

FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 4 ÅR 2012

Stockholm Arlanda Airport

Revisionsförteckning

Rev	Datum	Upprättad av	Information
01.00	2013-01-31	Alborz Tari	

FLYGBULLERMÄTNING ROSERSBERG, KVARTAL 4 ÅR 2012

Stockholm Arlanda Airport

Källförteckning

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.....	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 fyra 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 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 7.0c 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 omkring 75 dB(A). Dessa orsakas typiskt av tvåmotoriga jetflygplan i samband med landning. För vanligt förekommande turbopropellerflygplan har något lägre ljudnivåer registrerats. Den högsta registrerade ljudnivån uppgår till 88,5 dB(A). 98 % av samtliga bullerhändelser har maximala ljudnivåer om 80 dB(A) eller lägre.

Bland de tio högst registrerade ljudnivåerna återfinns förutom en start, endast landningspassager. Ljudnivåerna orsakas av bland annat bullriga och/eller stora flygplanstyper, såsom Boeing 747-400.

De beräknade ljudnivåerna stämmer väl överens med de uppmätta medianerna för respektive flygplanstyp. Differensen uppgår som högst till 3,9 dB(A) i de fall då beräkningar överskattar de registrerade ljudnivåerna, och då de underskattas uppgår differensen till högst till 2,1 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 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 flyplanspassage. Den maximala ljudnivån uppstår typiskt när flygplanet passerar mätplatsen eller strax därefter. Akustisk

¹ 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 teknisk 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 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 utan genomlysning av enskild händelse, vilket kan medföra att bakgrundsbuller såsom vägtrafik kan ingå i resultatet. För de tio högst registrerade ljudnivåerna har bullerhändelserna genomlysnats 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-data² 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.

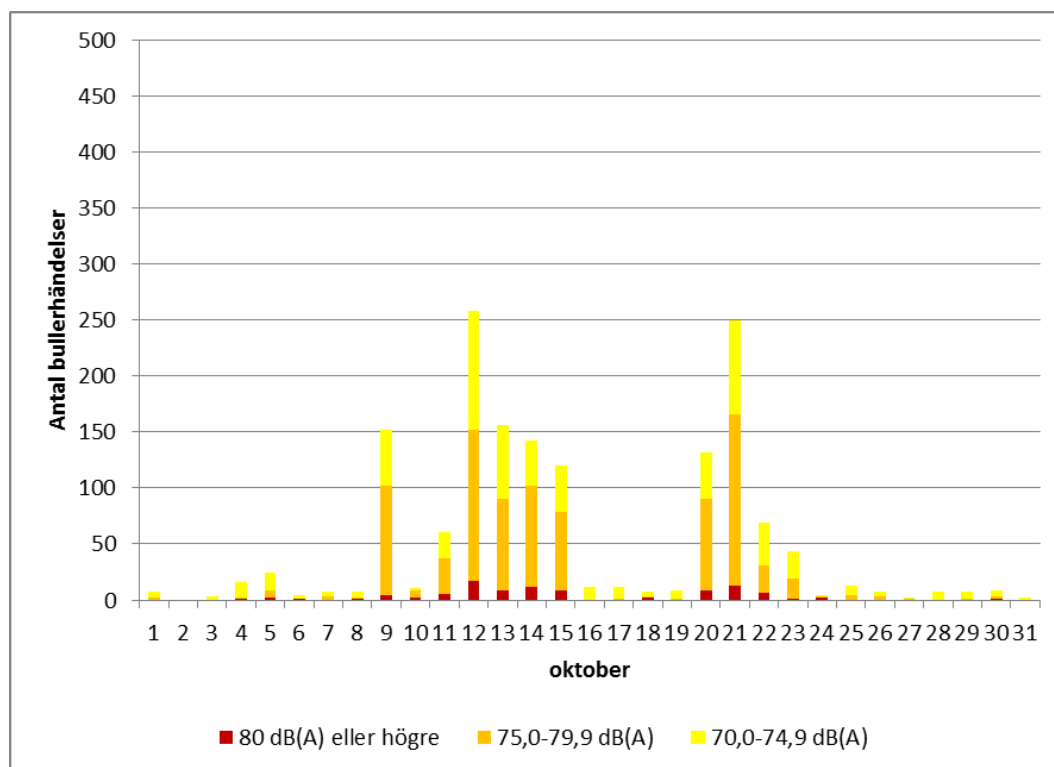
Beräkningarna har utförts med standardatmosfär i enlighet med vad som angivits i kvalitetssäkringsdokumentet gällande flygbullerberäkningar i Sverige. Eftersom mätdata inte har sorterats eller justerats med hänsyn till meteorologi så kommer detta påverka resultatet. Samtidigt är beräkningsförutsättningarna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

