

FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 1 ÅR 2015

Stockholm Arlanda Airport

Revisionsförteckning

Rev	Datum	Upprättad av	Information
01.00	2015-04-30	Alborz Tari	

FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 1 ÅR 2015

Stockholm Arlanda Airport

Källförteckning

Swedavias flygvägsuppföljningssystem - ANOMS

Standard för långtidsmätning av flygbuller - ISO 20906:2011

ECAC.CEAC Doc 29, vol 1, 3rd edition. Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports, 2005

Kvalitetssäkring av flygbullerberäkningar - Underlag för enhetlig tillämpning ver. 1.0, 2011

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	Uppmätta och beräknade ljudnivåer.....	12
3.3	Tio högst registrerade ljudnivåerna.....	14
4	BILAGOR	16
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 1 år 2015.

Bullermätstationen registrerar maximala ljudnivåer för enskilda landningar och starter. Landningar till bana 01L överflyger mätplatsen med en höjd omkring 350 m över mark. En andel av starterna från Stockholm Arlanda Airport överflyger Rosersberg, särskilt starter från bana 19R som svänger vänster mot öst. Mätningen utförs obemannad och utförs enligt standard för långtidsmätning av flygbuller ISO 20906:2011.

De maximala ljudnivåerna under perioden har sammanställts för respektive månad samt genom så kallade histogram vilka redogör för 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.

Med 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. 97 % av samtliga bullerhändelser har maximala ljudnivåer om 78 dB(A) eller lägre.

Bland de tio högst registrerade ljudnivåerna återfinns för kvartalet endast landningspassager. Ljudnivåerna orsakas av bland annat bullriga och/eller stora flygplanstyper, såsom Boeing A333 och B744. Den högsta maximala nivån under första kvartalet 2015 orsakades av B744 med 83 dB(A).

De beräknade ljudnivåerna stämmer väl överens med de uppmätta medianerna för respektive flygplanstyp. Differensen mellan beräknade och uppmätta värden uppgår till ungefär +/- 2 dB. För vanliga flygplanstyper ur Boeings 737-serie och Airbus A320-familj som utgör majoriteten av flygörelserna på flygplatsen är de beräknade ljudnivåerna inom 1 dB från de uppmätta ljudnivåerna.

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://webtrak5.bksv.com/arn3>). 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>.

