

**MILJÖRAPPORTUNDERLAG
BROMMA STOCKHOLM AIRPORT
ÅR 2018**

Kontroll av flygtrafik och flygbuller

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
2 av 25

MILJÖRAPPORTUNDERLAG BROMMA STOCKHOLM AIRPORT ÅR 2018

Kontroll av flygtrafik och flygbuller

Källförteckning

TRISS – Swedavias faktureringsstatistik
ANOMS – Swedavias flygvägsuppföljningssystem
ATSP Bromma – Flygtrafikledningen Bromma flygplats

Revisionsförteckning

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
3 av 25

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	4
2	KONTROLL AV FLYGTRAFIK OCH FLYGVÄGAR.....	4
2.1	Flygtrafik.....	4
2.1.1	Kontroll av trafikvolym – villkor 3.....	4
2.1.2	Fördelning av flygplanstyper	5
2.1.3	Kontroll av bulleregenskaper – villkor 4	6
2.1.4	Tillägg markupplåtelseavtal med Stockholm stad	12
2.1.5	Kontroll av trafik utanför ordinarie öppethållandetider – villkor 5	12
2.2	Flygvägar.....	13
2.2.1	Kontroll av flygvägar – villkor 6	13
2.2.2	Bananvändning	14
3	KONTROLL AV FLYGBULLERVILLKOR.....	15
3.1	Faktaruta.....	15
3.2	Flygbullerberäkning	16
3.3	Beräkningsresultat	16
3.3.1	FBN för utfall år 2018 jämfört med trafikfall 4, villkor 1	16
3.3.2	TFBN för utfall år 2018 – villkor 2.....	18
3.3.3	FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå för utfall år 2018 – villkor 7, bullerisolering.....	18
4	LJUDMÄTNINGAR	20
4.1	Resultat.....	20
4.2	Metod	21
4.3	Diskussion ljudmätningar.....	21
5	BILAGA	22
5.1	Beräkningsmetod för FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå utfall år 2018 – villkor 1 och villkor 7	22
5.1.1	Förprocessering.....	22
5.1.2	Bullerberäkningsmodell	23
5.1.3	Efterprocessering	24
5.2	Beräkning av TFBN utfall år 2018, villkor 2	25

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
4 av 25

1 INLEDNING

Denna rapport utgör ett underlag till miljörapport avseende utfall år 2018 för flygplatsen Bromma Stockholm Airport. Beställare och uppdragsgivare är miljöchefen på flygplatsen.

Flygplatsen har i miljötillståndet ett antal villkor som kontrolleras och redovisas årligen. Rapporten redovisar uppföljning och kontroll av flygplatsens miljövillkor avseende flygvägar och buller samt flygtrafikstatistik.

Kontroller har utförts enligt upprättat kontrollprogram och flygvägsuppföljningen har gjorts i samarbete mellan flygplatsen, flygtrafiktjänsten och Swedavia Konsult. Kontroller har också utförts för flygtrafik- och bullervillkor i markupplåtelseavtalet med Stockholm stad.

Resultat av ljudmätningar genomförda under år 2018 redovisas också.

Uppgifterna i denna rapport avser utfall år 2018 och har hämtats från:

- Swedavias statistik TRISS - som utgör faktureringsunderlag gentemot flygbolagen
- Swedavias flygvägsuppföljningssystem ANOMS
- Flygtrafiktjänsten – Bromma ATC

2 KONTROLL AV FLYGTRAFIK OCH FLYGVÄGAR

2.1 Flygtrafik

2.1.1 Kontroll av trafikvolym – villkor 3

Enligt villkor 3 i miljödomen från den 28 januari 2009 (mål nr M 1414-07) får antalet flygrörelser¹ per år inte överstiga 100 000. Enligt marköverlåtelseavtalet med Stockholm stad anges ett riktvärde om maximalt 80 000 rörelser per år exklusive trafik med statsflygplan samt ambulans- och räddningsflyg. Flygplatsens verksamhet ska i huvudsak inriktas dels mot reguljär flygtrafik till och från Stockholm, dels affärsflyget.

Den totala trafikvolymen uppgick till 59 404 rörelser² år 2018. Detta motsvarar en ökning med fyra promille jämfört med år 2017. Det har skett en ökning av antalet

¹ En rörelse är en landning eller en start av ett luftfartyg.

² Uppgift i TRISS per 2019-02-20

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

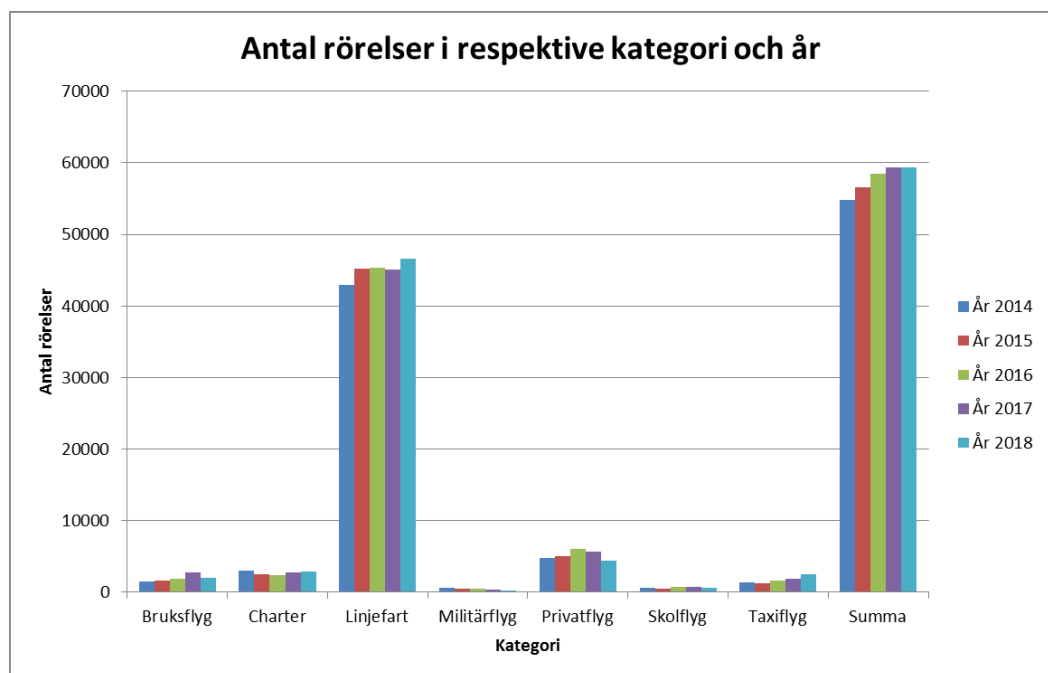
Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
5 av 25

rörelser inom kategorin linjefart och taxiflyg. Antal rörelser i kategorierna bruksflyg och privatflyg minskade något jämfört med året innan. Flygrörelsernas fördelning på olika kategorier mellan år 2014 och år 2018 framgår av figur 1. Ambulans- och räddningsflyg ingår i kategorin bruksflyg, statsflygplan ingår i kategorin militärflyg, reguljär flygtrafik ingår i kategorin linjefart och affärsflyg ingår i kategorierna privatflyg och charter.

Både villkoret i miljötilståndet och markupplåtelseavtalet uppfylls.



Figur 1: Flygrörelsernas fördelning på olika kategorier år 2014, 2014, 2015, 2016, 2017 och 2018 på Bromma Stockholm Airport.

2.1.2

Fördelning av flygplanstyper

Under år 2018 förekom 155 olika registrerade typer av luftfartyg på Bromma Stockholm Airport. Dessa utgjordes av helikoptrar, en- och tvåmotoriga kolvmotor- och turbopropflygplan samt affärsjetflygplan och medelstora två- och fyrmotoriga jetflygplan. Både jet- och turbopropflygplan används i linjetrafik.

