

MILJÖRAPPORTUNDERLAG BROMMA STOCKHOLM AIRPORT ÅR 2019

Kontroll av flygtrafik och flygbuller

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
2 av 24

MILJÖRAPPORTUNDERLAG BROMMA STOCKHOLM AIRPORT ÅR 2019

Kontroll av flygtrafik och flygbuller

Källförteckning

TRISS – Swedavias faktureringsstatistik
ANOMS – Swedavias flygvägsuppföljningssystem
ATSP Bromma – Flygtrafiktjänsten Bromma flygplats (LFV)

Revisionsförteckning

Rev	Datum	Upprättad av	Information
1.0	2020-03-26	Christer Heed	

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
3 av 24

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	4
2	KONTROLL AV FLYGTRAFIK.....	4
2.1	Kontroll av villkor 3 – trafikvolym	4
2.1.1	Flygtrafikflottans antal rörelser och fördelning av flygplanstyper.....	4
2.2	Kontroll av villkor 4 – bulleregenskaper	6
2.2.1	Kontrollmetod – villkor 4	7
2.2.2	Kontroll av flygplanstyperna i Avro RJ-serien	8
2.2.3	Kontroll av flygplanstyper Embraer ERJ-serien	10
2.3	Kontroll av markupplåtelseavtal med Stockholm stad	11
2.4	Kontroll av villkor 5 – trafik utanför ordinarie öppethållandetider	12
3	KONTROLL AV FLYGVÄGAR.....	12
3.1	Kontroll av villkor 6 – flygvägar.....	12
3.2	Statistik – bananvändning	13
4	KONTROLL AV FLYGBULLERVILLKOR.....	14
4.1	Faktaruta.....	14
4.2	Flygbullerberäkning	15
4.3	Beräkningsresultat	15
4.3.1	Kontroll av villkor 1 – FBN utfall år 2019 jämfört med trafikfall 4.....	15
4.3.2	Kontroll av villkor 2 – TFBN utfall år 2019	16
4.3.3	Kontroll av villkor 7 – FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå utfall år 2019, bullerisolering.....	17
5	LJUDMÄTNINGAR	18
5.1	Resultat ljudmätning	19
5.2	Slutsats och diskussion ljudmätning.....	20
6	BILAGA	21
6.1	Beräkningsmetod för FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå utfall år 2019 – villkor 1 och villkor 7.....	21
6.1.1	Förprocessering.....	21
6.1.2	Bullerberäkningsmodell.....	22
6.1.3	Efterprocessering	23
6.2	Beräkning av TFBN utfall år 2019, villkor 2	23
6.3	Metod – Ljudmätning.....	23
6.3.1	Allmänt om ljudmätning av flygbuller.....	23
6.3.2	Mätmetod	24

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
4 av 24

1 INLEDNING

Denna rapport utgör ett underlag till miljörapport avseende utfall år 2019 för flygplatsen Bromma Stockholm Airport.

Flygplatsen har i miljötillståndet ett antal villkor som kontrolleras och redovisas årligen. Denna rapport redovisar uppföljning och kontroll av de miljövillkor som avser flygvägar och flygbuller samt flygtrafikstatistik. Kontroller har utförts enligt upprättat kontrollprogram och flygvägsuppföljningen har gjorts i samarbete mellan Swedavia och ATSP Bromma. Kontroller har också utförts för flygtrafik- och bullervillkor i markupplåtelseavtalet med Stockholm stad. Resultat av ljudmätningar genomförda under år 2019 redovisas också. Uppgifterna i denna rapport avser utfall år 2019 och har hämtats från:

- Swedavias statistik TRISS - som utgör faktureringsunderlag gentemot flygbolagen
- Swedavias flygvägsuppföljningssystem ANOMS
- ATSP Bromma – Flygtrafiktjänsten Bromma flygplats (LFV)

2 KONTROLL AV FLYGTRAFIK

2.1 Kontroll av villkor 3 – trafikvolym

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.

Både villkoret i miljötillståndet och markupplåtelseavtalet uppfylls.

2.1.1 Flygtrafikflottans antal rörelser och fördelning av flygplanstyper

Den totala trafikvolymen år 2019 uppgick till 55 662 rörelser², vilket är en minskning med sex procent jämfört med föregående år. Den största minskningen av antalet rörelser återfinns inom kategorin linjefart. Flygrörelsernas fördelning på olika kategorier mellan år 2015 och år 2019 framgår av figur 1. Ambulans- och räddningsflyg ingår i kategorin bruksflyg, statsflygplan ingår i kategorin

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

² Uppgift i TRISS per 2020-01-14

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

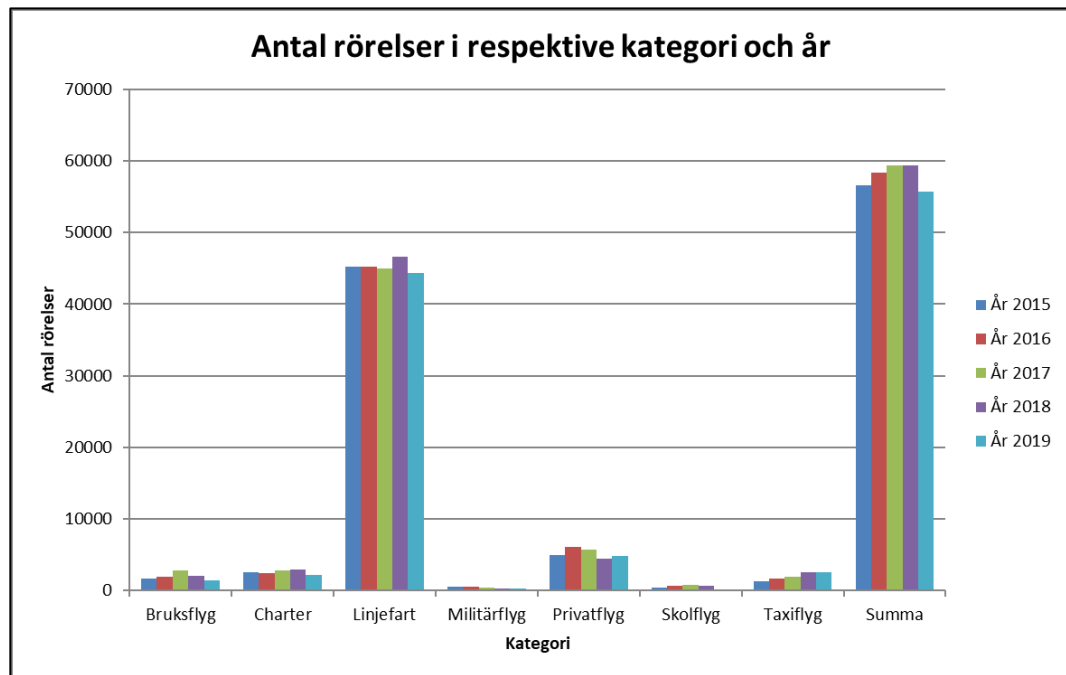
Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
5 av 24