² NPD står för Noise Power Distance

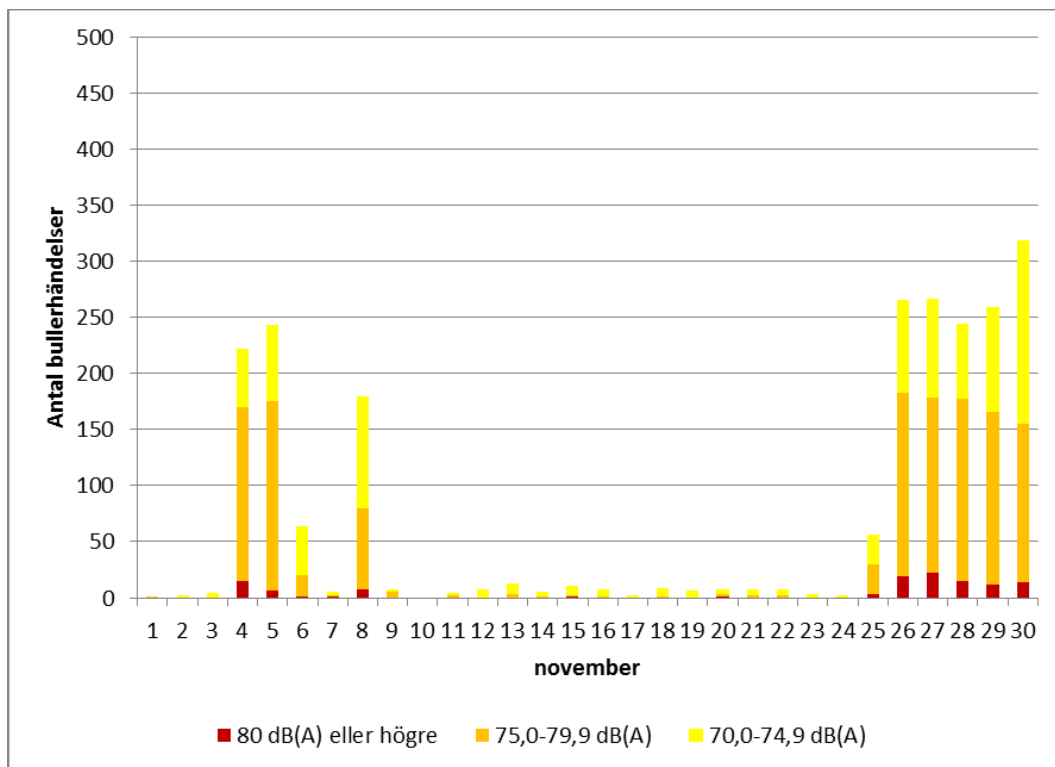
3 RESULTAT

3.1 Sammanställning för perioden

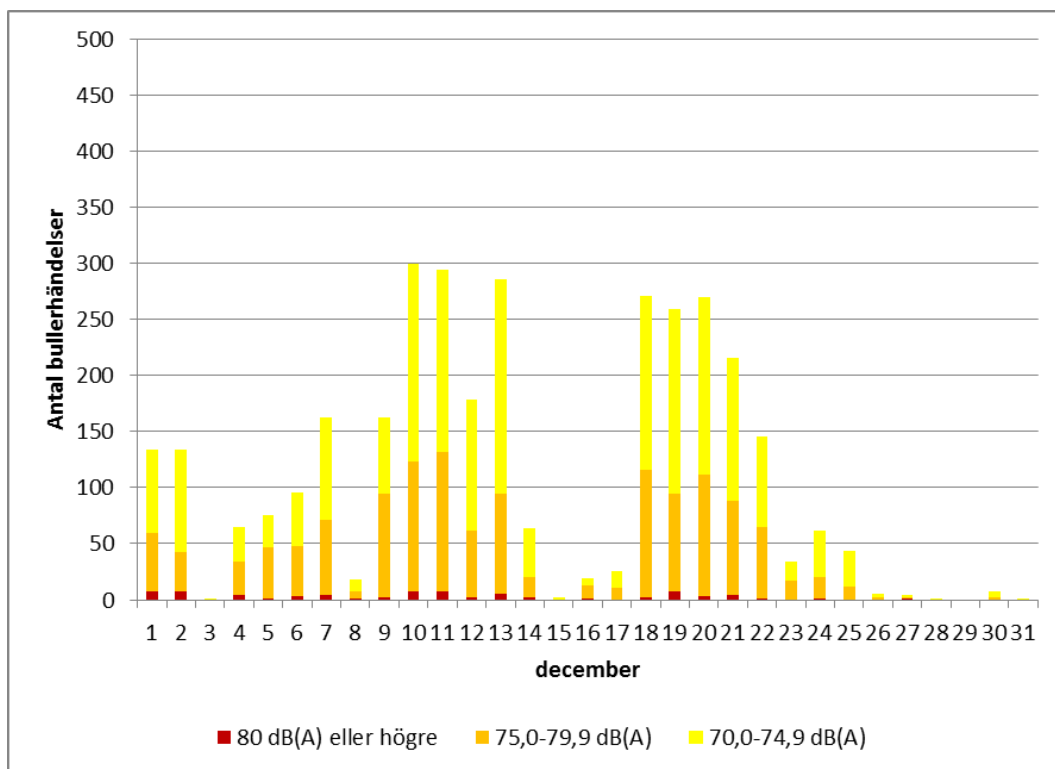
I Figur 2 till Figur 4 redovisas antal bullerhändelser per dag för maximala ljudnivån indelat i intervall om fem dB. De maximala ljudnivåerna som redovisas i dessa diagram härrör från flyg oavsett bana eller typ av operation (landning eller starter). I figurerna redovisas oktober, november, respektive december. Ur figurerna kan det ses att under vissa dagar har det registrerats många fler bullerhändelser jämfört med andra dagar, (där staplarna är kortare). Detta beror på bananvändningen. Under de dagar med många registrerade bullerhändelser, exempelvis 21 oktober, har bana 1 (01L) använts för landning söderifrån. Bullermätdata saknas delvis mellan 2-3 oktober samt 4-5 december på grund av tekniska problem.



Figur 2 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i oktober 2012.