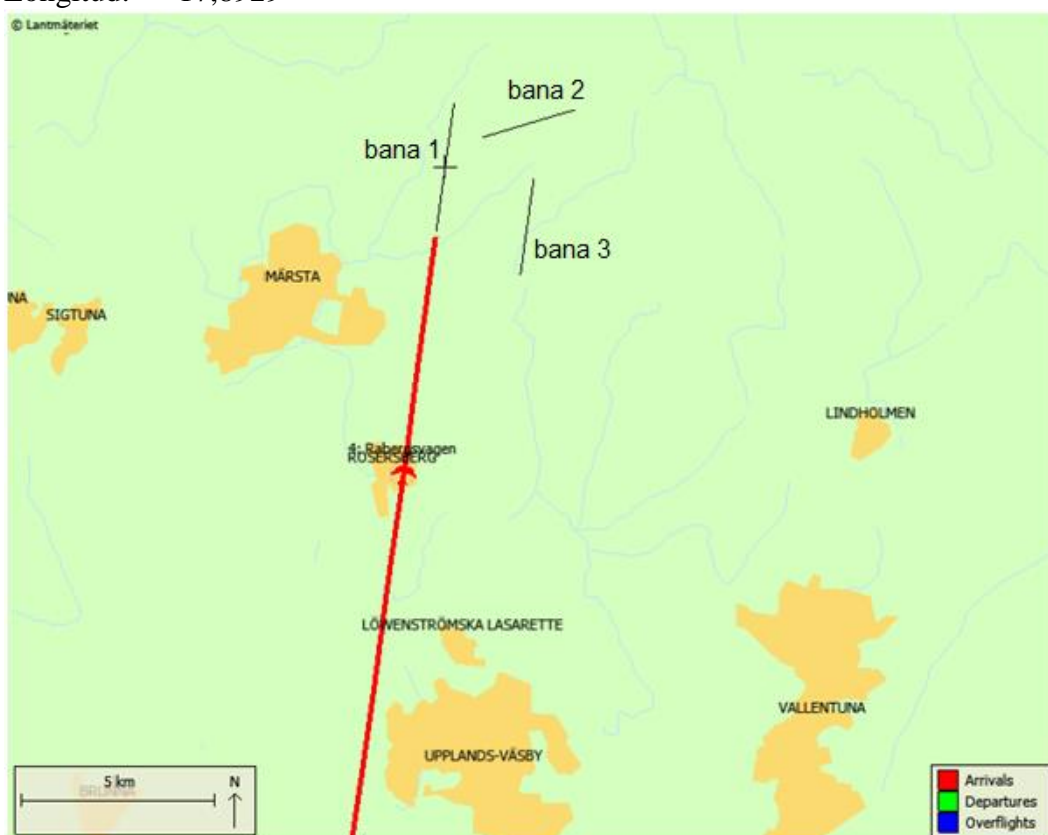
2 METOD

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 vanligast förekommande och illustreras i Figur 1 med en röd linje. Utöver landningar förekommer en andel starter från bana 1 i sydlig riktning (19R) mot sydost som passerar Rosersberg. Mätstationen har följande koordinater:

Latitud: 59,58156

Longitud: 17,8929



Figur 1. Mätstationens placering i förhållande till banan. I bilden visas ett exempel på inflygningsväg mot bana 1 (01L) där mätstationen i Rosersberg passerar.

Bullermätstationen upprättades i Rosersberg i slutet av mars år 2012 och tillhandahåller sedan dess kontinuerligt registrerade ljudnivåer. Flygbullerhändelser definieras med hänsyn till ljudnivåtröskel om 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

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

enskild flygplanspassage. Den maximala ljudnivån uppstår typiskt när flygplanet passerar mätplatsen eller strax därefter. Akustisk nivåkalibrering av ljudmätstationen utförs en gång per år och elektronisk nivåkontroll utförs fyra gånger per dygn. De mätinstrument som används, tillsammans med senaste kalibreringsdatum visas i Tabell 1. Mätmikrofonen är placerad cirka 8,7 m över mark som huvudsakligen består av asfalt, och en total höjd på 34 m över hav. Avståndet till lampan på närliggande lyktstolpe befinner sig inom 1,5 från mätmikrofonen. Mätutrustningen uppfyller den tekniska standard IEC61672-1 klass 1 och mätningen standard för långtidsmätning av flygbuller ISO 20906:2011.

Tabell 1 Information om mätinstrument och dess kalibreringsdatum.

Instrumenttyp	Märke/Modell	Serienummer	Senast kalibrerad
Ljudtrycksmätare	Brüel & Kjær 2250	3000205	2014-04-15
Mikrofon	Brüel & Kjær 4952	2766643	2014-04-15
Kalibrator	Brüel & Kjær 4231	3007965	2014-04-15

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. Då mätningen utförs obemannad kan annat än flygbuller registreras bland uppmätta bullerhändelser. Exempelvis kan det i vissa fall förekomma buller från människor, djur och fordon som skett i samma tidpunkt som en flygpassage vilka sorteras bort i tillämplig mån.

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

² Exempelvis genom vindinducerat brus.

redogöra variationen i ljudnivå för de tio vanligaste flygplanstyperna. Dessa jämförs även med beräknade resultat.

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.