militärflyg, reguljär flygtrafik ingår i kategorin linjefart och affärsflyg ingår i kategorierna privatflyg och charter.



Figur 1: Flygrörelsernas fördelning på olika kategorier år 2015, 2016, 2017, 2018 och 2019 på Bromma Stockholm Airport.

Under år 2019 förekom 161 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 luftfartygstyperna på flygplatsen år 2019 var de tvåmotoriga turbopropflygplanen i ATR 72-serien följt av de fyrmotoriga jetflygplanen i Avro RJ-serien och Fokker 50. Dessa luftfartygstyper utgjorde tre fjärdedelar av flygplatsens totala trafikvolym under året. Figur 2 nedan, visar antal rörelser för de 10 vanligaste luftfartygstyperna år 2019 och att den ackumulerade andelen av total trafikvolym år 2019 för dessa var 84 %.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

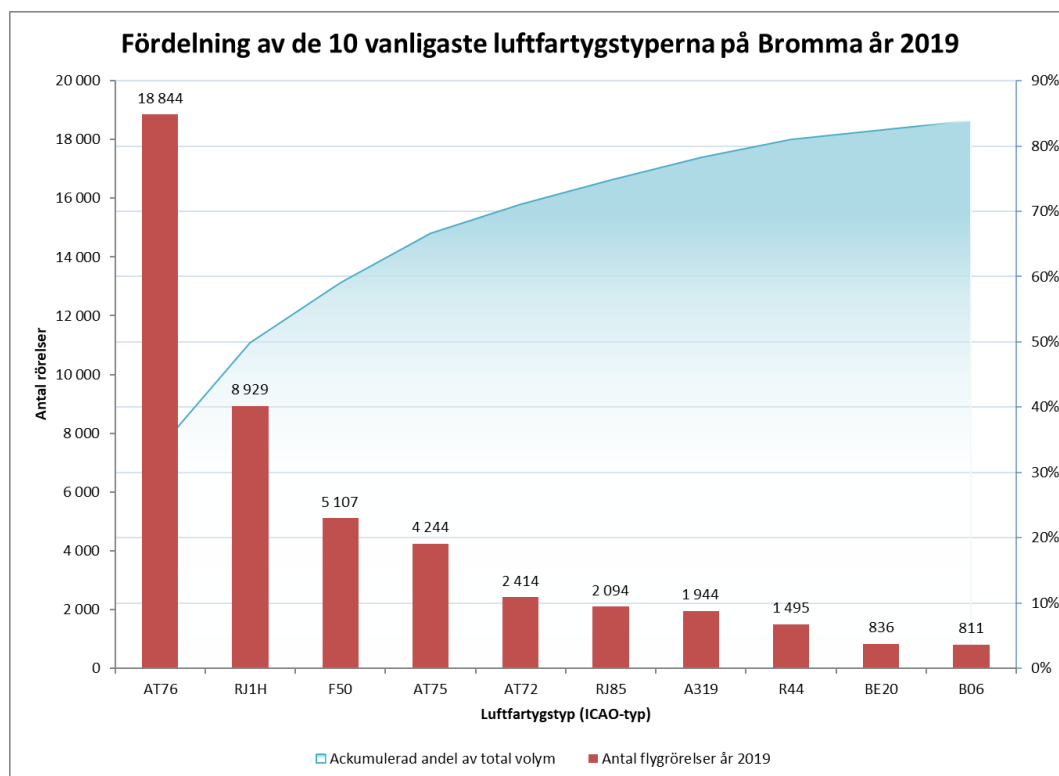
Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
6 av 24



Figur 2: 10 luftfartygstyper på Bromma Stockholm Airport utgör 84 % av den totala trafikvolymen för år 2019. Resterande 16 % av den totala trafikvolymen utgörs av 151 olika luftfartygstyper.

2.2

Kontroll av villkor 4 – bulleregenskaper

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 2.3.

Flygplatsens enhet Bromma OPC har det praktiska ansvaret för att tillse att villkoret innehålls genom rutiner i form av kontroll av flygplansindivider innan operatören tillåts trafikera flygplatsen. Kontroll av flygplanstyperna i Avro RJ-serien och Embraer ERJ-serien redovisas särskilt, se kapitel 2.2.2 och 2.2.3, nedan.

Under år 2019 har inga avvikelser från villkoret rapporterats.

