



**Swedavia
Airports**

Dokumenttyp
Rapport

Enhet
Anläggningar och system

Upprättad av
Christer Heed
(Verksamhetsstyrning -

Datum
2025-02-14

Dokumentägare
Erik Wikström
(Verksamhetsstyrning -

Dokument-ID
SWED-1256046125-15

Version
01.00

Referens
[\[Referens\]](#)

VILLKORSKONTROLL BROMMA STOCKHOLM AIRPORT ÅR 2024

Kontroll av villkor 1 och 2 Flygbullerberäkning



Innehållsförteckning

1.	Inledning	3	
2.	Metod	3	
2.1	Beräkningsmetoder	3	
2.2	Faktaruta	4	
3.	Resultat	5	
3.1	Villkor 1 – FBN utfall år 2024 jämfört med trafikfall 4		5
3.2	Villkor 2 – TFBN utfall år 2024	5	

BILAGA – Beräkningsmetoder

Källförteckning

ANOMS – Swedavias flygvägsuppföljningssystem



1. Inledning

Bromma Stockholm Airport har i miljötillståndet ett antal villkor avseende flygbuller som kontrolleras årligen. Denna rapport redovisar flygbullerberäkning för utfall år 2024 för:

- Villkor 1 – FBN_{TBU} 55 dB(A) och 65 dB(A) och kontroll mot Trafikfall 4.
- Villkor 2 – TFBN och kontroll mot villkorad gräns.

Samtliga beräkningar avser utomhusljudnivåer och årsmedeldygn.

Uppgifterna i denna rapport avser utfall år 2024 och indata till trafikfall har hämtats från Swedavias flygvägsuppföljningssystem ANOMS

2. Metod

2.1 Beräkningsmetoder

Enligt dokumentet Kvalitetssäkring av flygbullerberäkningar – Underlag för en enhetlig tillämpning¹, som tagits fram av Trafikverket, Naturvårdsverket och Transportstyrelsen är det ECAC Doc 29 som ska vara den metodmässiga utgångspunkten för flygbullerberäkningar i Sverige. Kvalitetssäkringsdokumentet baseras på ECAC Doc 29 4th Ed.

Villkor 1 avser beräkning av FBN_{TBU} 55 och 65 dB(A) och resultatet av utfallet skall jämföras med resultatet av det så kallade trafikfall 4 från ansökan om nytt miljötillstånd 1978-05-18. FBN_{TBU} 55 och 65 dB(A) för trafikfall 4 beräknades år 1978 med ett beräkningsverktyg och en beräkningsmetod som inte längre finns tillgänglig. FBN_{TBU} 55 dB(A) och 65 dB(A) för trafikfall 4 räknades därför om år 2011 med beräkningsmetoden ECAC Doc 29 3rd Ed enligt dåvarande Kvalitetssäkringsdokument kapitel 5.5. Utfallet år 2024 beräknas därför också enligt ECAC Doc 29 3rd Ed som fortfarande finns tillgänglig.

TFBN för kontroll av villkor 2 har beräknats med samma metod som användes vid tiden för miljöprövningen, se bilagan. Resultatet jämförs mot det i villkoret angivna gränsvärdet.

Beräkningsmetoderna och förutsättningar redovisas i bilagan.

¹ Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar finns i januari 2025 på Transportstyrelsens hemsida URL: <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/miljo-och-halsa/kvalitetssakringsdokument-flygbullerberakningar.pdf>

2.2 Faktaruta

- **dB** står för decibel och är en enhet 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 är internationell standardenhet för beskrivning av ljud och är tänkt för att bättre efterlikna hur det upplevs av människor. Den så kallade A-vägningen innebär justering eller vägning av frekvensinnehållet så att det bättre överensstämmer med det mänskliga örats uppfattningsförmåga (hörnivå).
- **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} . SEL anges med enheten dB(A).
- **FBN_{TBU}** baseras på SEL och är en ekvivalent ljudnivå för ett årsmedeldygn, där hänsyn tas till när på dygnet flygrörelsen sker. FBN_{TBU} är ett mått på den bullerdos under ett årsmedeldygn som det aktuella trafikscenariot representerar. FBN_{TBU} 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". FBN_{TBU} är ett mått som används i miljötillståndet på Bromma.
- **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.
- **Rörelse**, är en landning eller en start av ett luftfartyg
- **Operationstyp**, kan vara landning, start, trafikvarv eller överflygning
- **Trafikvarv**, definieras i den här beräkningen som ett luftfartyg som startar från flygplatsen, flyger runt i närområdet och landar sedan på samma flygplats
- **Överflygning**, är en flygning som passerar flygplatsen och som inte vare sig landar eller startar vid flygplatsen

