <http://www.icao.int/publications/DOC8643/Pages/Search.aspx>

I Figur 9 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 bland dessa har orsakats av B738, vilken var den vanligaste flygplanstypen vid landningar. Den högst registrerade medianen om cirka 77 dB(A) har registrerats av B736. Den lägst registrerade medianen bland dessa härrör från SF34. Figuren visar att för drygt hälften av flygplanstyperna var uppmätt median ungefär samma som beräknad nivå under andra kvartalet år 2014. För flygplanstyperna B712 och AT76 visar däremot beräknade ljudnivåer en underskattning jämfört med uppmätta maximala ljudnivåer för kvartalet.



Figur 9 Låddiagram för de tio vanligaste flygplanstyperna som landar på bana 01L under andra kvartalet 2014.

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. Den största variationen angivet mellan första och tredje kvartil, omslutande 50 % av mätvärdena, uppgår till 3 dB.

3.4 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 METAR⁶. Informationen visas numrerade med nummer ett som den högst registrerade ljudnivån.

Tabell 1 Redovisning av de tio högst registrerade ljudnivåerna.

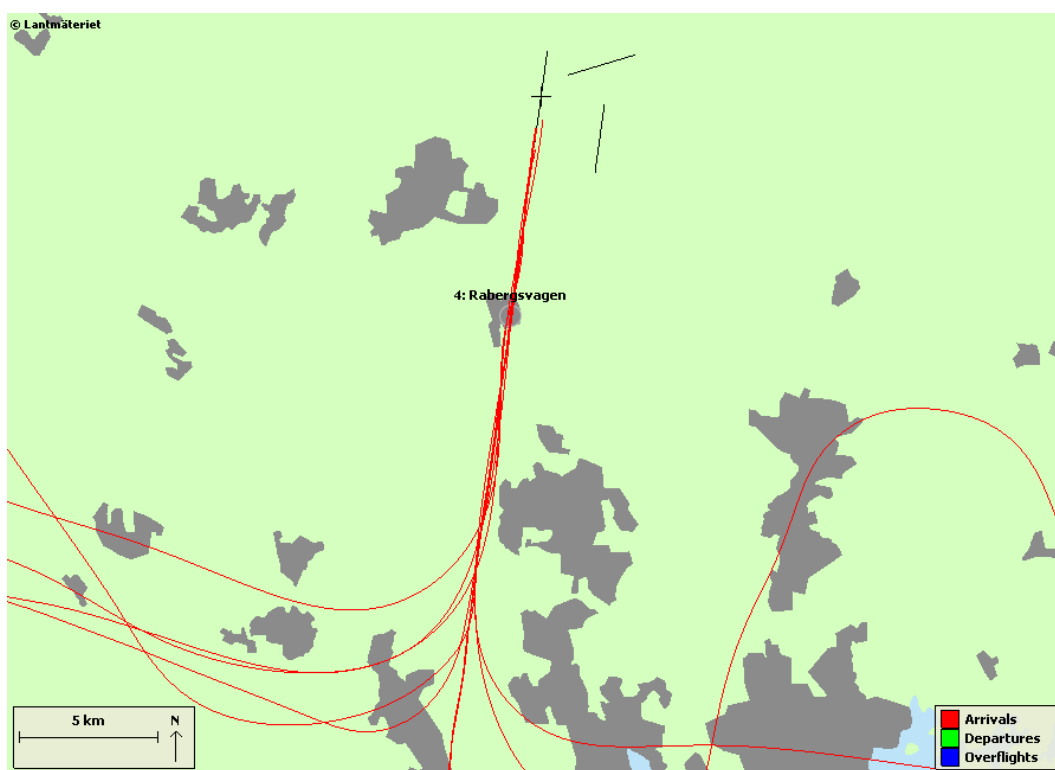
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximal Ljudnivå dB(A)	87,4	84,7	82,9	82,8	82,7	82,7	82,3	82,3	82	81,7
Rörelsetyp	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.
Bana	01L	01L	01L	01L	01L	01L	01L	01L	01L	01L
Tidpunkt	2014-04-21 20:33:2	2014-04-15 06:48:59	2014-05-12 10:26:20	2014-05-19 06:52:20	2014-04-18 19:37:49	2014-05-01 06:48:16	2014-04-09 10:29:56	2014-04-23 20:34:34	2014-04-30 07:34:05	2014-05-01 02:14:54
Flygplanstyp (ICAO-kod)	A333	A333	B738	A333	B744	B77W	B736	B736	A333	A321
Vindhast. (m/s)	3,6	6,7	3,6	1,5	3,6	7,7	7,7	6,2	1,5	5,7
Vindriktning (grader)	60	350	60	80	10	350	50	30	350	30
Nederbörd	ingen	ingen	ingen	ingen	ingen	regn	regn	ingen	ingen	snö
Temperatur (°C)	13	6	8	12	9	0	2	5	2	0
Luftfuktighet (%)	44	65	93	76	93	100	87	38	80	100
Median	77,9	77,9	75,7	77,9	79,9	79,3	76,6	76,6	77,9	74,8