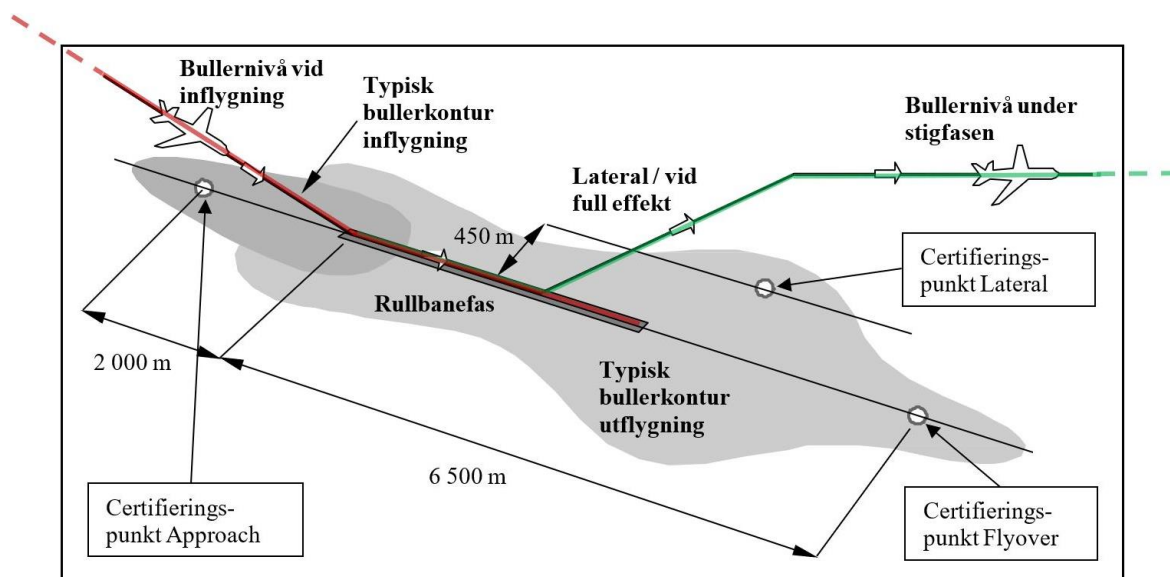
³ EPNdB är enheten för bullermåttet EPNL, Effective Perceived Noise Level, se kapitel 4.1.

2.2.1 Kontrollmetod – villkor 4

De tre mätpunkterna för ljudemission avser de certifieringspunkter som anges i ICAO Annex 16, Vol 1 kapitel 3, se illustration i Figur 3 nedan:

1. Approach: En punkt som avser bullernivå vid slutlig inflygning (2 000 meter räknat från närmsta bantröskel)
2. Lateral: En punkt som avser bullernivån lateral / vid full effekt i samband med utflygning, 450 meter från banans sida med maximal dragkraftinställning och där ljudnivån är som högst.
3. Flyover: En punkt som avser bullernivå under stigfasen, 6 500 meter från startbanans pådragspunkt, där överflygningen sker med minimal dragkraftinställning.

Figur 3 nedan illustrerar också typisk bullerutbredning för en landning och en start.



Figur 3: Figuren visar de tre referenspunkterna vid certifiering av flygplan avseende buller. Figuren baseras på 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

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
8 av 24

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.

2.2.2 Kontroll av flygplanstyperna i Avro RJ-serien

Enligt beslut från tillsynsmyndigheten krävs att flygplanen i Avro-serien ska följa den begränsning som flygplanstillverkaren anger för att uppnå maximalt 89 EPNdB i medeltal i de tre certifieringspunkterna. Det framgår ur intyg från flygplanstillverkaren British Aerospace att om de maximalt angivna vikterna för landning och start begränsas (se nedan) och inte överskrids, samt om angivna flygprocedurer följs, uppgår ljudemissionerna för Avro RJ100 i medeltal till maximalt 89 EPNdB. Med angiven flygprocedur menas att följa en glidbana på 3,5 grader, samt att inte använda automatlandning, d.v.s. luftbroms samtidigt som gaspådrag.

Kontroller avseende startvikt och landningsvikt, inflygningsvinkel samt användningen av luftbroms har utförts under år 2019 avseende flygplanstyperna Avro RJ100 och RJ85 som tillhör flygbolaget⁴ Braathens Regional Aviation (BRA). Avvikelser från procedurerna kan förekomma i de fall flygsäkerheten så kräver. Redovisningen utgör en sammanfattning från flygbolagets rapporter som Swedavia tagit del av.

2.2.2.1 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

Tabell 1 nedan visar maximala start- och landningsvikter för utfallet år 2019 som flygbolagen redovisat till Swedavia.

Tabell 1: Av flygbolagen redovisade maximala start- och landningsvikter år 2019. Tillåtna vikter inom parantes.

Flygbolag / flygplanstyp	Maximal startvikt (kg)	Medel startvikt (kg)	Maximal landningsvikt (kg)	Medel landningsvikt (kg)
BRA / RJ100	42 684 (44 225)	37 221	39 907 (40 142)	35 284
BRA / RJ85	42 739 (43 998)	36 211	37 949 (38 555)	34 409

⁴ Tidigare trafikerades även Avro RJ85 med flygbolaget Brussels Airlines, men dessa har ersatts av Airbus A319 och kontrolleras i enlighet med kap 2.2.1.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
9 av 24

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 start- och landningsvikterna och dessa ligger cirka 4 000 kg – 7 000 kg under de maximalt tillåtna vikterna.

2.2.2.2 *Kontroll av inflygningsvinkel*

Enligt beslut av tillsynsmyndigheten ska inflygningsvinkeln kontrolleras för flygplanstyperna i Avro RJ-serien och att slutlig inflygning sker längs en glidbana på 3,5 grader. Denna parameter påverkar värdet i certifieringspunkten Approach.

Två kontroller av inflygningsvinkeln har genomförts. Första kontrollen avser att Bromma Stockholm Airports glidbanesändare är inställd på 3,5 grader. Att etablera ett flygplan på en glidbana innebär i praktiken att flygplanen navigerar in genom en fiktiv kon med i detta fall centrumvinkeln 3,5 grader. Under år 2019 har glidbanesändaren kontrollerats två gånger med mätflyg enligt TSFS 2016:18. Mätningarna har varit godkända.