De vanligaste flygplanstyperna på flygplatsen år 2018 var de tvåmotoriga turbopropflygplanen i ATR 72-serien följt av de fyrmotoriga jetflygplanen i Avro RJ-serien. Dessa flygplanstyper utgör två tredjedelar av flygplatsens totala antal rörelser under året. Jämfört med tidigare år har ATR 72-serien och Fokker 50 ökat

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

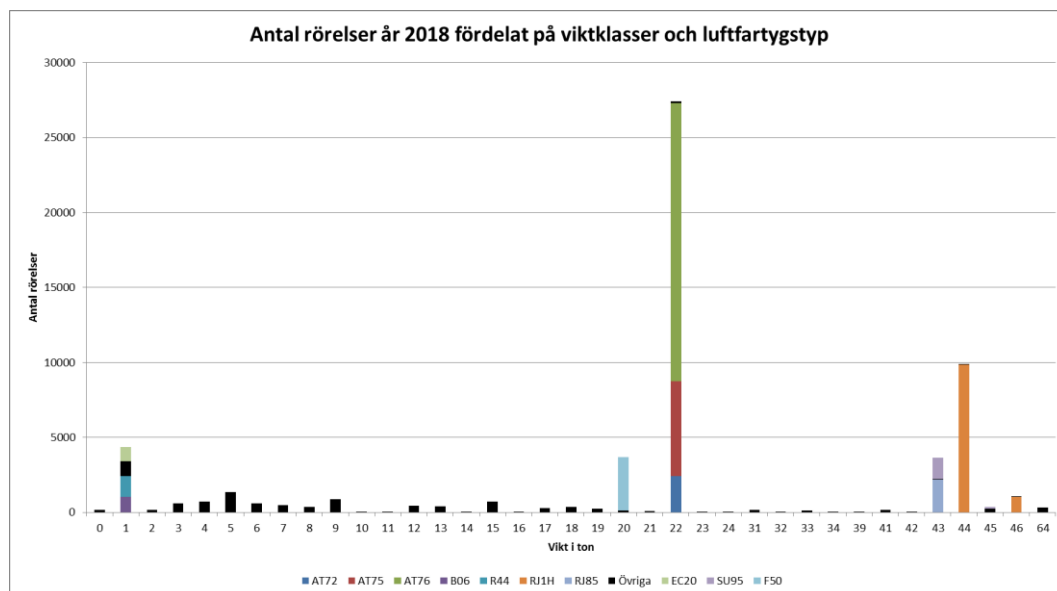
Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
6 av 25

i antal och Avro RJ100 samt SAAB 2000 och SAAB 340 har minskat. Under oktober år 2018 ersattes Sukhoi SuperJet 100 med Airbus A319-111 som trafikerar utrikesdestinationer. Sukhoi utgjorde drygt två procent av antalet flygrörelser under år 2018 och Airbus utgjorde en halv procent. Figur 2 illustrerar antalet rörelser som förekommit på flygplatsen under år 2018 fördelat på olika ungefärliga maximala startvikter med de vanligaste luftfartygstyperna markerade.



Figur 2: Antal rörelser vid Bromma Stockholm Airport under år 2018 fördelat på ungefärliga maximala startvikter. De tio vanligaste luftfartygstyperna anges med ICAO-typ, resten markeras som Övriga.

2.1.3 Kontroll av bulleregenskaper – villkor 4

Enligt villkor 4 i miljödomen från den 28 januari 2009 (mål nr M 1414-07) får inte flygplanens ljudemissioner överstiga 89 EPNdB³ i medeltal för de tre mätpunkterna enligt ICAO Annex 16, Vol 1 som reglerar bullercertifiering av civila luftfartyg. Förutom villkor 4 finns ytterligare en skärpning som regleras genom markupplåtelseavtalet med Stockholm stad, se kapitel 0.

De tre mätpunkterna för ljudemission avser de certifieringspunkter som anges i ICAO Annex 16, Vol 1 kapitel 3, det vill säga en punkt i samband med slutlig inflygning kallad Approach (2 000 meter räknat från närmsta bantröskel) och två

³ EPNdB är enheten för bullermåttet EPNL, Effective Perceived Noise Level, se vidare i faktarutan kapitel 3.1.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

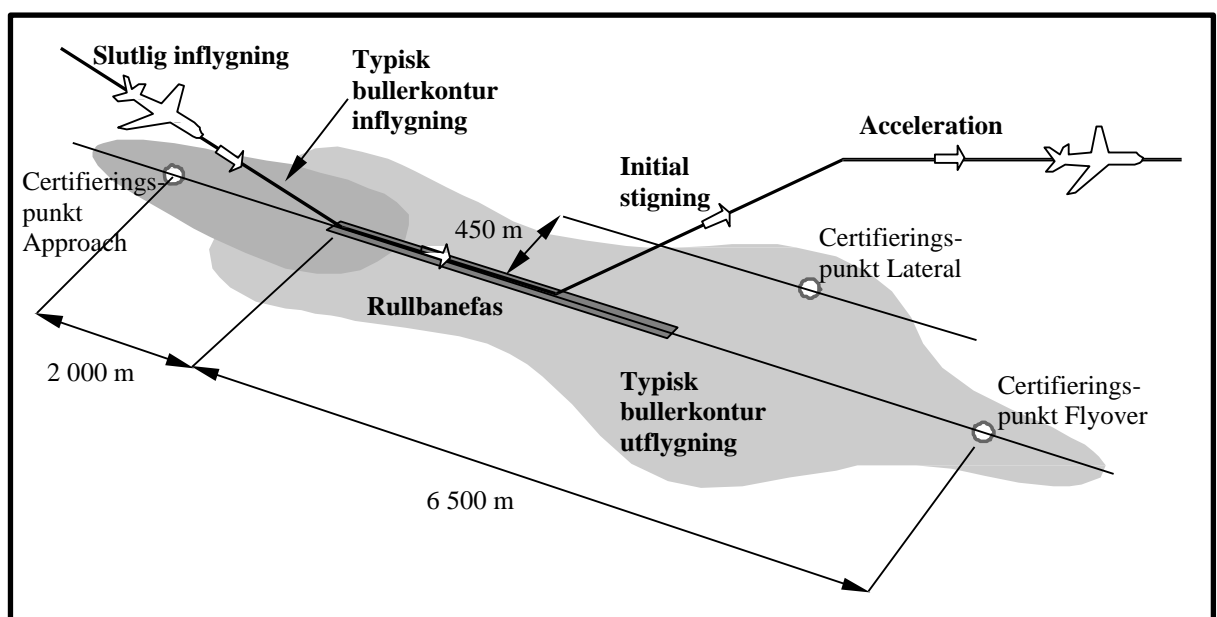
Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
7 av 25

punkter i samband med utflygning kallade Lateral och Flyover (450 meter från banans sida, där ljudnivån är som högst respektive 6 500 meter från startbanans pådragspunkt), se figur 3 nedan som också illustrerar typiska bullerkonturer för en landning och en start.



Figur 3: Figuren visar de tre referenspunkterna vid certifiering av flygplan avseende buller. Figuren är översatt till svenska från ECAC Doc 29 4th Edition vol 1 (Figure 3-5: Certification reference points).

För att få trafikera flygplatsen ska flygbolagen uppvisa ett certifieringsintyg där certifieringsvärden framgår eller på annat sätt visa att ljudnivåerna inte överstiger det tillåtna. I flygbullercertifieringen används en annan procedur och andra maximala vikter än de som flygbolagen på Bromma Stockholm Airport tillämpar. Exempelvis gäller en 3 graders inflygningsvinkel vid bullercertifiering. På Bromma Stockholm Airport tillämpas dock en annan inflygningsprocedur, där inflygningsvinkeln är 3,5 grader vid användandet av instrumentflygregler. Denna skillnad påverkar ljudnivån på mark under slutlig inflygning, där ljudnivån generellt blir något lägre. I förekommande fall krävs flygbolagen på intyg från flygplanstillverkaren som visar ljudnivån i certifieringspunkterna och tillämpad procedur.

Flygplatsens enhet Bromma OPC har det praktiska ansvaret för att tillse att villkoret innehålls genom rutiner i form av kontroll av flygplansindivid innan operatören tillåts trafikera flygplatsen.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
8 av 25

Kontroll av flygplanstyperna i Avro RJ-serien och Sukhoi SuperJet 100 redovisas särskilt, se kapitel 2.1.3.1 och kapitel 2.1.3.2, nedan. Under år 2018 har inga avvikelser från villkoret rapporterats.