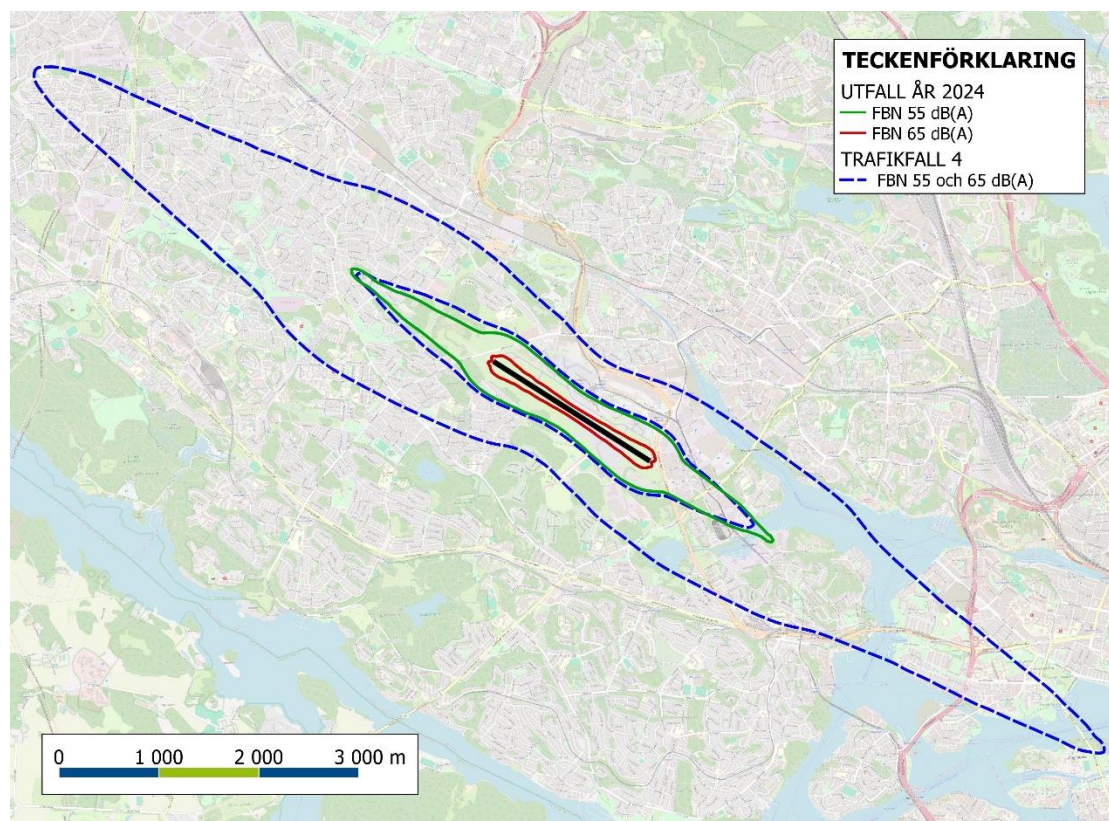


3. Resultat

3.1 Villkor 1 – FBN utfall år 2024 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 nedan redovisas resultatet av flygbullerberäkningarna avseende utfall år 2024 för FBN_{TBU} 55 och 65 dB(A) beräknat enligt beskrivning i kapitel 2.1. Bullerkonturer enligt tillståndsgivet trafikfall 4 beräknade enligt samma metod för FBN_{TBU} 55 resp. 65 dB(A) finns också inlagda (blå konturer). De beräknade bullerkonturerna för FBN för utfallet år 2024 ligger innanför bullerkonturerna för trafikfall 4.