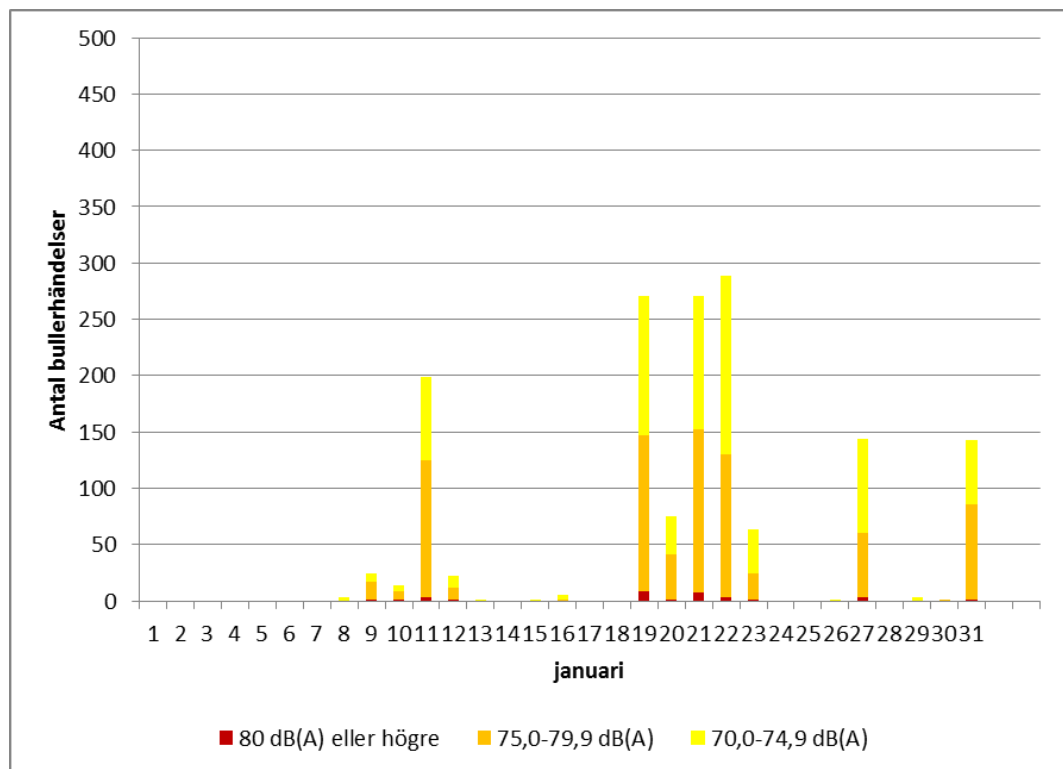
³ NPD står för Noise Power Distance

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

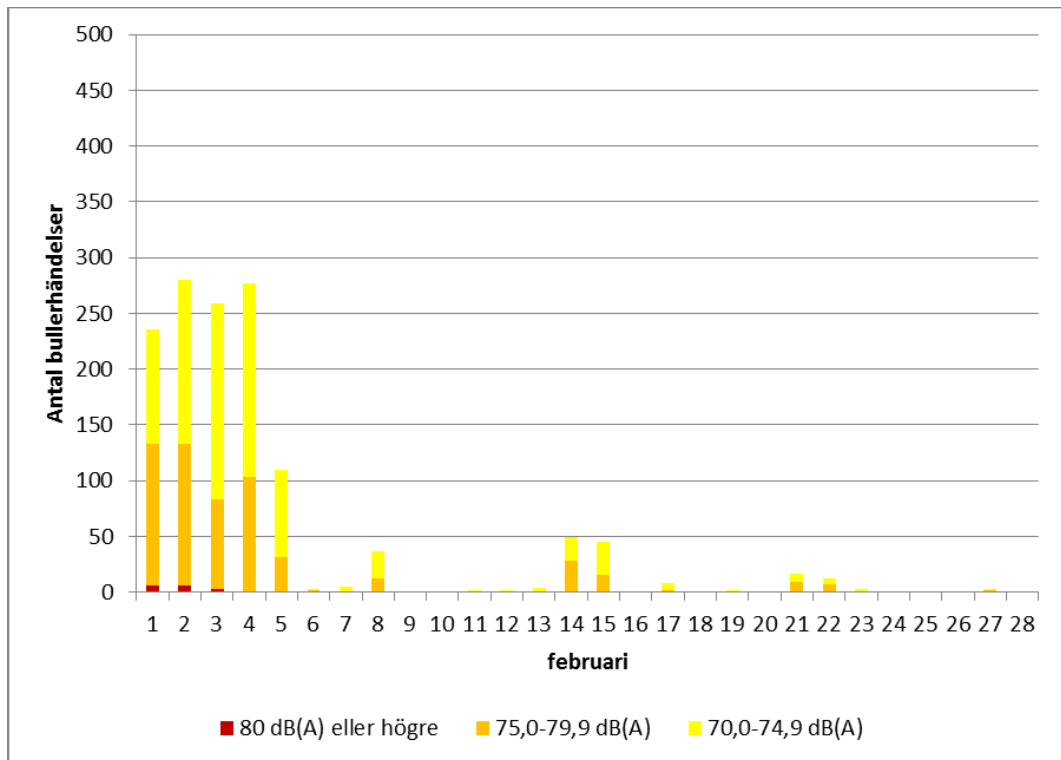
3 RESULTAT

3.1 Sammanställning för perioden

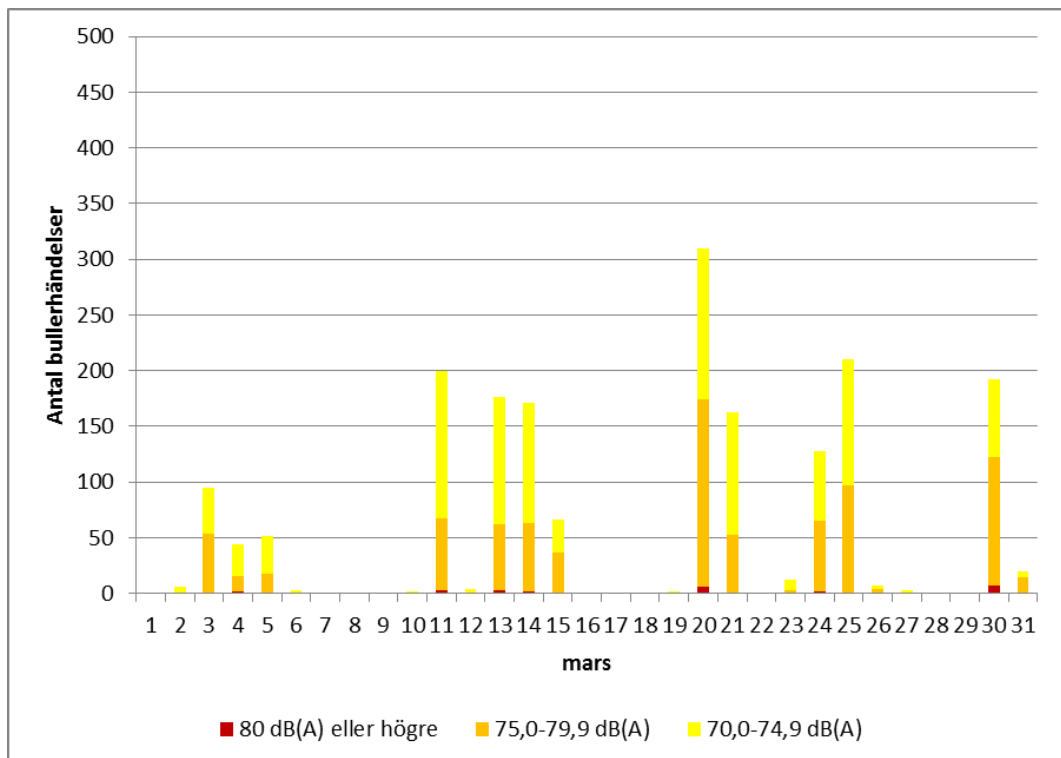
I Figur 2 till Figur 4 redovisas antal bullerhändelser per dag för maximala ljudnivån indelat i intervall om 5 dB. De maximala ljudnivåerna som redovisas i dessa diagram härrör från flyg oavsett bana eller typ av operation (landning eller starter). I figurerna redovisas januari, februari respektive mars. 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 dagar med många registrerade bullerhändelser, exempelvis 1-4 februari har bana 1 (01L) använts frekvent för landning söderifrån. Under perioden 2-6 januari har driftstörningar lett till att bortfall av mätdata registrerats.



Figur 2 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i januari 2015.