2.1.3.1 *Kontroll av flygplanstyperna Avro RJ85 och RJ100*

Det framgår ur intyg från flygplanstillverkaren British Aerospace att om de maximalt angivna vikterna för landning och start begränsas och inte överskrids, samt om angivna flygprocedurer följs uppgår ljudemissionerna för Avro RJ100 i medeltal till maximalt 89 EPNdB.

Kontroller avseende inflygningsvinkel, användningen av luftbroms samt startvikt och landningsvikt har utförts under år 2018 avseende flygplanstyperna Avro RJ100 och RJ85 som tillhör flygbolagen Braathens Regional Aviation (BRA) och Brussels Airlines, se nedan. Avvikelser från procedurerna kan förekomma i de fall flygsäkerheten så kräver. Redovisningen utgör en sammanfattning från de aktuella flygbolagens rapporter som Swedavia tagit del av.

2.1.3.1.1 Kontroll av maximala start- och landningsvikter

Maximal tillåten startvikt för flygplanstypen Avro RJ100:	44 225 kg
Maximal tillåten startvikt för flygplanstypen Avro RJ85:	43 998 kg
Maximal tillåten landningsvikt för flygplanstypen Avro RJ100:	40 142 kg
Maximal tillåten landningsvikt för flygplanstypen Avro RJ85:	38 555 kg

Om dessa inte överskrids och under förutsättning att föreskriven in- och utflygningsprocedur följs, överskrids inte de tillåtna ljudemissionerna. Tabell 1 nedan visar maximala start- och landningsvikter för utfallet år 2018 som flygbolagen redovisat till Swedavia.

Tabell 1: Av flygbolagen redovisade maximala start- och landningsvikter år 2018.

Flygbolag / flygplanstyp	Maximal startvikt (kg)	Medel startvikt (kg)	Maximal landningsvikt (kg)	Medel landningsvikt (kg)
BRA / RJ100	43 949	37 157	40 138	35 163
BRA / RJ85	43 629	36 158	38 534	34 066
Brussels Airlines / RJ85	40 996	39 377	37 426	35 181

Redovisade maximala vikter är lägre än de maximala vikterna som krävs för att villkoret ska uppfyllas. Maximal använd vikt utgörs endast av en eller ett fåtal rörelser. Ur tabell 1 framgår också de av flygbolagen redovisade medelvärden av

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
9 av 25

start- och landningsvikterna och dessa ligger upp till 6 800 kg under de maximalt tillåtna vikterna.

2.1.3.1.2 Kontroll av inflygningsvinkel

Inflygningsvinkeln kontrolleras för flygplanstyperna i Avro RJ-serien och att inflygning sker till en glidbana på 3,5 grader. Bromma Stockholm Airports glidbanesändare är 3,5 grader. Att etablera ett flygplan på en glidbana innebär i praktiken att flygplanen navigerar in genom en kon med i detta fall centrumvinkeln 3,5 grader.

Flygbolagen BRA och Brussels Airlines har redovisat till Swedavia vilken inflygningsvinkel som deras Avro-flygplan har flugit med under år 2018. Inflygningsvinkeln räknas ut genom att för varje händelse mäta hastighet över marken och sjunkhastighet vid ett hundratal punkter längs inflygningslinjen. I Tabell 2 nedan, redovisas medel av de inflygningsvinklar som flygplanstyperna i Avro RJ-serien flugit med per flygbolag.

Tabell 2: Av flygbolagen redovisade inflygningsvinklar för Avro RJ85 och RJ100 år 2018.

Flygbolag / Bana	Medel av inflygningsvinkel (grader)	Antal mätningar	Antal inflygningar
BRA	3,6	6151	6561
Brussels Airlines	3,5 ⁴	0	8

På grund av tekniska begränsningar har det inte varit möjligt att kontrollera alla inflygningar. I tabellen ovan framgår att inflygningsvinkeln i medel överstiger 3,5 grader något. Ur flygbolaget BRAs redovisning framgår att inflygningsvinkeln varierat något under året. De avvikelser som rapporterats bedöms inte påverka bullerexponeringen i motsvarande certifieringspunkten Approach negativt. Redovisade värden för inflygningsvinkel gäller höjder från FAP⁵ till bantröskel och avser således höjdsegment även utanför certifieringspunkten Approach. Vid kontroll av Brussels Airlines 8 inflygningar har bolaget inte lämnat mer detaljerat underlag än att man säkerställt att man flugit enligt gällande procedur. De har följt glidbanesändarens vinkel som på Bromma är inställd på 3,5 grader.

2.1.3.1.3 Kontroll av luftbroms

Luftbroms är ett av de hjälpmedel som finns på ett flygplan för att sänka farten i förhållande till omgivande luftmassa. Exempelvis kan luftbroms användas för att

⁴ Uppskattat värde baserat på Brussels Airlines levererade underlag.

⁵ Final Approach Point är den punkt varifrån slutlig inflygning sker.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
10 av 25

kunna bibehålla inflygningsvinkeln och undvika avbruten inflygning. Aktiverad luftbroms utgör ingen signifikant ökning av ljudnivån vid inflygning om syftet är att sänka farten. Om flygplanet däremot bromsas och samtidigt ges ökat motorpådrag så att farten bibehålls ökar ljudnivån signifikant på grund av det ökade motorpådraget. Detta förfarande kallas automatlandning och används bland annat i samband med bullercertifiering av flygplan. Automatlandning används inte på Bromma Stockholm Airport. I samtliga fall som luftbromsen använts på flygplanen i Avro RJ-serien vid inflygning till flygplatsen har det varit på grund av säkerhetsskäl. Syftet har varit att sänka farten. Tabell 3 nedan redovisar i vilken omfattning luftbroms varit aktiverad för Avro RJ-flygplanen under år 2018.

Tabell 3: Av flygbolagen redovisade användning av luftbroms år 2018 för Avro RJ85 och RJ100.

Flygbolag	Luftbroms aktiverad	Antal mätningar	Procentuell andel	Antal inflygningar
BRA	13	6 356	0,2 %	6561
Brussels Airlines	0 ⁶	0	0 %	8

Den teoretiska flyghöjden över certifieringspunkten Approach är, för en 3,5 graders glidbana, drygt 400 fot. Kontrollen av hur ofta luftbroms används vid landning omfattar höjder från 600 fot för att inkludera motsvarande certifieringspunkten Approach. Vid kontroll av Brussels Airlines 8 inflygningar har bolaget inte lämnat mer detaljerat underlag än att man säkerställt att man flugit enligt gällande procedur. Det vill säga att luftbroms inte används annat än när flygsäkerheten så kräver. Bedömningen är att bolagens användning av luftbroms inte har påverkat ljudemissionerna i mätpunkterna och därmed inte påverkat villkor 4.

2.1.3.2 *Kontroll av flygplanstypen Sukhoi SuperJet 100*

De Sukhoi SuperJet 100 som trafikerar Bromma Airport har beteckningen RRJ-95B-100 och opereras av CityJet. Egenkontroll sker kvartalsvis genom redovisning till miljöförvaltningen i Stockholm stad. En sammanställning för år 2018 redovisas nedan:

2.1.3.2.1 Kontroll av maximala start- och landningsvikter

Maximal tillåten startvikt för flygplanstypen Sukhoi SuperJet 100 är 43 500 kg. Maximal tillåten landningsvikt för flygplanstypen Sukhoi SuperJet 100 är 41 000 kg.

⁶ Uppskattat värde baserat på Brussels Airlines levererade underlag.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
11 av 25

Om dessa maximala vikter inte överskrids, överskrids inte de tillåtna ljudemissionerna. Tabell 4 nedan visar maximala start- och landningsvikter som flygbolaget redovisat till Swedavia för utfallet år 2018.

Tabell 4: Av flygbolagen redovisade maximala start- och landningsvikter år 2018.

Flygbolag	Flygplanstyp	Maximal startvikt (kg)	Medel startvikt (kg)	Maximal landningsvikt (kg)	Medel landningsvikt (kg)
CityJet	RRJ-95B-100	43 494	41 653	40 556	38 086

Redovisade maximala vikter är lägre än de maximala vikterna som krävs för att villkoret ska uppfyllas. Maximal använd vikt utgörs endast av en rörelse. Ur tabell 4 framgår också de av flygbolaget redovisade medelvärden av start- och landningsvikterna och dessa ligger ca 2 000 kg under de maximalt tillåtna vikterna.