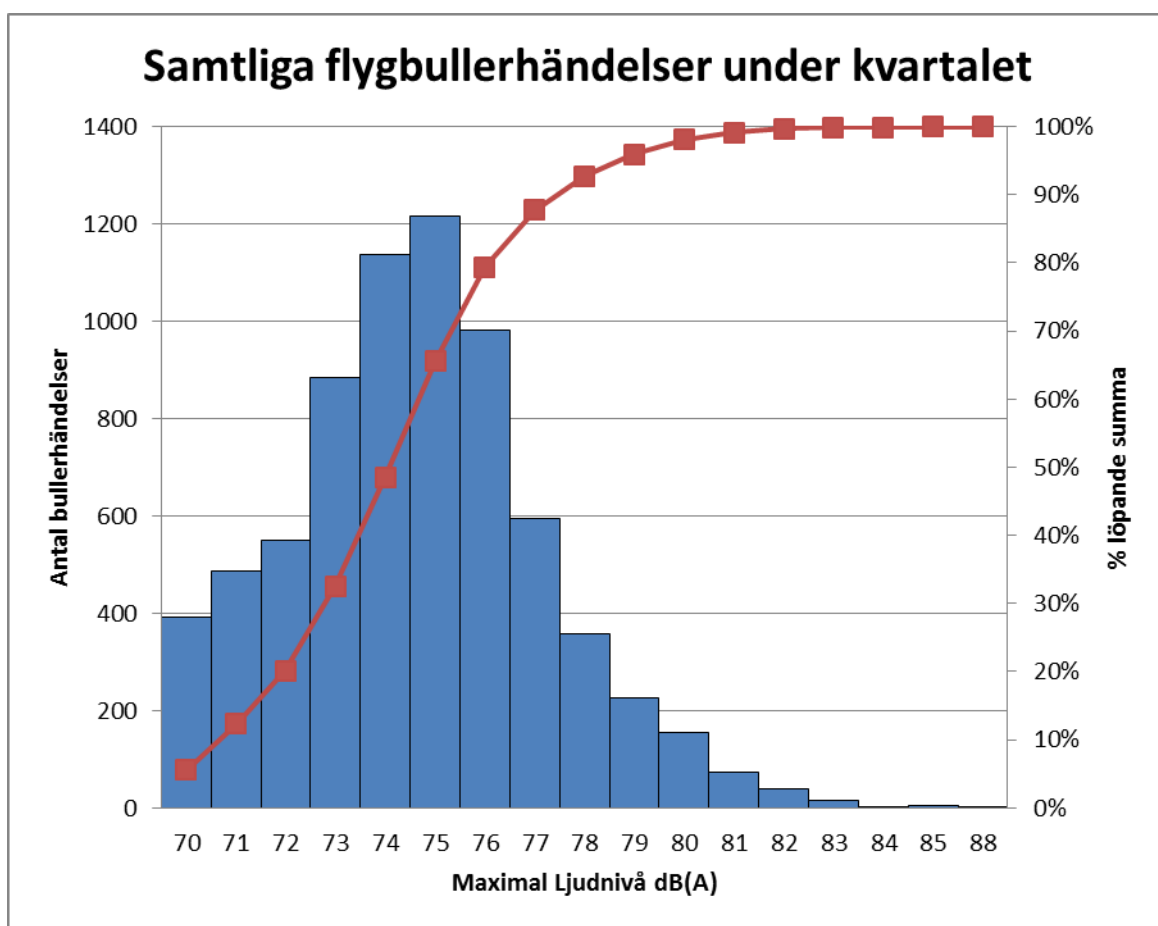


Figur 3 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i november 2012.



Figur 4 Antal bullerhändelser i intervaller om 5 dB i december 2012.

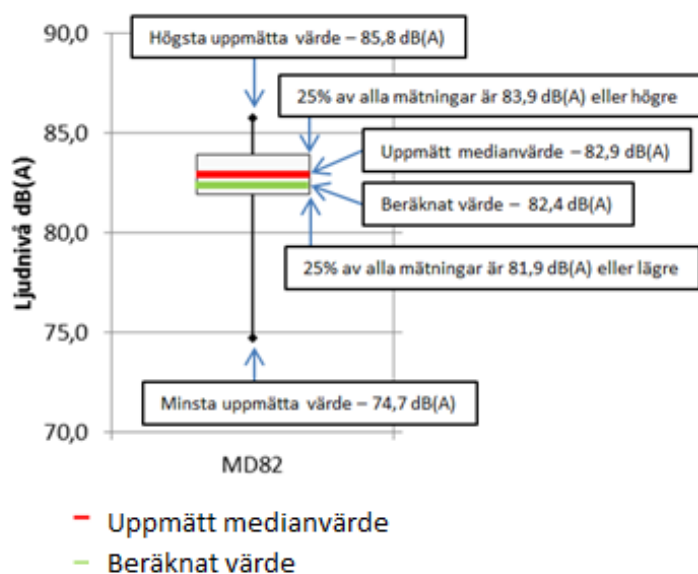
I Figur 5 redovisas ett så kallat histogram av alla registrerade flygbullerhändelser under kvartalet. Figuren redogör antal registrerade bullerhändelser per ljudnivåintervall från 70 dB(A) och högre i steg om 1 dB. Av figuren framgår det att maximal ljudnivå om 75 dB(A), liksom föregående kvartal, var vanligast förekommande under kvartalet med cirka 1215 registreringar. Den röda linjen redogör den löpande summan i procent med förklaring längs den sekundära y-axeln. 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 98 % av de registrerade flygbullerhändelserna understiger maximal ljudnivå om 80 dB(A). För nivåerna 88 dB(A) har en händelse, och för 86-87 dB(A) inga händelser registrerats, därför finns inga staplar för dessa två nivåer i histogrammet.