Figur 1: Blå streckade konturer visar referenslinjer för det tillståndsgivna trafikfall 4. Den yttre blåstreckade konturen visar referenslinjen för FBN_{TBU} 55 dB(A) och den inre visar referenslinjen för FBN_{TBU} 65 dB(A). Grön kontur visar FBN_{TBU} 55 dB(A) och röd kontur visar FBN_{TBU} 65 dB(A) för utfall år 2024.

3.2 Villkor 2 – TFBN utfall år 2024

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

Beräknad TFBN för utfallet år 2024 är 128,1 dB(A). TFBN för 2024 års utfall understiger gränsvärdet på 134,2 dB(A).



BILAGA – Beräkningsmetoder

Beräkningsmetod för FBN, maximal ljudnivå för utfall år 2024 – villkor 1

Endast flygbuller från in- och utflygning till/från flygplatsen inklusive landning och start ingår i beräkningsmetoden. Buller från taxning, motorprovkörning och liknande ingår inte i flygbuller och hanteras som markbuller. Beräkningsmetoden består utav tre delar, förprocessering, bullerberäkningsmodell och efterprocessering. Metoden beskrivs i ECAC Doc 29 3rd Ed och tillämpas enligt beskrivning nedan:

Förprocessering

Swedavias flygvägsuppföljningssystem har använts för att ta fram underlag för bullerberäkning av utfallet år 2024. Underlaget avser indata i form av: flygplatsdata, bananvändning, operationstyp (landning/start), flygvägar, destinationer, flygplanstyper och antal rörelser per tidsenhet. 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.

Det förekommer en del så kallade trafikvarv på flygplatsen. Dessa får i systemet endast en rörelse, men för beräkning översätts de till en start respektive en landning för att komplettera bullerberäkningen. Vid flygbullerberäkning genomförs en översättning av de faktiska flygplanstyperna till beräkningsbara flygplanstyper som i flygbullerberäkningen representerar flygplansflottan. I systemet har 2 665 rörelser okänd flygplanstyp (ICAO-typ). I flygbullerberäkningen representeras okända ICAO-typer av 1-motoriga propellerflygplan. Helikopter ingår inte i flygberäkningsmetoden. Eftersom de landar och startar på rullbanan och använder VFR-flygvägar räknas dessa därför med schablonmässigt som 1-motoriga propellerflygplan. De mindre flygplanstypernas omfattning bedöms inte ge en signifikant påverkan på resultatet. Trafikfallet som därmed används för flygbullerberäkning av utfallet år 2024 uppgår till 32 420 rörelser och fördelningen framgår i tabell nedan²:

Tabell 1: Trafikfall för flygbullerberäkning år 2024 Bromma Stockholm Airport

Gruppering	ANP-data	DAG	KVÄLL	NATT ³	DYGN
1-motorig propeller kolv	GASEPF ⁴	3 500	191	2	3 693
2-motorig propeller kolv	BEC58P	400	19	0	419
2-motorig turboprop Små	DO228	14	2	0	16
2-motorig turboprop Mellan	SF340	1 550	55	0	1 605
2-motorig turboprop Stora	DO328	4	0	0	4
2-motorig affärsjet Små	CIT3	2 983	335	0	3 318
2-motorig affärsjet Stora	GV	2 051	259	0	2 310
2-motorig jet Airbus A319	A319-131	2 200	256	0	2 456
2-motorig turboprop ATR72	ATR72	16 183	2 416	0	18 599
TOTALT		28 885	3 533	2	32 420