2.1.3.2.2

Kontroll av flygplansindivider

Sukhoi SuperJet 100 måste vara konfigurerade med motorer av typen SaM146-1S18, samt vara utrustade med så kallade ”New Main Landing Gear Doors” (NMLGD) för att de tillåtna ljudemissionerna inte ska överskridas på flygplatsen.

Tabell 5 visar de flygplansindivider som har trafikerat flygplatsen och dess konfiguration.

Tabell 5: Flygplansindivider av typen Sukhoi RRJ-95B-100 som under året trafikerat flygplatsen.

Flygbolag	Flygplanstyp	Registreringsnummer	Motortyp	Landningsställsluckor	Antal rörelser
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWA	SaM146-1S18	NMLGD	222
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWB	SaM146-1S18	NMLGD	140
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWC	SaM146-1S18	NMLGD	260
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWD	SaM146-1S18	NMLGD	258
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWE	SaM146-1S18	NMLGD	282
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWF	SaM146-1S18	NMLGD	286
CityJet	RRJ-95B-100	EI-FWG	SaM146-1S18	NMLGD	116

Flygplanen kontrolleras genom buller- och typcertifikat från IAA⁷ och EASA⁸ för respektive flygplansindivid och referensdokumentation från flygplansoperatören,

⁷ Irish Aviation Authority, Irländska motsvarigheten till Transportstyrelsen, utfärdar bullerintyg.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
12 av 25

CityJet, samt dokumentation från flygplanstillverkaren Sukhoi, där uppgift finns om flygplansindividernas motortyp och typ av landningsställsluckor. Flygplansindividernas registreringsnummer har också kontrollerats mot Swedavias faktureringsystem.

2.1.4 Tillägg markupplåtelseavtal med Stockholm stad

Flygplatsen har i markupplåtelseavtalet med Stockholm stad en begränsning för flygplanstyper vad gäller medelvärdet av ljudnivån i de tre certifieringspunkterna räknat i EPNL enligt ICAO Annex 16, Vol 1, kapitel 3.

För flygplan i linjefart gäller följande begränsningar rörande ljudemissioner:
”För flygplan i linjefart gäller generellt, dock med nedan angivna undantag att dessa antingen måste ha ett certifieringsvärde för ljudemission som inte överstiger 86 EPNdB i medeltal för de tre mätpunkterna enligt ICAO annex 16, Vol 1, chapter 3, eller kan trafikera Bromma så att bullret blir mindre än 86 EPNdB i medeltal före de tre mätpunkterna.

Större jetflygplan med en passagerarkapacitet på mer än 60 säten som framförs i linjefart, som har en ljudemission på över 86 men under 89 EPNdB i medeltal för de tre mätpunkterna enligt ICAO annex 16, Vol 1, chapter 3, får dock trafikera flygplatsen med ett totalt antal flygplansrörelser per kalenderår på maximalt 20 000”

Under år 2018 förekom 14 703 rörelser med jetflygplan som framförts i linjetrafik med en passagerarkapacitet på mer än 60 säten och ett EPNL-medelvärde mellan 86 och 89 EPNdB. Flygplanstyperna var Avro RJ85 och RJ100 samt Sukhoi SuperJet 100 och Airbus A319-111.

2.1.5 Kontroll av trafik utanför ordinarie öppethållandetider – villkor 5

Öppettiderna för flygplatsen är reglerat i miljötillståndet (villkor 5 i miljödomen från den 28 januari 2009 (mål nr M 1414-07)), men skärpt enligt avtal med Stockholms stad. Flygplatsen är öppen för civil trafik under följande tider:

måndagar – fredagar klockan 07:00 – 22:00

lördagar klockan 09:00 – 17:00

söndagar klockan 12:00 – 22:00

⁸ Typcertifikat, datablad för buller avseende RRJ-95B, TCDSN No.: EASA.IM.A.176 Issue 2 och 3, finns tillgängligt på url: <https://www.easa.europa.eu/document-library/noise-type-certificates-approved-noise-levels>

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
13 av 25

Tiderna kontrolleras i ANOMS och baseras på när radarspåret passerar respektive bantröskel. Statsflygplan och ambulans- och räddningsflyg är undantagna från begränsningen. Under år 2018 förekom totalt 49 rörelser utanför ordinarie öppethållningstider. Dessa fördelar sig enligt tabell 6 nedan. En av dessa var en händelse som har utretts särskilt. Utredningen visade att det var en taxning som påbörjades inom föreskriven tidsram, men tog något längre tid än normalt.

Tabell 6: Sammanfattning av kontroller och antal rapporterade händelser år 2018 enligt villkor 5:

Ordlista	Definition	Antal händelser kvartal 1 år 2018	Antal händelser kvartal 2 år 2018	Antal händelser kvartal 3 år 2018	Antal händelser kvartal 4 år 2018	Antal händelser år 2018
Kontroll-onoggrannhet	Inom 1 minut utanför öppettiderna. Faller inom onoggrannheten i kontrollsystemet.	3	3	3	2	11
Utreds	Avvikelsen har ingen förklaring och flygplatsen utreder orsaken	0	1	0	0	1
Undantagen kategori	Statsluftfartyg/Ambulans	5	14	18	0	37
Totalt		8	18	21	2	49

2.2

Flygvägar

2.2.1

Kontroll av flygvägar – villkor 6

Enligt villkor 6 i miljödomen från den 28 januari 2009 (mål nr M 1414-07) skall trafik som tillämpar IFR (instrumentflygregler) följa in- och utflygningslinjen mellan ytterfyraryna och rullbana. Avvikelser får förekomma med lätta luftfartyg, med startvikt mindre än 5 700 kg, av trafikavvecklingskäl.

Flygplatsen har regelbundna möten med Swedavia Konsult och Bromma ATS (LFV) för att följa upp villkoret samt för att utreda orsakerna till eventuella överträdelser och vid behov vidta åtgärder.

Villkoret kontrolleras i Swedavias flygvägsuppföljningssystem ANOMS med hjälp av fyra stycken så kallade grindar, som flygtrafiken ska passera igenom för att anses följa in- respektive utflygningslinjen för varje flygväg.

Samtliga flygrörelser registrerade i ANOMS under året följs upp. Startvikten på dessa flygplan kontrolleras med hjälp av uppgifter i Swedavias faktureringsstatistik, TRISS. Avvikelser kan ske vid svåra väderförhållanden som t ex åska eller andra säkerhetsrelaterade trafiksituationer.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
14 av 25

Under året har 35 rörelser fastnat i kontrollen för flygvägar på flygplatsen. Dessa redovisas nedan tillsammans med en beskrivning av orsakerna enligt uppgifter från flygtrafikledningen på Bromma. Av dessa har 9 flygningar inte följt flygledares instruktion och flygbolagen i fråga har tillskrivits, se tabell 7 nedan:

Tabell 7: Sammanfattning av kontroller och antal rapporterade händelser år 2018 enligt villkor 6:

Ordlista	Definition	Antal händelser kvartal 1 år 2018	Antal händelser kvartal 2 år 2018	Antal händelser kvartal 3 år 2018	Antal händelser kvartal 4 år 2018	Antal händelser år 2018
Åska	CB-moln, som kan påverka flygsäkerheten, i in/utflygningsvägen	0	3	10	0	13
Vind	Vindskjuvning, mekanisk och termisk turbulens	2	0	0	3	5
Navigationshjälpmedel	Nav hjälpmedel, som SID bygger på ur funktion	0	1	0	3	4
Trafiksituation	Trafikal situation, där exempelvis flygplan av säkerhetsskäl väjt för annan flygtrafik	1	0	2	0	3
Pilotfel	Piloten har inte följt AIP eller flygledarens instruktioner.	2	2	3	2	9
Marginellt utanför	Flygningar vars radarspår gått marginellt utanför kontrollgrindarna	0	1	0	0	1
Totalt		5	7	15	8	35

2.2.2

Bananvändning

Bananvändningen styrs främst av vindriktningen och varierar därför naturligt från år till år. Detta påverkar resultatet av bullerberäkningarna och vilka områden som överflygs. Under år 2018 har det varit något högre andel sydliga och sydostliga vindar jämfört med år 2017 och därmed lite mer trafik på bana 12 år 2018 jämfört med år 2017. I tabell 8 redovisas den totala bananvändningen för år 2018 jämfört med år 2017.