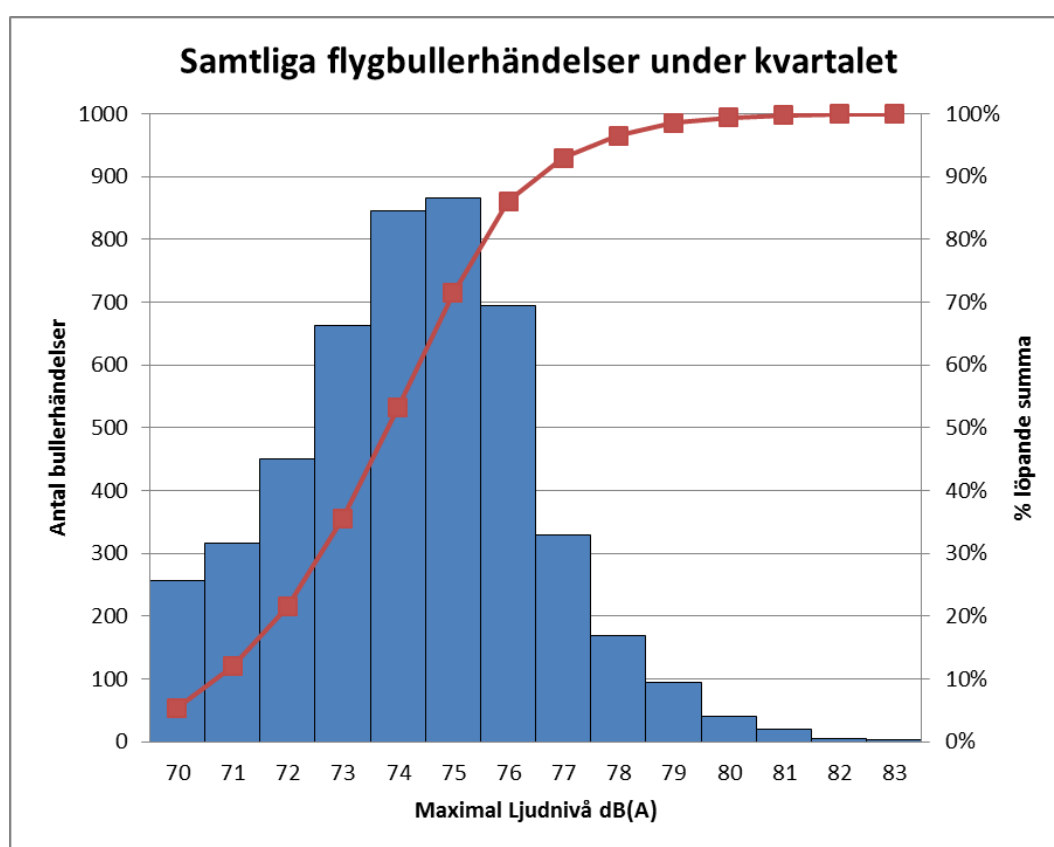


Figur 3 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i februari 2015.



Figur 4 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i mars 2015.

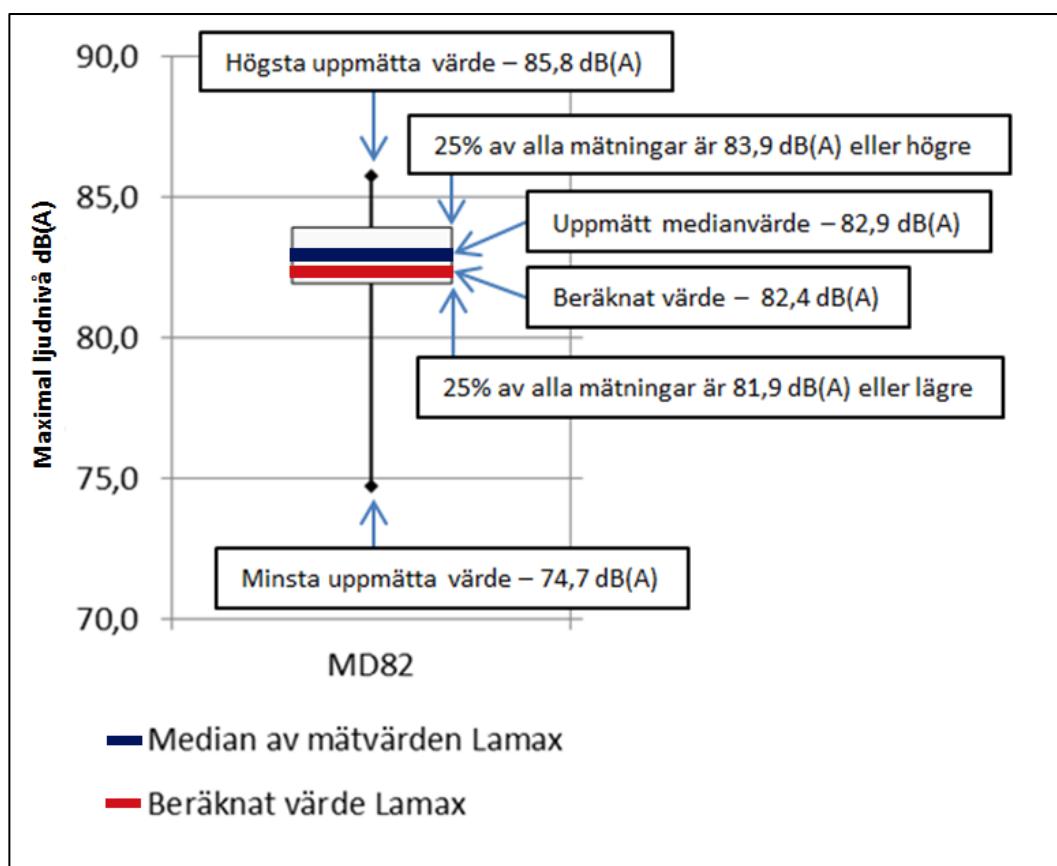
I Figur 5 redovisas ett så kallat histogram av alla registrerade flygbullerhändelser under första kvartalet 2015. Figuren redogör antal registrerade bullerhändelser per ljudnivåintervall från 70 dB(A) och högre i steg om 1 dB. Av figuren framgår det att maximal ljudnivå om 75 och 74 dB(A) var vanligast 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 97 % 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 Uppmätta och beräknade ljudnivåer