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 ICAO³, 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

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, i likhet med föregående två kvartaler har orsakats av B736, vilken är den näst vanligaste flygplanstypen. Samma flygplanstyp har även den högst registrerade medianen om cirka 77 dB(A). Den lägst registrerade medianen härrör från SF34, ett mindre turbopropellerflygplan.

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

För två av flygplanstyperna har ungefär samma värde beräknats som uppmätt nivå. För SB20 har den största överskattningen gjorts på cirka 3,9 dB. Detta beror på att denna flygplanstyp inte finns representerad i databasen ANP, istället har en, i detta fall bullrigare flygplanstyp använts som ersättare. På samma sätt har den största underskattningen gjorts på 2,1 dB för B712.

En intressant betraktelse jämfört med tidigare är att flygplanstypen MD82 inte längre återfinns bland de tio vanligaste flygplanstyperna som överflyger Rosersberg. Den befinner sig på tolfte plats då antalet trafikeringar har reducerats. Flygplanstypen B712 har tillkommit i listan jämfört med föregående kvartaler, vilket är ett tvåmotorigt jetflygplan, se Figur 8. Med en uppmätt mediannivå om 72,5 dB(A) är den tystast bland de jetflygplan som allra mest överflugit Rosersberg under sista kvartalet 2012, och förekommer i diagrammet i Figur 7.