Tabell 8: Bananvändning på Bromma Stockholm Airport år 2018 jämfört med år 2017, avrundat till hela procentenheter.

Bana	Användning år 2017	Användning år 2018
12	39 %	44 %
30	61 %	56 %

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
15 av 25

3

KONTROLL AV FLYGBULLERVILLKOR

3.1

Faktaruta

- **dB (deciBel)** är ett mått som relaterar till det svagaste ljud som örat anses kunna uppfatta, där 0 dB motsvarar ljudtrycket $20\mu\text{Pa}$, (mikro-pascal). dB representerar därför ett förhållande till denna nivå på samma sätt som ett procentvärde med den skillnaden att dB-begreppet är ett logaritmiskt begrepp medan procent är linjärt.
- **Måttet dB(A)** är den skala som används vid beskrivning av ljud såsom det upplevs av människor. Den s.k. A-vägningen innebär att man vid beräkningarna tagit hänsyn till hur örat uppfattar olika ljudfrekvenser genom att väga frekvensinnehållet så att det bättre överensstämmer med det mänskliga örats uppfattningsförmåga.
- **SEL** (engelska för Sound Exposure Level) är den ekvivalenta ljudnivån av en enskild bullerhändelse normerad till en sekund och påverkas av bullerhändelsens varaktighet. SEL tillsammans med trafikmängd utgör grunden vid beräkning av viktad ekvivalent ljudnivå utomhus FBN. SEL benämns ibland L_{AE} .
- **FBN_{TBU}** är en logaritmisk ”medelljudnivå”, (ekvivalent ljudnivå), för ett årsmedeldygn, där hänsyn tas till när på dygnet flygrörelsen sker. FBN är ett mått på den bullerdos under ett årsmedeldygn som det aktuella trafikscenariot representerar. FBN anges i dB(A), och visas oftast som en så kallad iso-dB-linje, en kontur, på karta. I detta trafikscenario värderas en kvällshändelse (mellan kl 19 och 22) som tre dagshändelser och en natthändelse (mellan kl 22 och 07) värderas som tio dagshändelser. TBU står för trafikbullerutredningen eftersom begreppet FBN ursprungligen definierades i ”flygbuller SOU 1975:56”.
- **Maximal ljudnivå**, är som grundläggande begrepp definierad som den högst noterade ljudnivån under en passage av en viss flygplanstyp. Maximal ljudnivå används också för att beskriva den högsta bullerhändelse som anses vara regelbundet förekommande och visas då som ljudnivå relaterat till antalet gånger denna överskrids i en punkt eller såsom en ljudnivåkontur. Med ”regelbundet förekommande” har ofta tre händelser under ett genomsnittligt dygn använts. Maximal ljudnivå anges även den i dB(A).
- **TFBN, Total FlygBullerNivå**, totalt av ett trafikscenario producerad ljudenergi för ett årsmedeldygn, beskriven med ett enda siffervärde i enheten dB(A) och kan därmed sägas vara ett mått på hur mycket ljud som får produceras av ett givet trafikscenario. Beräknas såsom den till en fastställd yta mottagna ljudenergin av det aktuella trafikfallet. TFBN vägs med hänsyn till tid på dygnet på samma sätt som FBN.
- **EPNL, Effective Perceived Noise Level**, är ett certifieringsvärde som baseras på inmätt ljudnivå i tre mätpunkter kring respektive flygplanstyp i samband med landning och start. De mätta ljudnivåerna justeras sedan för ljudets frekvens, varaktighet och hastighet. Varje flygplanstyp som nyregistreras miljöcertifieras enligt internationell standard. EPNL anges i enheten EPNdB. Ofta används medelvärdet av de tre certifieringspunkterna som gränsvärde för tillåtlighet såsom det angivits på Bromma flygplats.
- **$L_{Aeq,24h}$** är en A-vägd dygnsekvivalent ljudnivå. Enheten som används är dB(A). $L_{Aeq,24h}$ beräknas för att användas som underlag för att beräkna vilka bullerisoleringsåtgärder som behövs på respektive objekt .

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
16 av 25

3.2

Flygbullerberäkning

Enligt Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar i Sverige som tagits fram av Transportstyrelsen, Naturvårdsverket och Försvarmakten⁹ är det ECAC Document 29¹⁰ som ska vara den metodmässiga utgångspunkten för flygbullerberäkningar i Sverige. För närvarande tillämpas Doc 29, 3rd Edition. Beräkningsmetoden redovisas i bilagan, kapitel 5.

Villkor 1 avser beräkning av 2018 års utfall av FBN 55 och 65 dB(A) som skall jämföras med beräkning av det så kallade trafikfall 4 från ansökan. FBN 55 och 65 dB(A) för trafikfall 4 beräknades år 1978 med ett beräkningsverktyg och en beräkningsmetod som inte längre finns tillgänglig. FBN 55 dB(A) och 65 dB(A) för trafikfall 4 räknades därför om år 2011 med den senaste beräkningsmetoden eftersom samma metod ska användas i båda fallen enligt Kvalitetssäkringsdokumentet kapitel 5.5.

Villkor 2, TFBN har beräknats med samma metod som användes vid tiden för miljöprövningen.

Enligt villkor 7 avseende bullerskyddsåtgärder beräknas utfall år 2018 för FBN 60 dB(A), maximal ljudnivå 80 dB(A) som förekommer 3 gånger per årsmedeldygn samt dygnsekvivalenta ljudnivåer.

3.3

Beräkningsresultat

3.3.1

FBN för utfall år 2018 jämfört med trafikfall 4, villkor 1

Enligt villkor 1 i miljödomen från den 28 januari 2009 (mål nr M 1414-07) får FBN 55 och 65 dB(A) inte överstiga de gränser som anges i trafikfall 4 i Luftfartsverkets ansökan.

⁹ Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar finns i mars 2018 på Transportstyrelsens hemsida URL:

https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/miljo/kvalitetssakringsdokument_flygbuller.pdf

¹⁰ Den 7 december 2016 godkände ECAC (European Civil Aviation Conference) den fjärde utgåvan av metoddokument ECAC Doc 29. Doc 29 beskriver standardmetoden för beräkning av flygbuller runt civila flygplatser. Ett arbete har påbörjats för att i framtiden kunna implementera ECAC Document 29 4th Edition. De skillnader jämfört med tidigare utgåva bedöms inte påverka resultatet för denna beräkning.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

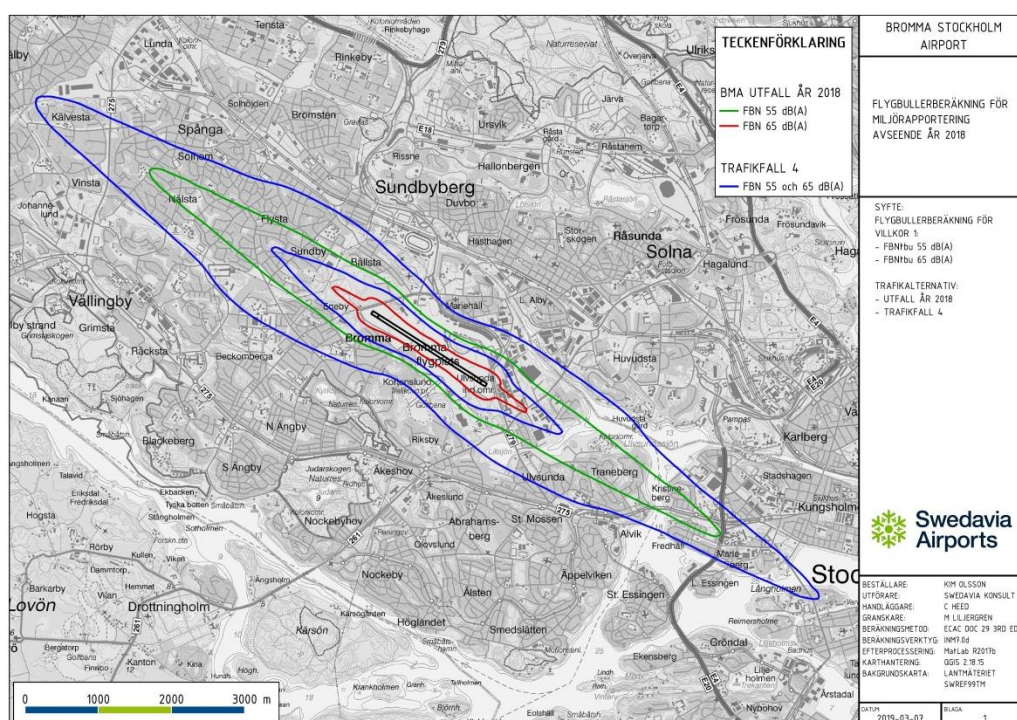
Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
17 av 25

I figur 4 redovisas resultatet av flygbullerberäkningarna avseende år 2018 för FBN_{TBU} 55 och 65 dB(A) beräknat enligt beskrivning i kapitel 3.2. Bullerkonturer enligt tillståndsgivet trafikfall 4 beräknade med INM 7.0c för FBN_{TBU} 55 resp. 65 dB(A) finns också inlagda (blå konturer).