Förutom kontrollen av glidbanesändaren redovisas också statistik om Avro-flygplanens statistiska avvikelse till centrumlinjen under år 2019. Avvikelse från glidbanan beräknas löpande längs den slutliga inflygningen. Av dessa värden beräknas medelvärdet för avvikelserna under inflygning. Detta sker från "Final Approach Point" (FAP) ner till minima för ILS inflygningen. Detta ger ca 135 mätvärden under en inflygning, det vill säga, det är inte endast inflygningsvinkeln över certifieringsmätpunkten som mäts. Totalt har 5 259 mätvärden ingått i analysen. Resultatet visar att medelvärdet av inflygningen sker till 3,5 grader med en standardavvikelse som är 0,06 grader.

Bedömningen är att Avro-flygplanen använt 3,5 graders inflygningsvinkel och att standardavvikelsen är tillräckligt liten för att inte påverka ljudemissionerna i certifieringspunkten negativt.

2.2.2.3 *Kontroll av luftbroms*

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

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
10 av 24

annat i samband med bullercertifiering av flygplan. Automatlandning används inte på Bromma Stockholm Airport. Enligt uppgift från BRA får piloterna på deras Avro RJ-flotta dessutom endast använda luftbromsen i undantagsfall. Det vill säga om nöden kräver och då endast för att sänka farten vid inflygning till flygplatsen för att kunna utföra en säker landning.

Underlaget från BRA:s Avro-flotta visar att under år 2019 användes luftbromsen på grund av säkerhetsskäl vid totalt 9 tillfällen av totalt 5 319 mäthändelser. Det vill säga, vid mindre än 2 promille av alla landningar. Bedömningen är att användning av luftbroms inte har påverkat ljudemissionerna i certifieringspunkten och därmed inte påverkat villkor 4.

2.2.3

Kontroll av flygplanstyper Embraer ERJ-serien

De Embraer ERJ som trafikerar Bromma Stockholm Airport har beteckningen Embraer ERJ 190-100 LR och opereras av WDL Aviation. Egenkontroll sker kvartalsvis genom redovisning till miljöförvaltningen i Stockholm stad. Det finns två olika godkända alternativ för konfiguration av flygplanet för att dess operation ska uppfylla villkor 4.

- Alternativ 1 gäller följande begränsningar:
 - o Maximal TOW: 47 790 kg
 - o Maximal LW: 43 000 kg
 - o Landningsprocedur med max flap/slat 5
 - o Motortyp: CF34-10E5A1G07
- Alternativ 2:
 - o Maximal TOW: 45 990 kg
 - o Maximal LW: 44 000 kg
 - o Landningsprocedur med max flap/slat 6 (full)
 - o Motortyp: CF34-10E5A1G07

Båda alternativen medför att villkor 4 innehålls.

Flygplanen kontrolleras genom bullercertifikat från tyska myndigheten för luftfartsfrågor⁵ och typcertifikat för buller från EASA⁶ för respektive flygplansindivid. Ur dokumentation från flygplanstillverkaren Embraer framgår de alternativa konfigurationerna. Flygplansindividuernas registreringsnummer har också kontrollerats mot Swedavias faktureringsystem.

⁵ Luftfahrt-Bundesamt, tyska motsvarigheten till Transportstyrelsen, utfärdar bullerintyg.

⁶ Typcertifikat, datablad för buller avseende Embraer ERJ 190, TCDSN No.: EASA.IM.A.071 Issue 16, 31 January 2020, finns tillgängligt på url: <https://www.easa.europa.eu/document-library/noise-type-certificates-approved-noise-levels>

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
11 av 24

Kontrollen visar att under år 2019 förekom endast två rörelser vid ett tillfälle. Ur Tabell 2 framgår de uppgifter och konfiguration som flygbolaget i fråga lämnat för den flygplansindividen som har trafikerat flygplatsen under år 2019.

Tabell 2: Flygplansindivider av typen Embraer ERJ 190-100 LR som under året trafikerat flygplatsen.

Flygplanstyp	Reg-nummer	Startvikt (kg)	Landningsvikt (kg)	Flap	Motortyp	Antal rörelser
ERJ 190-100 LR	D-AJHW	40 137	35 139	1	CF34-10E5 G07	2

Redovisade maximala vikter är lägre än de maximala vikterna som krävs för att villkoret ska uppfyllas. För motortyp saknas tillägget A1. Ur EASA:s typcertifikat för buller framgår att motorbeteckning utan A1 innebär en variant med lägre certifierad startvikt, vilket ger en lägre ljudnivå.

2.3

Kontroll av 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 2019 förekom 12 969 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 Airbus A319-111 och Embraer ERJ 190-100 LR.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
12 av 24

2.4

Kontroll av villkor 5 – trafik utanför ordinarie öppethållandetider

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

Flygplatsen har regelbunden uppföljning av villkoret tillsammans med flygtrafiktjänsten, ATSP Bromma (LFV) för att utreda orsakerna till eventuella överträdelser och vid behov vidta åtgärder. Villkoret kontrolleras i ANOMS och baseras på tiden för radarspår för respektive händelse. Statsflygplan och ambulans- och räddningsflyg är undantagna från begränsningen. Under år 2019 förekom totalt 9 rörelser utanför ordinarie öppethållningstider. Dessa fördelar sig enligt tabell 3 nedan med förklaring.