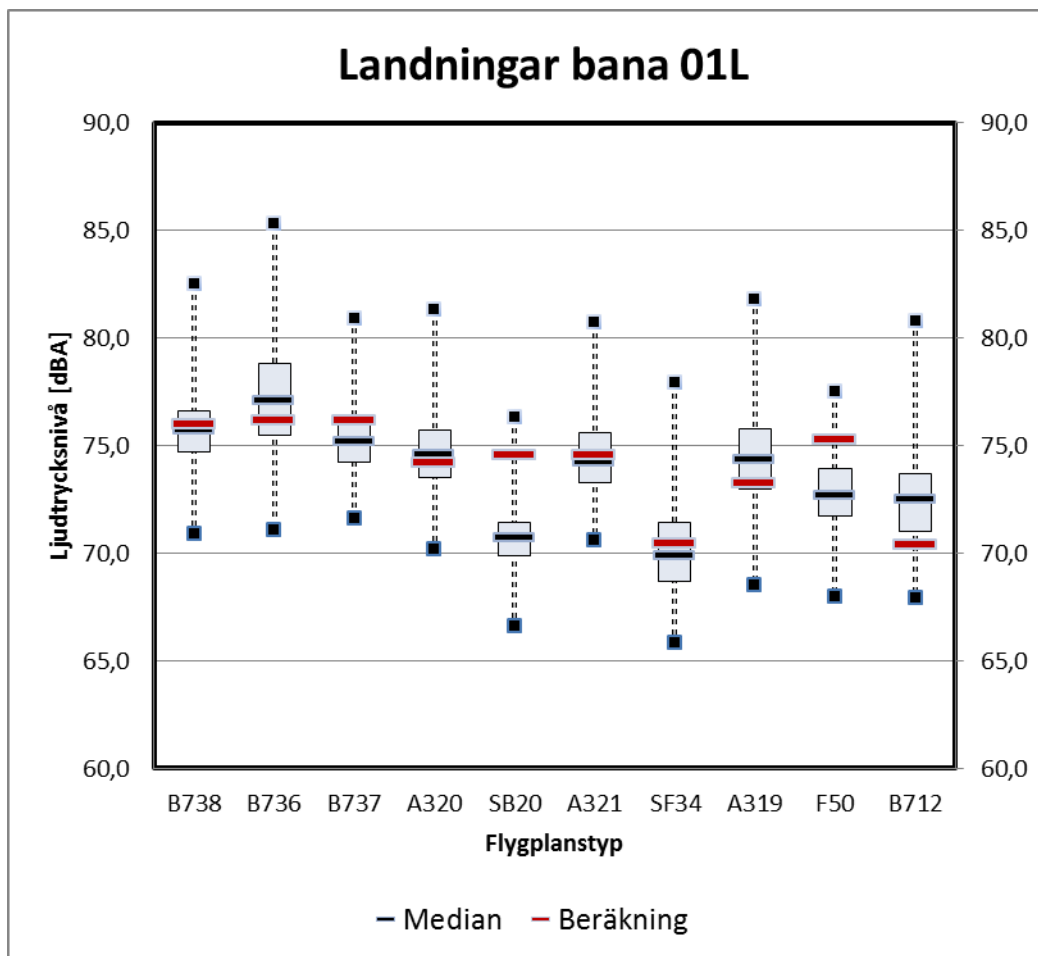


Figur 7. Bild på flygplanstypen Boeing 717-200, B712.

Källa: www.aerospace-technology.com.

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 för de allra flesta 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.



Figur 8 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 METAR⁴. 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)	88,5	86,1	85,8	85,3	85,3	85,2	85,0	84,7	84,7	83,6
Rörelsetyp	Land.	Land. ⁵	Start	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.	Land.
Bana	01L	01L	19R	01L	01L	01L	01L	01L	01L	01L
Tidpunkt	2012-12-10 23:21:12	2012-10-23 06:37:24	2012-12-06 22:31:09	2012-10-21 15:17:49	2012-12-02 05:45:41	2012-11-28 21:07:02	2012-11-27 16:16:46	2012-10-21 21:39:31	2012-10-21 21:58:03	2012-10-05 03:25:28
Flygplanstyp (ICAO-kod)	ATP	B752	B744	B736	B744	B736	A332	B744	B736	A333
Vindhast. (m/s)	3,6	3,1	2,6	4,6	5,1	8,7	8,2	3,1	3,6	1,5