Figur 4: Blå konturer visar FBN_{TBU} 55 dB(A) och FBN_{TBU} 65 dB(A) för tillståndsgivet trafikfall 4. Grön kontur visar FBN_{TBU} 55 dB(A) och röd kontur visar FBN_{TBU} 65 dB(A) för utfall år 2018.

Utfallet år 2018 ligger innanför trafikfall 4. Konturerna för FBN har förändrats något på vissa ställen år 2018 och det beror på förändringar i flygplansflottan samt mer användning av bana 12 jämfört med föregående år. Men det beror också på att radardata har uppdaterats under år 2018. Den nya radartypen har högre kvalitet vilket lett till mer noggrant modellerade flygvägar.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
18 av 25

3.3.2 TFBN för utfall år 2018 – villkor 2

Enligt miljööverdomstolens dom, 2010-02-05 (M 1441-09) villkor 2 får TFBN inte överstiga 134,2 dB(A).

Beräknad TFBN för utfallet år 2018 är 131,1 dB(A). Det är en minskning med en halv dB jämfört med år 2017. Faktorer som påverkar är fördelning av trafikfallets antal rörelser per flygplanstyp och under vilka tider som flygplanen har trafikerat flygplatsen. TFBN för 2018 års utfall understiger gränsvärdet på 134,2 dB(A).

3.3.3 FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå för utfall år 2018 – villkor 7, bullerisolering

Enligt villkor 7 i miljööverdomstolens dom från den 5 februari år 2010 (mål nr M 1441-09) ska flygplatsen vidta bullerisoleringsåtgärder på bostadshus, skolor, daghem och vårdinrättningar som utsätts för beräknad maximal ljudnivå 80 dB(A) eller högre. Dessutom ska bullerisolerande åtgärder vidtas på angivna bostadshus och byggnader som kan komma att utsättas för buller uppgående till beräknad FBN 60 dB(A) eller däröver. Ljudnivåerna inomhus efter vidtagna bullerisoleringsåtgärder får inte överskrida 30 dB(A) som dygnsekvivalent ljudnivå, $L_{Aeq,24h}$.

I figur 5 redovisas resultatet av flygbullerberäkningarna avseende år 2018 för maximal ljudnivå 80 dB(A) som förekommer minst 3 gånger per årsmedeldygn, FBN_{TBU} 60 dB(A) och $L_{Aeq,24h}$ 57 dB(A). Resultatet redovisas som konturer på karta och gäller beräknade ljudnivåer utomhus. FBN_{TBU} 60 dB(A) och maximal ljudnivå 80 dB(A) utgör begränsningslinjer. $L_{Aeq,24h}$ 57 dB(A) redovisas i figuren som ett exempel för dygnsekvivalent ljudnivå.

Den beräknade FBN 60 dB(A)-konturen ligger geografiskt innanför konturen för den maximala ljudnivån 80 dB(A) som förekommer minst 3 gånger per årsmedeldygn. Den maximala ljudnivån 80 dB(A) bestämmer således vilka fastigheter som berörs av bullerisoleringsvillkoret. Maximal ljudnivå 80 dB(A)-konturens yta har minskat något jämfört med år 2017. Trafikvolymen har inte förändrats så mycket, men bananvändningen och förändringar i flygplansflottan, samt ny typ av radardata förklarar förändringen av konturen.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

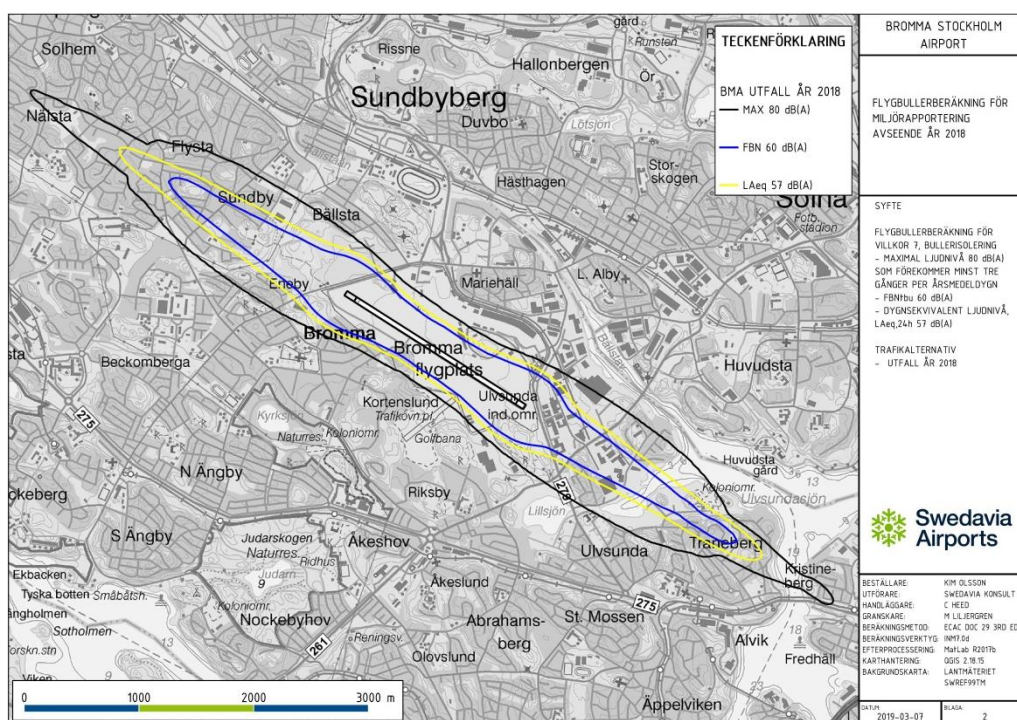
Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
19 av 25



Figur 5: Beräkningar för bullerisolering avseende år 2018: Svart kontur visar den maximala ljudnivån 80 dB(A) som förekommer minst 3 gånger per årsmedeldygn. Blå kontur visar FBN_{TBU} 60 dB(A). Gul kontur visar L_{Aeq,24h} 57 dB(A).

De beräknade konturerna för dygnsekvivalenta utomhusljudnivåer har förändrats något år 2018 och det beror på förändringar i flygplansflottan samt mer användning av bana 12 jämfört med föregående år. De dygnsekvivalenta utomhusljudnivåerna används för beräkning av behovet av isoleringsåtgärder på respektive fastighet för att den dygnsekvivalenta inomhusljudnivån inte ska överstiga 30 dB(A).

När flygplansflottan eller bananvändningen förändras behöver tillhörande frekvensspektrum kontrolleras. Frekvensspektrum från de ekvivalenta utomhusljudnivåerna påverkar en fastighets inomhusljudnivå på grund av dess förmåga att reducera utomhusljudnivån vid motsvarande frekvensband. Förändringar av de ekvivalenta inomhusljudnivåerna för utfall år 2018 kan därför variera både upp och ned för olika fastigheter. Sådana förändringar kan inte uteslutas även om bullerkonturerna generellt blivit mindre år 2018. Med anledning av detta kommer frekvensspektrum för de dygnsekvivalenta utomhusljudnivåerna att kontrollberäknas senare under år 2019.