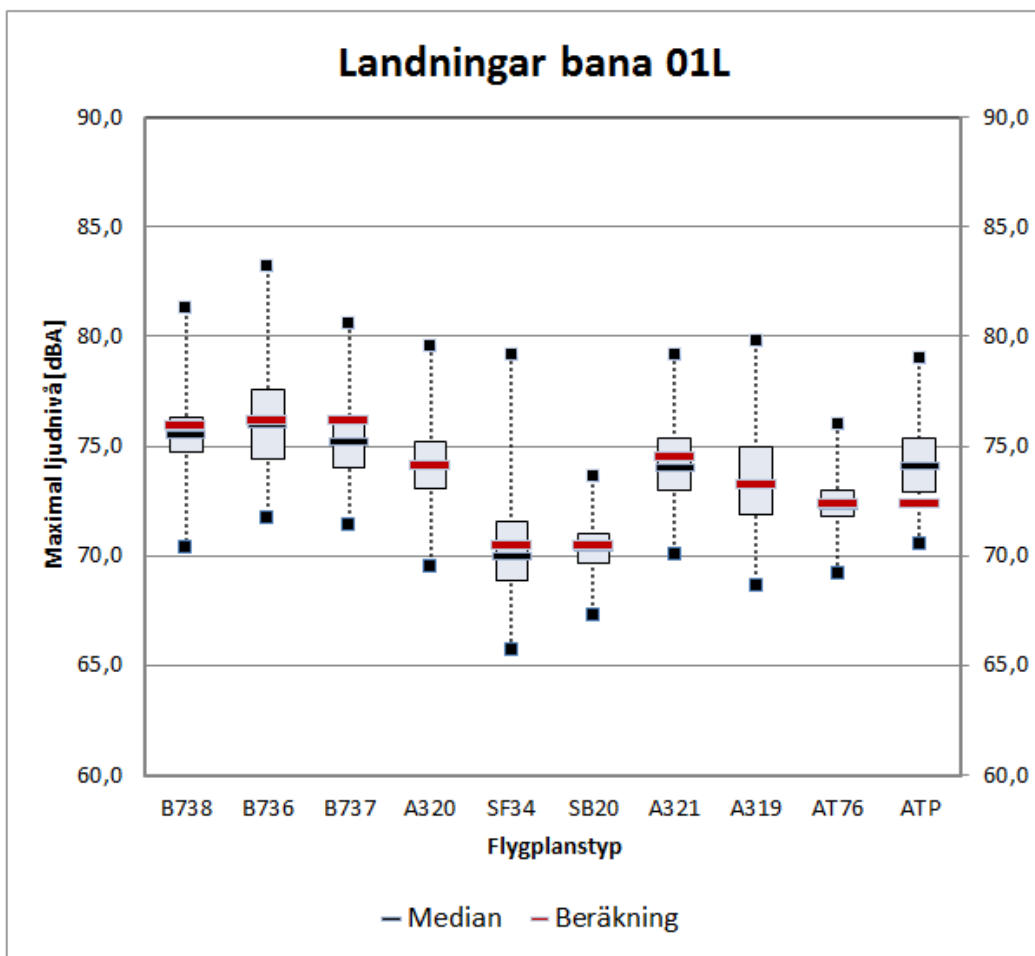
Uppmätta maximala ljudnivåer från landningar under perioden har sammanställts för de tio vanligaste flygplanstyperna i så kallade låddiagram. I Figur 6 redovisas ett fiktivt exempel som används för att förklara låddiagrammet. Låddiagrammet redogör vilken variation uppmätta ljudnivåer haft. Dels redovisas 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 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 6 Exempel på låddiagram