Tabell 3: Sammanfattning av antal rapporterade händelser per kvartal år 2019 enligt villkor 5:

Orsak	Definition	Kvartal 1	Kvartal 2	Kvartal 3	Kvartal 4	Totalt år 2019
Kontroll-onoggrannhet	Inom 1 minut utanför öppettiderna. Faller inom onoggrannheten i kontrollsystemet.	2	3	2	2	9
Totalt		2	3	2	2	9

3

KONTROLL AV FLYGVÄGAR

3.1

Kontroll av villkor 6 – flygvägar

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

Flygplatsen har regelbunden uppföljning av villkoret tillsammans med flygtrafiktjänsten, ATSP Bromma (LFV) 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 utflygningsslinjen 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. Avvikelse kan ske vid svåra väderförhållanden som t ex åska eller andra säkerhetsrelaterade trafiksituationer.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
13 av 24

Under året har 61 rörelser fastnat i kontrollen för flygvägar på flygplatsen. Dessa redovisas nedan tillsammans med en beskrivning av orsakerna enligt uppgifter från flygtrafikledningen, se tabell 4 nedan. 10 flygningar har inte följt flygledares instruktion varav ett flygbolag tillskrivits, resten har varit unika händelser som trendbevakas.

Tabell 4: Sammanfattning av antal rapporterade händelser per kvartal år 2019 enligt villkor 6:

Orsak	Definition	Kvartal 1	Kvartal 2	Kvartal 3	Kvartal 4	Totalt år 2019
Åska	CB-moln, som kan påverka flygsäkerheten, i in/utflygningsvägen	0	27	16	0	43
Vind	Vindskjuvning, mekanisk och termisk turbulens	3	1	1	0	5
Navigationshjälpmedel	Nav hjälpmedel, som SID bygger på ur funktion	0	2	0	0	2
Trafiksituation	Trafikal situation, där exempelvis flygplan av säkerhetsskäl väjt för annan flygtrafik	0	0	1	0	1
Pilotfel	Piloten har inte följt AIP eller flygledarens instruktioner.	2	2	2	4	10
Totalt		5	32	20	4	61

3.2

Statistik – bananvändning

Bananvändningen, det vill säga i vilken utsträckning rullbanan används i de två riktningarna, styrs främst av vindriktningen och varierar därför naturligt under året. Vilken bana som ska användas är inte villkorad, men kontrolleras och redovisas för att underlätta förklaring av resultat. Bananvändningen varierar vanligtvis från år till år. Detta kan påverka resultatet av bullerberäkningarna och vilka områden som överflygs. Under år 2019 har det i medeltal varit i stort sett samma bananvändning som under år 2018, se tabell 5

Tabell 5: Bananvändning på Bromma Stockholm Airport år 2019 som medelvärde jämfört med år 2018, avrundat till hela procentenheter.

Bana	Användning år 2018	Användning år 2019
12	44 %	44 %
30	56 %	56 %

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
14 av 24

4

KONTROLL AV FLYGBULLERVILLKOR

4.1

Faktaruta

- **dB (deciBel)** är ett mått som relaterar till det svagaste ljud som örat anses kunna uppfatta, där 0 dB motsvarar ljudtrycket 20µPa, (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}** baseras på SEL och är en 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 överskrider 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 medelvärde 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). $L_{Aeq,24h}$ används ofta som underlag för att beräkna vilka bullerisoleringsåtgärder som kan behövas på respektive byggnad.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
15 av 24

4.2 Flygbullerberäkning

Enligt dokumentet Kvalitetssäkring av flygbullerberäkningar – Underlag för enhetlig tillämpning, som tagits fram av Transportstyrelsen, Naturvårdsverket och Försvarmakten⁷ är det ECAC Doc 29⁸ som ska vara den metodmässiga utgångspunkten för flygbullerberäkningar i Sverige. För närvarande tillämpas Doc 29, 3rd Edition. Beräkningsmetoden redovisas i bilagan, kapitel 6.1.

Villkor 1 avser beräkning av 2019 års utfall av FBN 55 och 65 dB(A) och 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.

TFBN för kontroll av villkor 2 har beräknats med samma metod som användes vid tiden för miljöprövningen, se kapitel 6.2.

Enligt villkor 7 avseende bullerskyddsåtgärder beräknas utfall år 2019 för FBN 60 dB(A), maximal ljudnivå 80 dB(A) som förekommer 3 gånger per årsmedeldygn samt dygnsekvivalenta ljudnivåer.

4.3 Beräkningsresultat

4.3.1 Kontroll av villkor 1 – FBN utfall år 2019 jämfört med trafikfall 4

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.

I figur 4 redovisas resultatet av flygbullerberäkningarna avseende utfall år 2019 för FBN_{TBU} 55 och 65 dB(A) beräknat enligt beskrivning i kapitel 4.2. Bullerkonturer enligt tillståndsgivet trafikfall 4 beräknade enligt samma metod för

⁷ Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar finns i februari 2020 på Transportstyrelsens hemsida URL: https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/miljo/kvalitetssakringsdokument_flygbuller.pdf

⁸ 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 Doc 29 4th Edition.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

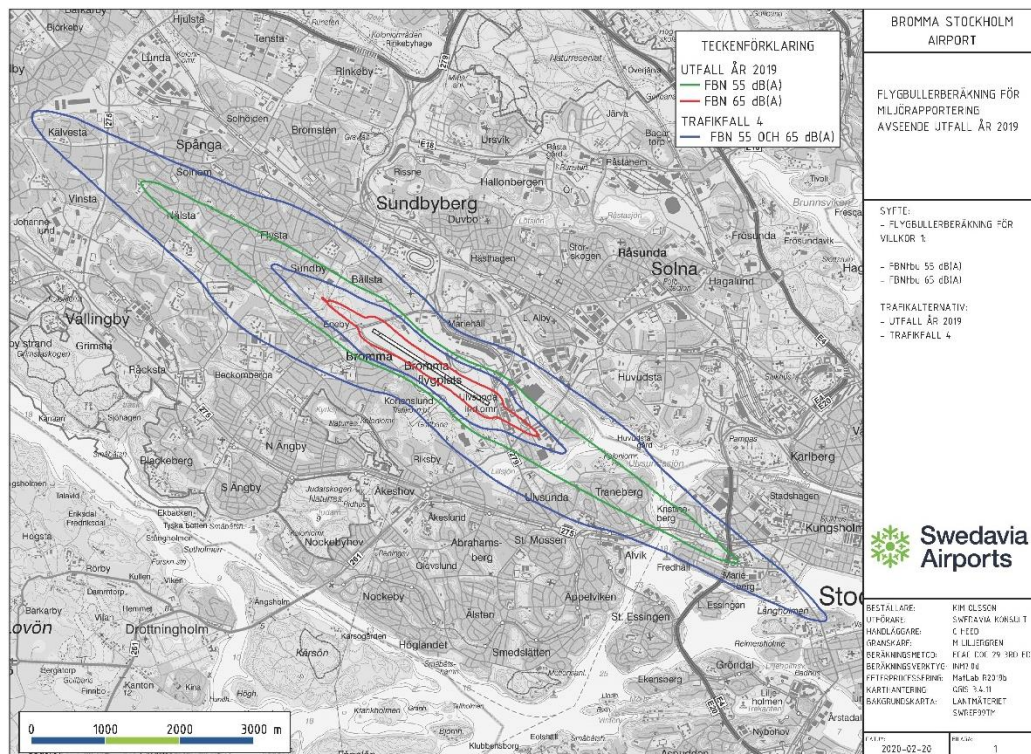
Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
16 av 24