Dokumenttyp
Rapport

Datum
2019-03-26

Dokument-ID
D 2019

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Sekretess
Internt

Version
1.0

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

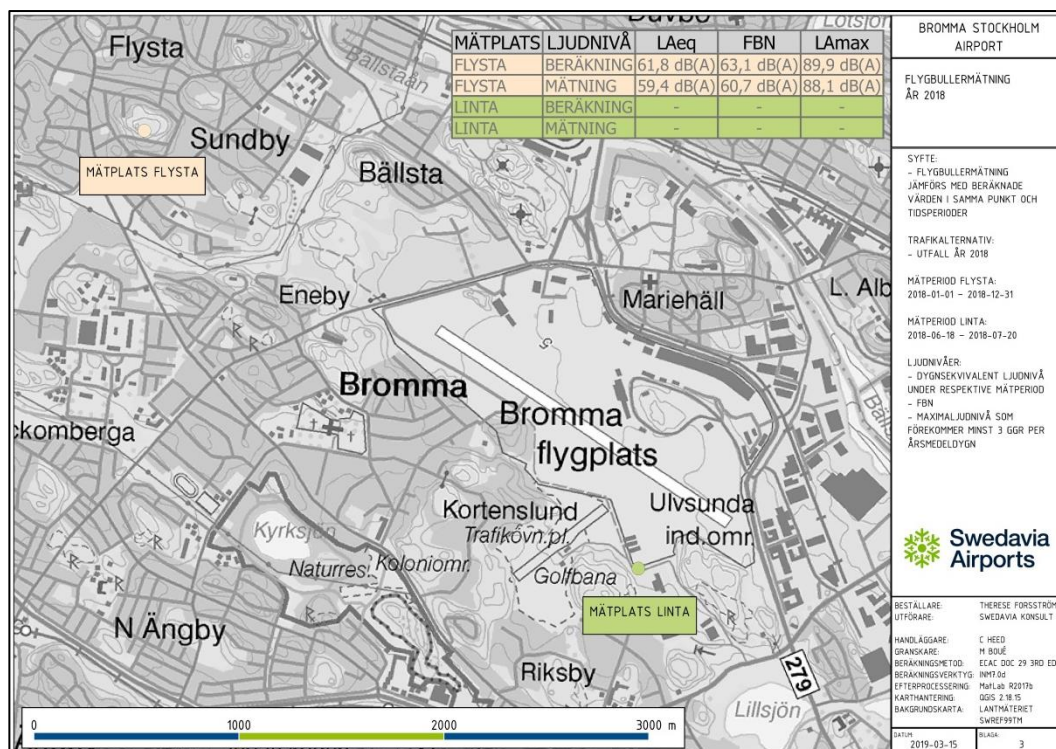
Enhet
Bromma Stockholm Airport

Sida
20 av 25

4 LJUDMÄTNINGAR

Ljudmätningar har genomförts på två platser runt flygplatsen under år 2018. Dels vid den fasta mätstationen i Flysta, där ljudmätningar genomförs kontinuerligt året om. Dels genomfördes ljudmätningar under juni och juli på Linta, söder om rullbanan. På grund av för mycket oförutsedda bakgrundsstörningar och problem med närliggande helikoptertrafik tvingades mätningen vid Linta av att avbrytas i förtid. Tillräckligt antal mätningar av god kvalitet har därför inte kunnat samlas in. Mätarnas placering illustreras på karta i figur 6 nedan, tillsammans med mätresultatet och motsvarande beräknade värden i samma punkt och tidsperiod för dygnsekvivalent ljudnivå, FBN och maximal ljudnivå.

4.1 Resultat



Figur 6: Mätpunkternas placering år 2018 i förhållande till rullbanan, samt resultat.

Uppmätt $L_{Aeq,dyn}$ för år 2018 uppgår till 59,4 dB(A) med ± 2 dB utökad mätosäkerhet ($K = 2$). $L_{Aeq,dyn}$ i mätpunkten beräknas till 61,8 dB(A) för år 2018.

Uppmätt FBN för år 2018 uppgår till 60,7 dB(A) med ± 2 dB utökad mätosäkerhet ($K = 2$). FBN i mätpunkten beräknas till 63,1 dB(A) för år 2018.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
21 av 25

Den 3:e högsta maximala ljudnivån som förekommit per årsmedeldygn i mätpunkten var 88,1 dB(A) med ± 1 dB kombinerad instrumentmätosäkerhet. Motsvarande beräknat värde är 89,9 dB(A).

4.2

Metod

Ljudmätningarna och analys är utförda enligt mätstandard SS-ISO 20906:2011. Sammanställning av ljudmätningen i Flysta tar hänsyn till den faktiska spridningen av ljudnivåer som uppkommer beroende på exempelvis variation i flyghöjd och meteorologi. Mätmikrofonen är placerad 8 meter över marken och registrerar flygbullerhändelser från flygplan som ska landa till bana 12 och som startat från bana 30. Mätthändelser som inte korrelerar till en flygbullerhändelse samt då det varit nederbörd eller kraftig vind har inte ingått i analysen. De beräknade ljudnivåerna görs som en punktberäkning i mätmikrofonens geografiska punkt enligt metod beskriven i kapitel 3.2 för villkor 7. Dessa beräknade värden jämförs sedan med uppmätta motsvarande värden. Totalt har 18 280 mätthändelser från flygtrafik som landat till bana 12 och startat från bana 30 ingått i analysen. FBN och dygnsekvivalent ljudnivå i mätpunkten analyseras och i resultatet tas hänsyn till fakturerad trafikvolym. Den tredje högsta uppmätta maximala ljudnivån som förekommit motsvarande minst 3 gånger per årsmedeldygn jämförs med den beräknade i mätpunkten.

4.3

Diskussion ljudmätningar

Enligt domstolsbeslut är det beräknad ljudnivå som ska användas vid villkorskontroll. Ljudmätningar ger dock, vid korrekt analys, information om den momentana situationen som förekommit i den punkten mätningen sker. Normalt kan ljudnivån från samtliga flygbullerhändelser runt en flygplats inte mätas och analyseras. Det beror bland annat på dåligt väder, höga nivåer av bakgrundsbuller och mättekniska begränsningar. Flygbuller kan heller inte mätas kontinuerligt samtidigt på samtliga platser runt en flygplats. Det beror bland annat på praktiska begränsningar, så som fysiska hinder i form av skog, byggnader, och vägar.

Vid beräkning av ljudnivån för ett helt års trafikutfall, som i exempelvis villkor 1 och 7, tas hänsyn till samtliga registrerade flyghändelser som förekommit runt flygplatsen. Alltså även de där ljudnivån av olika orsaker inte kan mätas. Beräkning kan också till skillnad från en mätning göras på samtliga platser runt flygplatsen inom ett begränsat område. Analys av ljudmätningar i enstaka punkter betraktas som stickprov vid jämförandet med beräknade ljudnivåer. Vid jämförelse mellan ljudmätning och beräknat värde jämförs därför ljudnivån baserad på samma tidsperiod, antal händelser per flygplanstyp och operationstyp.

Dokumenttyp

Rapport

Datum

2019-03-26

Dokument-ID

D 2019

Upprättad avHeed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451Sekretess

Internt

Version

1.0

Godkänd avOlsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030Enhet

Bromma Stockholm Airport

Sida

22 av 25

Föreliggande analyser visar att de beräknade ljudnivåerna ligger strax utanför mätosäkerheten och överensstämmer bra jämfört med uppmätta ljudnivåer.

För mätning under längre perioder, som den i Flysta, har huvuddelen av flygtrafiken som ingår under ett helt år kunnat mätas. I den analysen skalas uppmätt ljudnivå upp till den totalt registrerade trafikmängden som används i beräkningen. Uppskalningen av antalet uppmätta flygbullerhändelser ger i det fallet ett relativt litet fel.