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

I Figur 7 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 B736, vilken var den näst vanligaste flygplanstypen vid landningar. Den högst registrerade medianen om cirka 76 dB(A) har också registrerats av B736. Den lägst registrerade medianen bland dessa härrör från SF34. Figuren visar att för nästan samtliga av flygplanstyperna var uppmätt median ungefär samma som beräknad nivå under första kvartalet år 2015.



Figur 7 Låddiagram för de tio vanligaste flygplanstyperna som landar på bana 01L under första kvartalet 2015.

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. Den utökade mätosäkerheten för dessa tio vanligast förekommande flygplanstyper vid landning på bana 01L är 1,7 dB(A).

3.3 Tio högst registrerade ljudnivåerna

I Tabell 2 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 2 Redovisning av de tio högst registrerade ljudnivåerna.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Maximal Ljudnivå dB(A)	83,4	83,2	83,2	82,7	82,6	82,6	82,3	82,2	82,0	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	2015-02-01 18:50:02	2015-01-11 11:54:00	2015-03-24 22:19:06	2015-01-22 21:36:10	2015-01-19 07:51:27	2015-03-14 09:12:43	2015-03-13 11:56:53	2015-03-25 18:27:59	2015-02-01 16:28:07	2015-01-09 21:44:40
Flygplanstyp (ICAO-kod)	B744	A332	B736	B736	A333	B736	AT72	B738	B736	B736
Vindhast. (m/s)	6,2	7,2	6,0	3,6	1,5	4	3	4	4,6	1,5
Vindriktning (grader)	320	340	30	360	350	20	30	30	330	270
Nederbörd	snö	snö	ingen	snö	snö	ingen	ingen	regn	snö	ingen
Temperatur (°C)	-2	-1	2	-1	-1	1	5	0	0	-4
Luftfuktighet (%)	100	100	74	100	100	93	80	68	100	100
Median	⁷	77,1	76,0	76,0	77,3	76,0	74,6	75,5	76,0	76,0

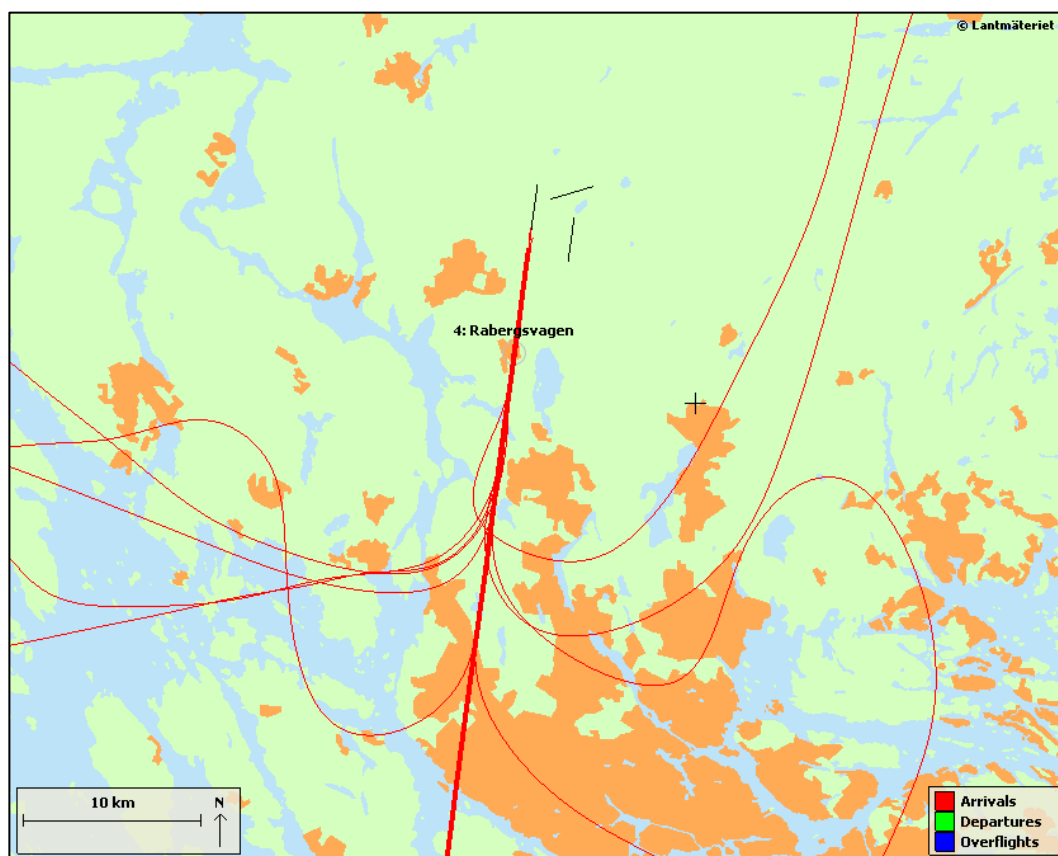
Nio av tio högst registrerade maximala bullerhändelser består av jetflygplan som har landat på bana 1 söderifrån. Den högst registrerade ljudnivån orsakades av B744, ett fyrmotorigt jetflygplan med stor passagerarkapacitet avsedd för långdistansflygningar.