FBN_{TBU} 55 resp. 65 dB(A) finns också inlagda (blå konturer). Bullerkonturerna för utfallet år 2019 ligger innanför bullerkonturerna för trafikfall 4.



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 2019.

4.3.2 Kontroll av villkor 2 – TFBN utfall år 2019

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

Beräknad TFBN för utfallet år 2019 är 130,7 dB(A). TFBN för 2019 års utfall understiger gränsvärdet på 134,2 dB(A).

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

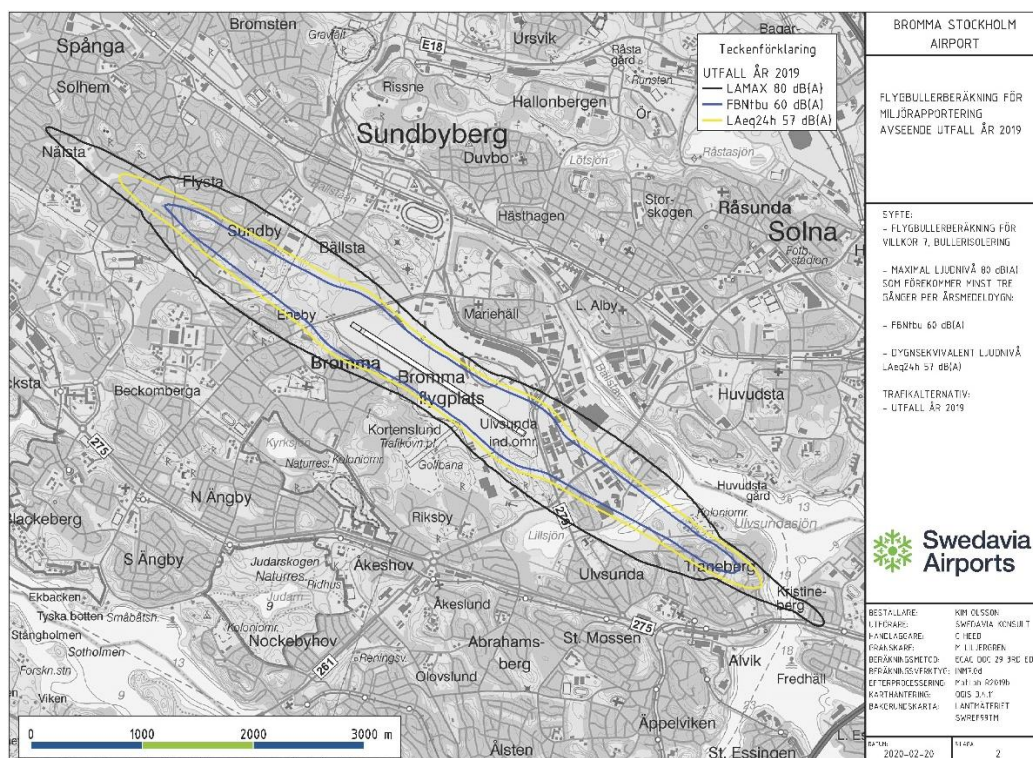
Sida
17 av 24

4.3.3

Kontroll av villkor 7 – FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå utfall år 2019, 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 2019 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, men nödvändiga nivåer beräknas.



Figur 5: Beräkningar för bullerisolering avseende år 2019: 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).

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
18 av 24

Den beräknade FBN 60 dB(A)-konturen ligger geografiskt innanför konturen för den maximala ljudnivån 80 dB(A) som förekommer minst 3 gånger per års-medeldygn. Den maximala ljudnivån 80 dB(A) bestämmer således vilka fastigheter som berörs av bullerisoleringsvillkoret. Maximal ljudnivå 80 dB(A)-konturens yta har minskat vid ett par områden jämfört med år 2018. Minskad trafikvolymen samt förändringar i flygplansflottan förklarar förändringen av konturen.

De beräknade konturerna för dygnsekvivalenta utomhusljudnivåer har förändrats något år 2019 och det beror på förändringar i flygplansflottan samt minskad trafikvolym. 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 2019 kan därför variera både upp och ned för olika fastigheter. Sådana förändringar kan inte uteslutas även om bullerkonturerna generellt blivit mindre till ytan år 2019. Med anledning av detta kommer frekvensspektrum för de dygnsekvivalenta utomhusljudnivåerna att kontrollberäknas senare under år 2020.