Vindriktning (grader)	20	290	70	10	310	30	80	350	340	330
Nederbörd	regn	ingen	regn/snö	ingen	regn/snö	Snö	Regn	ingen	ingen	fuktdis
Temperatur (°C)	-6	4	-3	8	-8	0	3	7	7	8
Luftfuktighet (%)	93	93	100	100	93	100	100	93	93	100
Median	74,7	75,0	-	77,1	74,8	77,1	75,8	74,8	77,1	75,9

Nio av tio högst registrerade maximala bullerhändelser består av jetflygplan där tre av dessa är av flygplanstypen B744 vilken är ett fyrmotorigt jetflygplan med stor passagerarkapacitet avsedd för långdistansflygningar. Denna flygplanstyp opereras främst av Thai Airways och är även den största flygplanstypen som trafikerar flygplatsen reguljärt.

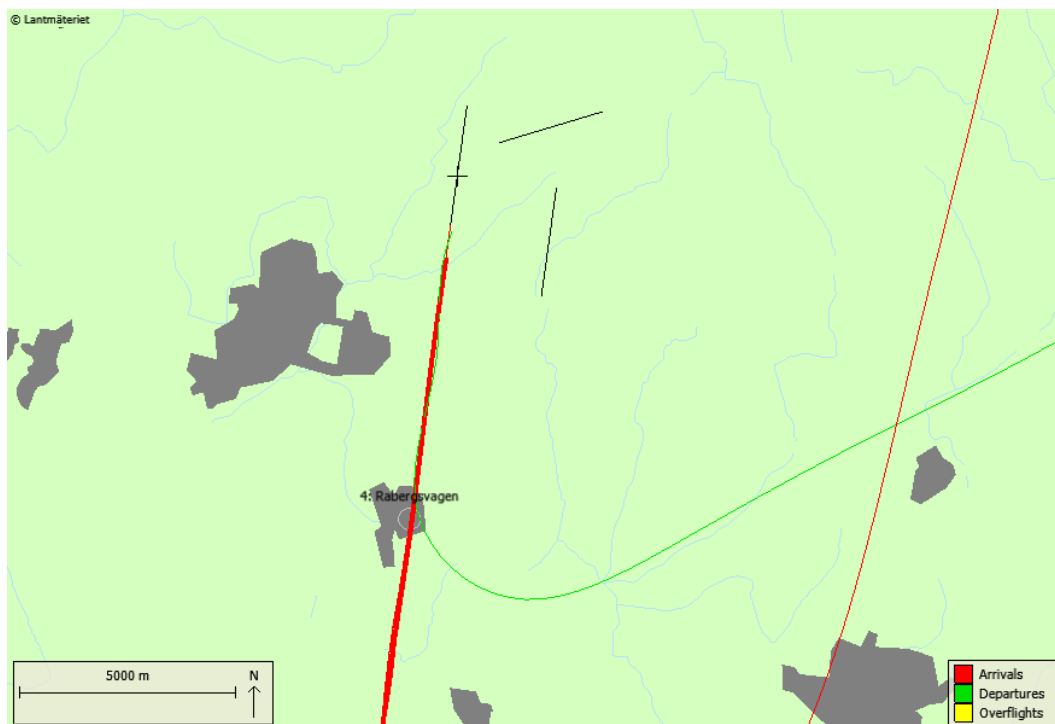
I listan finns även tre B736, som var den näst vanligast förekommande flygplanstypen. Detta maxvärde kan även utläsas ur Figur 8. I listan finns två modeller av Airbus och ingår i serien A330, tvåmotoriga jetflygplan avsedda för långa till medellånga distanser.