⁶ METAR står för METeorological Aerodrome Report.

⁷ Endast fyra registrerade mätningar med denna flygplanstyp medför att medianvärde innehåller hög standardavvikelse.

För att kartlägga hur stor avvikelserna är kan de högst registrerade maximala ljudnivåerna 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 mellan 82,3 och 74,6 för AT72 uppgår till omkring 8 dB(A) för landningsbuller. Registrerade vindhastigheter enligt metar har i samband med de 10 högsta registrerade ljudnivåerna varit upp till 7 m/s.

I Figur 8 visas radarspår för de tio högst registrerade händelserna. Dessa rörelser befinner sig tätt på samma linje i rött. Flyghöjden var ungefär 350m över mark för samtliga landningar vid passage av bullermätaren i Rosersberg.



Figur 8 Radarspår illustrerande de tio högst registrerade maximala ljudnivåer under första kvartalet 2015.

4 BILAGOR

4.1 Bilaga 1. Uppmätta och beräknade ljudnivåer

De data som står som grund för låddiagrammen Figur 7 visas tillsammans med jämförande storheter i Tabell 3.

Tabell 3 Data motsvarande de tio vanligast förekommande flygplanstyperna enligt låddiagrammen i Figur 7, tillsammans med jämförande storheter.

	B738	B736	B737	A320	SF34	SB20	A321	A319	AT76	ATP
Kvartil 1 [dBA]	74,7	74,4	74,0	73,1	68,9	69,7	73,0	71,9	71,8	72,9
Maximal nivå [dBA]	81,3	83,2	80,6	79,6	79,2	73,6	79,2	79,8	76,0	79,0
Minimum nivå [dBA]	70,4	71,7	71,4	69,5	65,7	67,3	70,1	68,6	69,2	70,5
Kvartil 3 [dBA]	76,3	77,6	76,1	75,2	71,6	71,0	75,4	75,0	73,0	75,4
Median [dBA]	75,5	76,0	75,2	74,1	70,0	70,4	74,0	73,3	72,3	74,1
Standard avvikelse [dBA]	1,3	2,2	1,5	1,7	2,2	1,1	1,8	2,2	1,1	1,7
Beräkning [dBA]	76	76,2	76,2	74,2	70,5	70,5	74,6	73,3	72,4	72,4
Antal registrerade mätvärden	1247	614	505	477	221	193	189	150	145	111
Beräknat - Uppmätt	0,5	0,2	1,0	0,1	0,5	0,1	0,6	0,0	0,1	-1,7

4.2 Bilaga 2. Översättning ICAO-beteckning av flygplansmodeller

I Tabell 4 visas översättningen av vilka flygplansmodeller som avses för de ICAO beteckningar som förekommer i rapporten.

Tabell 4 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
C17	Boeing C-17 Globemaster 3
SB20	SAAB 2000
SF34	SAAB 340
F50	Fokker 50
ATP	British Aerospace BAe ATP (Advanced Turbo Prop)
AT76	Aerospatiale/Alenia ATR 72-600
A124	Antonov An-124
AT72	ATR-72
AT76	ATR-76
B773	Boeing 777-300
B77W	Boeing 777-300ER
CRJ1	Bombardier CRJ100

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.