Samtliga av tio högst registrerade maximala bullerhändelser består av jetflygplan som har landat på bana 1 söderifrån. Den högst registrerade ljudnivån orsakades av turbopropellerplanet A333, ett tvåmotorigt jetflygplan avsedd för långa till medellånga distanser

⁶ METAR står för METeorological Aerodrome Report.

För att kartlägga hur stor avvikelserna är kan de högst registrerade maximalljudnivåerna jämföras med respektive uppmätt median för maximal ljudnivå. En jämförelse av de högsta mediannivåerna av maximala ljudnivåerna för enskilda flygplanstyper som förekommer i Tabell 1, visar att den största skillnaden uppgår till omkring 9 dB(A) för landningsbuller. Registrerade vindhastigheter enligt metar har it upp till 8 m/s.

I Figur 10 visas radarspårerna för de tio högst registrerade händelserna. Dessa rörelser befinner sig tätt på samma linje i rött. Flyghöjden var ungefär 350m över mark för samtliga vid passage av bullermätaren.



Figur 10 Radarspår illustrerande de tio högst registrerade maximala ljudnivåer under andra kvartalet 2014.

4 BILAGOR

4.1 Bilaga 1. Uppmätta och beräknade ljudnivåer

De data som står som grund för låddiagrammen Figur 9 visas tillsammans med jämförande storheter i Tabell 2.

Tabell 2 Data motsvarande de tio vanligast förekommande flygplanstyperna enligt låddiagrammen i Figur 7, tillsammans med jämförande storheter.

	B738	B736	B737	A320	B712	A321	SB20	AT76	SF34	A319
Kvartil 1 [dBA]	74,9	75,0	74,2	73,9	71,9	73,9	70,3	72,3	69,5	73,3
Maximal nivå [dBA]	82,9	82,3	81,1	79,8	77,5	81,7	75,2	80,3	80,5	81,5
Minimum nivå [dBA]	69,6	71,5	70,3	70,5	67,9	70,7	68,0	67,9	67,4	69,8
Kvartil 3 [dBA]	76,5	78,0	76,2	75,8	74,3	75,8	71,8	73,9	71,8	75,7
Median [dBA]	75,7	76,6	75,2	74,7	73,1	74,8	71,1	73,2	70,5	74,4
Standard avvikelse [dBA]	1,3	2,0	1,5	1,6	1,9	1,7	1,1	1,5	2,0	1,9
Beräkning [dBA]	76	76,2	76,2	74,2	70,4	74,6	74,6	72,4	70,5	73,3
Antal registrerade mätvärden	2149	772	677	529	396	341	300	248	229	182
Beräknat - Uppmätt	0,3	-0,4	1,0	-0,5	-2,7	-0,2	3,5	-0,8	0,0	-1,1

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
B712	Boeing 717-200
B752	Boeing 757-200
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
C17	Boeing C-17 Globemaster 3
SB20	SAAB 2000
SF34	SAAB 340
F50	Fokker 50
ATP	British Aerospace BAe ATP (Advanced Turbo Prop)
AT76	Aerospatale/Alenia ATR 72-600
A124	Antonov An-124
AT72	ATR-72
B773	Boeing 777-300
B77W	Boeing 777-300ER

4.3 Bilaga 3. Ordlista

dB	Står för decibel, logaritmiskt måttenhet som används för att beskriva ljudtrycket. Exempelvis har ett normalt samtal 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.