⁴ METAR står för METeorological Aerodrome Report.

⁵ Denna rörelse är registrerad som en överflygning. Egenskaperna är dock mycket lik en landning.

För att kartlägga hur stor avvikelsen är kan de högst registrerade maximalljudnivåerna jämföras med respektive uppmätt median för maximal ljudnivå. En jämförelse av de högsta med median av maximala ljudnivåerna för enskilda flygplanstyper som förekommer i Tabell 1, visar att den största skillnaden uppgår till omkring 14 dB(A) för landningsbuller. De höga ljudnivåerna som uppmäts för starter kan inte jämföras med median då dessa härrör från enstaka överflygningar, se Figur 9. Registrerade vindhastigheter enligt metar har varit mellan 1,5 och 8,7 m/s.

Nio av de aktuella händelserna härrör från landningar och en är en start, se Figur 9 där radarspårerna för dessa händelser visas. De bullerhändelser som registrerats som landningar har genomfört landning och befinner sig tätt på samma linje i rött. Den enda starten är markerad med grönt, som är en B744 med destination österut. Höjden var i detta fall cirka 700 m vid passering. För landningarna var flyghöjden omkring 350m vid passage av bullermätaren.



Figur 9 Radarspår illustrerande de tio högst registrerade maximala ljudnivåer under kvartal 4 2012.

4 BILAGOR

4.1 Bilaga 1. Uppmätta och beräknade ljudnivåer

De data som står som grund för låddiagrammen i Figur 7 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	SB20	A321	SF34	A319	F50	B712
Kvartil 1 [dBA]	74,7	75,5	74,2	73,5	69,9	73,3	68,7	73,0	71,7	71,0
Maximal nivå [dBA]	82,5	85,3	80,9	81,3	76,3	80,7	77,9	81,8	77,5	80,8
Minimum nivå [dBA]	70,9	71,1	71,6	70,2	66,6	70,6	65,8	68,5	68,0	67,9
Kvartil 3 [dBA]	76,6	78,8	76,3	75,7	71,4	75,6	71,4	75,8	73,9	73,7
Median [dBA]	75,7	77,1	75,2	74,6	70,7	74,3	69,9	74,4	72,7	72,5
Standard avvikelse [dBA]	1,4	2,3	1,5	1,9	1,3	1,8	2,1	2,0	1,5	2,0
Beräkning [dBA]	76	76,2	76,2	74,2	74,6	74,6	70,5	73,3	75,3	70,4
Antal registrerade mätvärden	1606	1360	521	454	419	346	272	242	206	197
Beräknat - Uppmätt	0,3	-0,9	1,0	-0,4	3,9	0,3	0,7	-1,1	2,6	-2,1

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
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
ATP	British Aerospace BAe ATP (Advanced Turbo Prop)

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.