5

LJUDMÄTNINGAR

Ljudmätningar har sammanställts för utfall år 2019 från den fasta mätstationen i Flysta, som mäter flygbuller kontinuerligt året om. Metod och allmän beskrivning av ljudmätning redovisas i kapitel 6.3. Mätarens placering illustreras på karta i figur 6 nedan. Figuren visar också mätresultatet och motsvarande beräknade värden i samma punkt och tidsperiod för dygnsekvivalent ljudnivå, FBN och maximal ljudnivå.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

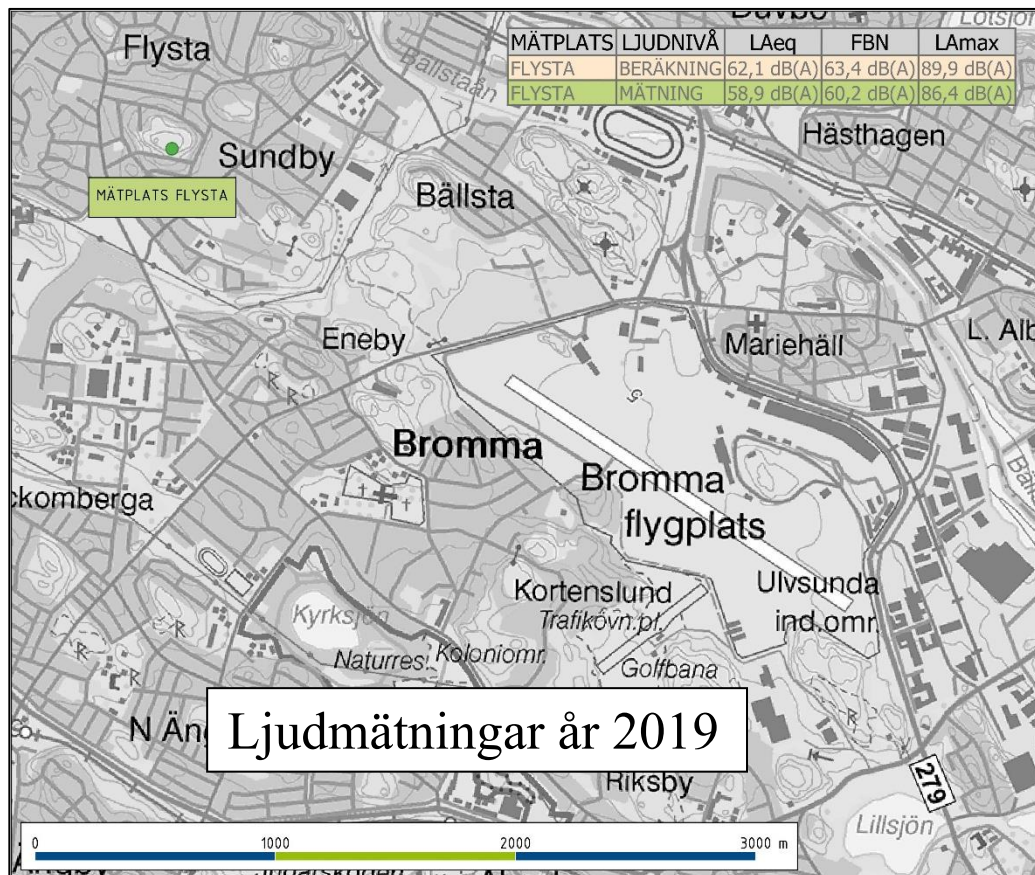
Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
19 av 24

5.1

Resultat ljudmätning



Figur 6: Mätpunkternas placering år 2019 i förhållande till rullbanan, samt resultat.

Den dygnsekvivalenta ljudnivån ($L_{Aeq,dygn}$) i mätpunkten för år 2019 beräknas till 62,1 dB(A).

Uppmätt resultat av $L_{Aeq,dygn}$ för år 2019 är 58,9 dB(A) med $\pm 1,7$ dB utökad mätosäkerhet ($K = 2$).

FBN i mätpunkten för år 2019 beräknas till 63,4 dB(A).

Uppmätt resultat av FBN för år 2019 är 60,2 dB(A) med $\pm 1,7$ dB utökad mätosäkerhet ($K = 2$).

Den beräknade 3:e högsta maximala ljudnivån som förekommit per årsmedeldygn är 89,9 dB(A). Detta motsvaras av ljudnivån från ATR72-600 under inflygning. Motsvarande uppmätt värde var i medel 86,4 dB(A) med $\pm 3,4$ dB utökad mätosäkerhet ($K = 2$).

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
20 av 24

5.2

Slutsats och diskussion ljudmätning

Analyserna visar att de beräknade ekvivalenta och maximala ljudnivåerna är högre jämfört med motsvarande uppmätta ljudnivåer i den aktuella punkten. Skillnaden mellan beräkning och mätning uppgår till 3,2 – 3,4 dB beroende på mått. Huvuddelen (92 %) av flygtrafiken som passerar mätpunkten och som ingår under ett helt år kunnat mätas, vilket ger möjlighet till ett statistiskt tillförlitligt resultat. I analysen justeras uppmätt ljudnivå upp i förhållande till den totalt registrerade trafikmängden som används i beräkningen.

Att den uppmätta ljudnivån är lägre än den beräknade kan bero på flera parametrar. Vid mätpunkten härrör de högsta ljudnivåerna från inflygningar. Under inflygning har de flesta större flygplanstyper ungefär lika hög ljudnivå. För utflygande flygplan är det däremot en större spridning på ljudnivåerna.

ATR72-600 flyger mest frekvent på flygplatsen i dagsläget och är den flygplanstyp som har den högsta maximala ljudnivån i mätpunkten under inflygning. Nästan lika hög ljudnivå orsakar Avro RJ100 under både inflygning som utflygning.

Avro RJ 100 följt av ATR72-600 bedöms vara de flygplanstyper som ger det största bidraget till ljudenergin för ekvivalenta ljudnivåer i mätpunkten.