5 BILAGA

5.1 Beräkningsmetod för FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå utfall år 2018 – villkor 1 och villkor 7

Beräkningsmetodiken följer ECAC Document 29 och är uppdelad i tre steg: förprocessering, beräkningsmodell och efterprocessering enligt följande:

5.1.1 Förprocessering

Swedavias flygvägsuppföljningssystem, ANOMS, med tillhörande exporteringsprogram, har använts för att ta fram indata avseende flygplatsdata, bananvändning, modellerade flygvägar med spridning och flygplanstyper för bullerberäkning av utfallet år 2018. Flygvägsuppföljningssystemet får indata i form av radardata och så kallade färdplaner, vilka länkas samman med hänsyn till transponderkod och givna tidskriterier. Dessa data kan i systemet användas för att bestämma enskilda flygningars geografiska position. Under år 2018 togs en ny typ av radardata i bruk. Den nya radartypen har högre kvalitet jämfört med tidigare. Uppgifter avseende flygplanstyp, operationstyp (landning/start), bana, flygväg, destination och antal rörelser samt tid på dygnet har använts som underlag för bullerberäkning. Uppgifterna har jämförts med och justerats med hänsyn till Swedavias faktureringsstatistik.

Flygvägarna för beräkning är modellerade i ANOMS efter statistiskt analyserade radarspår från utfallet år 2018. IFR-trafik modelleras med 7 statistiskt normalfördelade spridningsflygvägar per flygväg och VFR-trafik modelleras med 5 statistiskt normalfördelade spridningsflygvägar per flygväg.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
23 av 25

Vid flygbullerberäkning genomförs en översättning av de faktiska flygplanstyperna till beräkningsbara flygplanstyper. Ett fåtal flygplanstyper dominerar flygplansflottan, se figur 2. Flygplanstyperna delas in i grupper med en typrepresentant som i flygbullerberäkningarna baseras på dessa:

- Helikopter ingår inte i flygbullerberäkningsmetoden, men räknas schablonmässigt tillsammans med enmotoriga propellerflygplan.
- Tvåmotoriga propellerplan med kolvmotor ingår i en grupp.
- Turbopropflygplan domineras av en flygplanstyp, ATR 72. Två grupper för mindre turbopropflygplan finns dock också.
- Lättare affärsflyg (under 16 ton) räknas i en grupp och tyngre affärsjet beräknas i en grupp.
- Fyrmotoriga medelstora jetflygplan består av Avro RJ100 och RJ85.
- Tvåmotoriga medelstora jetflygplan, Airbus A319-111
- Sukhoi SuperJet 100 beräknas i en egen grupp.

Förutom flygplanens gruppering finns även en delgruppering med hänsyn till stage length. Startvikten på respektive flygplan förklaras av bland annat avstånd till destinationen och påverkar exempelvis startproceduren och stigprestanda som i sin tur påverkar bulleremissionen. Man använder begreppet stage length för att beskriva flygavstånd. Normalt räknas inrikestrafik som stage length 1, medan utrikestrafik från Bromma Stockholm Airport räknas som stage length 2 – 3. Större flygplan i linjetrafik som kan trafikera längre distanser kan generellt inte trafikera flygplatsen. Flygningar till Kiruna räknas dock som stage length 2 och vissa flygningar till Finland räknas exempelvis som stage length 1. Inflygningar av flygbolagen beräknade att landa med så lite bränsle som säkerheten tillåter. Dessa räknas därför som stage length 1, oavsett avreseort.

5.1.2 Bullerberäkningsmodell

Flygbullerberäkningarna har gjorts med den datoriserade beräkningsmodellen INM 7.0d¹¹ som är konstruerat av FAA¹². INM 7.0d med dess underliggande teori överensstämmer enligt FAA med den modellbeskrivning som redovisats i ECAC Doc 29, 3rd Edition och ICAO Doc 9911¹³. INM 7.0 tillämpar en internationell

¹¹ Integrated Noise Model

¹² Federal Aviation Administration

¹³ ICAO Doc 9911 – Recommended Method for Computing Noise Countours Around Airports är ett internationellt dokument som motsvaras av ECAC Doc 29

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Heed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451

Godkänd av
Olsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030

Datum
2019-03-26

Sekretess
Internt

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
24 av 25

prestanda- och flygbullerdatas kallas ANP-databasen¹⁴ som ingår i beräkningsmetoden ECAC Doc 29.

För ett par flygplanstyper finns inte någon ersättningstyp i ANP-databasen som kan användas utan modifiering. Buller- och prestandauppgifter för flygplanstyperna i Avro RJ-serien saknas i ANP-databasen för rätt flygprocedur och motortyp. I beräkningen baseras dessa på den snarlika flygplanstypen BAE146-300, men med modifierade höjd- och gaspådragsdata. Sukhoi SuperJet 100 är en relativt ny flygplantyp och saknas i ANP-databasen. Buller- och prestandauppgifterna baseras därför på Embraer ERJ190-200, med modifieringar gjorda med hänsyn till buller- och prestandauppgifter tillhandahållna från flygplanstillverkaren. Dessa är framtagna efter hur flygplanen är konfigurerade och flyger på Bromma Stockholm Airport. Bulleremissionerna har kontrollerats mot certifieringsuppgifter, ljudmätningar och radardata.

På Bromma Stockholm Airport används en glidbana med 3,5° lutning, (glidbanesändarens anflygningsvinkel), vilket inte är standard i profildata som används i ANP. Revidering har gjorts för att anpassa dem till flygplatsens förhållanden. Endast flygbuller från in- och utflygning till/från flygplatsen inklusive landning och start ingår i beräkningsmetoden. Buller från taxning, motorprovkörning och liknande ingår inte. Detta beräknas separat. I övrigt används ISA¹⁵ med 15 graders temperatur och 8 knops motvind.

Beräkningarna för maximal ljudnivå är gjorda runt flygplatsen i ett detaljerat rutnät med punkter om 10 m x 10 m. Beräkningarna av ekvivalenta ljudnivåer är gjorda genom rekursivt rutnät. I flygplatsens närhet finns det en signifikant variation av terränghöjden varför hänsyn tas till avståndet bullerkälla/mottagare med hänsyn till topografins variation. Skärmningseffekter ingår dock inte.

5.1.3

Efterprocessering

Beräkning av konturer för FBN och $L_{Aeq,24h}$ har gjorts direkt i INM. Beräkning av konturen för den maximala ljudnivån 80 dB(A) som förekommer minst tre gånger per årsmedeldygn från den samlade flygtrafiken vid Bromma Stockholm Airport har utförts i beräkningsverktyget MatLab och GIS-programvaran QGIS baserat på

¹⁴ Aircraft Noise and Performance innehåller beräkningsbara flygplans buller- och prestandauppgifter som används vid flygbullerberäkning. ANP-databasen finns att ladda ner efter registrering på url: <https://www.aircraftnoisemodel.org/>

¹⁵ International Standard Atmosphere är en standardmodell av jordens atmosfär och beskriver hur lufttrycket, temperaturen och densiteten beror av höjden över havsytan.

Dokumenttyp

Rapport

Datum

2019-03-26

Dokument-ID

D 2019

Upprättad avHeed, Christer (Swedavia
Konsult) 90451Sekretess

Internt

Version

1.0

Godkänd avOlsson, Kim (Bromma Stockholm
Airport) 91030Enhet

Bromma Stockholm Airport

Sida

25 av 25

det detaljerade rutnätet och utifrån detta är den maximala ljudnivå analyserad som under året förekommer tre gånger inom respektive beräkningspunkt. Bullerkartorna i figurena har färdigställts i QGIS i kartprojektion SWEREF99TM.

5.2

Beräkning av TFBN utfall år 2018, villkor 2

TFBN har beräknats enligt dansk metod¹⁶. Beräkningsmetoden är den samma som användes vid tiden för miljöprövningen. TFBN-metoden utgår från respektive luftfartygs TSEL¹⁷-värden som är ett värde för start och utflygning samt ett värde för inflygning och landning. Samtliga rörelers TSEL-värden ackumuleras för beräkning av TFBN. Liknande ersättningstyper används som vid beräkning av FBN. Flygplansdata för bullerberäkning har uppdaterats i takt med att nya flygplan tagits i drift och de senaste TSEL-värdena har tillhandahållits från Copenhagen Airports i Danmark.

¹⁶ TFBN beräknas enligt Dansk metodik (metoden kallas där TDENL) och beskrivs i rapporten "Noise Control at Airports/Airfields" ISBN 87-7280-008-9.

¹⁷ TSEL är summan av den från ett flygplan mottagna ljudenergin över en bestämd yta om 28 km x 6 km normaliserad till 1 sekund. Storleken på ytan är tillräckligt stor för att ta hänsyn till det signifikanta bidraget som omfattas av hela in, och utflygningen.