Buller och prestandauppgifter för ATR72-600 baseras på substitueringsdata enligt ANP som ingår i beräkningsmetoden. Detta medför att det i vissa områden kan bli en större skillnad i beräknad ljudnivå än för andra flygplanstyper där flygplansspecifikt data finns att tillgå. Indata för beräkning utvecklas och optimeras löpande och det förväntas även ske för ATR72-600.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
21 av 24

6 BILAGA

6.1 Beräkningsmetod för FBN, maximal ljudnivå och ekvivalent ljudnivå utfall år 2019 – villkor 1 och villkor 7

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

6.1.1 Förprocessering

Swedavias flygvägsuppföljningssystem har använts för att ta fram underlag för bullerberäkning av utfallet år 2019. Underlaget avser indata i form av: flygplatsdata, bananvändning, operationstyp (landning/start), flygvägar, destinationer, flygplanstyper och antal rörelser per tidsenhet. Uppgifterna har jämförts med och justerats med hänsyn till Swedavias faktureringsstatistik.

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 och flygvägar. Flygvägarna för beräkning är modellerade efter statistiskt analyserade radarspår från utfallet år 2019. IFR-trafik har modellerats med 9 statistiskt normalfördelade spridningsflygvägar per flygväg och VFR-trafik har modellerats med 5 statistiskt normalfördelade spridningsflygvägar per flygväg.

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 typrepresentanter som i flygbullerberäkningarna baseras på dessa.

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. Inflygningar är av flygbolagen beräknade att landa med så lite bränsle som säkerheten tillåter. Dessa räknas därför som stage length 1, oavsett avreseort.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
22 av 24

6.1.2 Bullerberäkningsmodell

Flygbullerberäkningarna har gjorts med den datoriserade beräkningsmodellen INM 7.0d⁹ som är konstruerat av FAA¹⁰. INM 7.0d med dess underliggande teori överensstämmer enligt FAA med den modellbeskrivning som redovisas i ECAC Doc 29, 3rd Edition och ICAO Doc 9911¹¹.

ECAC Doc 29 tillämpar en internationell prestanda- och flygbullerdatas kallas ANP¹². I databasen finns uppgifter för beräkning av flygbuller för 154 flygplanstyper med begränsad konfiguration av vikt/motortyp/flygprocedur/aerodynamiska parametrar. Till ANP hör också en substitueringslista som hjälp för beräkning av de flygplanstyper och konfigurationer som inte finns med i ANP. Nya vanligt förekommande flygplanstyper läggs in i databasen efter hand.

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. 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 och redovisas separat.

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.

⁹ Integrated Noise Model

¹⁰ Federal Aviation Administration

¹¹ ICAO Doc 9911 – Recommended Method for Computing Noise Countours Around Airports är ett internationellt dokument som motsvaras av ECAC Doc 29

¹² Aircraft Noise and Performance innehåller beräkningsbara flygplans buller- och prestandauppgifter som används vid flygbullerberäkning. ANP-databasen tillhandahålls av EASA och finns att ladda ner efter registrering på url: <https://www.aircraftnoisemodel.org/>

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
23 av 24

6.1.3 Efterprocessering

Beräkning av konturer för FBN och $L_{Aeq,24h}$ har gjorts direkt i INM genom rekursivt rutnät. Beräkning av regelbunden maximal ljudnivå runt flygplatsen är gjord i ett detaljerat rutnät med punkter om 10 m x 10 m. Därefter har resultatet efterprocesserats i beräkningsverktyget MatLab och GIS-programvaran QGIS för att beräkna konturen för den maximala ljudnivån 80 dB(A) som förekommer tre gånger per årsmedeldygn. Buller-kartorna i figurerna har slutligen färdigställts i QGIS i kartprojektion SWEREF99TM.

6.2 Beräkning av TFBN utfall år 2019, villkor 2

TFBN har beräknats enligt dansk metod¹³. Beräkningsmetoden är densamma som användes vid tiden för miljöprövningen. TFBN-metoden utgår från respektive luftfartygs TSEL¹⁴-värden som är ett värde för start och utflygning samt ett värde för inflygning och landning. Samtliga rörelser TSEL-värden ackumuleras för beräkning av TFBN. Liknande ersättningstyper används som vid beräkning av FBN. Flygplansdata för bullerberäkning har uppdaterats sedan miljöprövningen i och med att nya flygplan tagits i drift och de senaste TSEL-värdena har tillhandahållits från Copenhagen Airports i Danmark.

6.3 Metod – Ljudmätning

6.3.1 Allmänt om ljudmätning av flygbuller

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 händelser där ljudnivån av olika orsaker inte skulle kunna mätas. Beräkning kan också till skillnad från en mätning göras på samtliga platser

¹³ TFBN beräknas enligt Dansk metodik (metoden kallas där TDENL) och beskrivs i rapporten "Noise Control at Airports/Airfields" ISBN 87-7280-008-9.

¹⁴ 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.

Dokumenttyp
Rapport

Upprättad av
Christer Heed

Godkänd av
Kim Olsson

Datum
2020-03-26

Sekretess

Enhet
Bromma Stockholm Airport

Dokument-ID
D 2019

Version
1.0

Sida
24 av 24

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.

6.3.2 Mätmetod

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 passerar mätstationen. Vissa mätthändelser som inte korrelerar till en flygbullerhändelse eller då det varit nederbörd eller kraftig vind har kontrollerats och inte ingått i analysen.

De beräknade ljudnivåerna görs som en punktberäkning i mätmikrofonens geografiska punkt enligt samma metod som villkor 7, beskriven i kapitel 4.2 och 6.1. Dessa beräknade värden jämförs sedan med uppmätta motsvarande värden. Totalt har 23 334 mätthändelser från flygtrafik som landat till bana 12 och startat från bana 30 ingått i analysen år 2019. FBN och dygnsekvivalent ljudnivå i mätpunkten analyseras och i resultatet tas hänsyn till fakturerad trafikvolym. Den beräknade tredje högsta maximala ljudnivån i mätpunkten jämförs med medelvärdet av den uppmätta motsvarande flygplanstypen och operationstyp. Uppmätt resultat redovisas med utökad mätosäkerhet för $K = 2$.