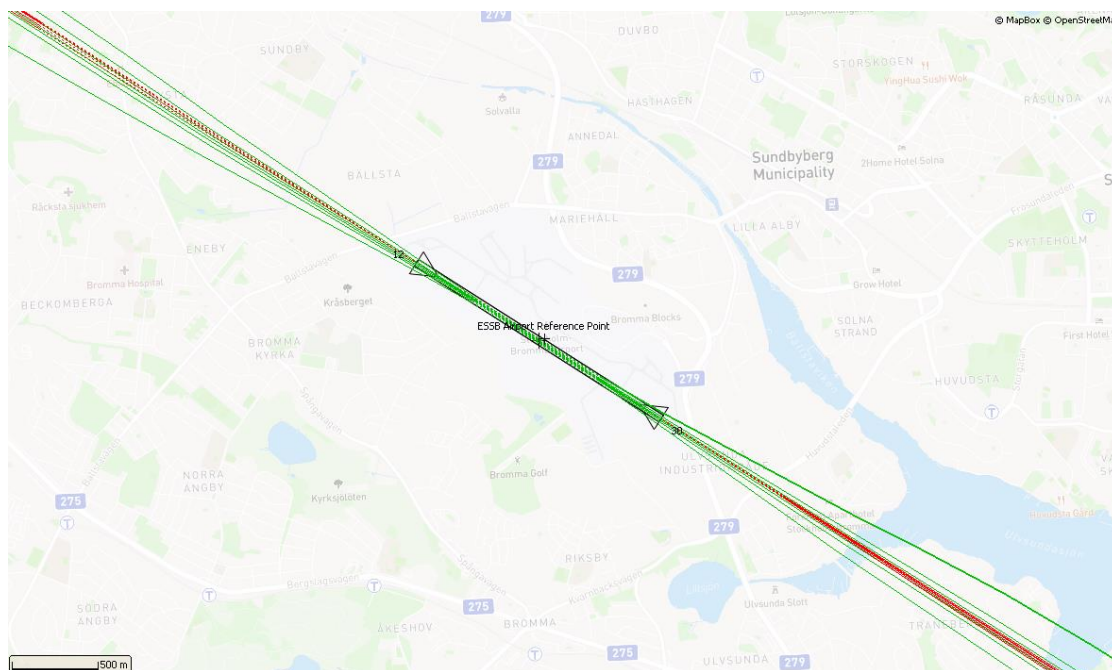
² Trafikfallet baseras på de operationer som har radardata och som finns i Swedavias flygvägsuppföljningssystem.

³ Nattrafik förekommer inte på flygplatsen, men kan i beräkningen ändå ingå då det finns en onoggrannhet i radardata.

⁴ GASEPF är en generisk allmän flygplanstyp med en kolvmotor och fixerad propeller. Data kommer ursprungligen från ett äldre beräkningsverktyg, INM.



Flygvägarna för beräkning baseras på radardata från 2024 års trafik med lateralt modellerat spridningsmönster i enlighet med ECAC Doc 29. Trafik som flyger enligt instrumentflygregler representeras i flygbullerberäkningen av ett medelspår och 6 normalfördelade spridningsspår per flygväg, se figur nedan. Övrig trafik representeras av ett medelspår och 4 normalfördelade spridningsspår per flygväg.



Figur 2: Modellerade flygvägar för 2024 års utfall från trafik som använder instrumentflygregler. Inflygningar illustreras i rött och utflygningar illustreras i grönt.

Hänsyn tas 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.

Andelen trafik på respektive bana som används för beräkning framgår av Tabell 2, nedan:

Tabell 2: Bananvändningen i flygbullerberäkningen av utfall år 2024. Avrundade siffror.

Operationstyp	BANA	DAG	KVÄLL	NATT
Landning	12	22%	29%	0%
Landning	30	26%	30%	100%
Start	12	24%	26%	0%
Start	30	27%	15%	0%



Bullerberäkningsmodell

Beräkningsverktyg som använts är IMPACT 3.39.C⁵ från Eurocontrol. IMPACT överensstämmer med den modellbeskrivning som redovisas i ECAC Doc 29. ECAC Doc 29 tillämpar en internationell prestanda- och flygbullerdatas kallas ANP⁶. I databasen finns uppgifter för flera olika beräkningsbara flygplanstyper med begränsad konfiguration av vikt, motortyp, flygprocedur samt aerodynamiska parametrar.

En modell över flygplatsen skapas i IMPACT där bland annat rullbanans geografiska placering och omgivande topografi ingår. Tillbakaflyttad start, så kallad "start extension" tillämpas på flygplatsen och ingår även i beräkningsmodellen och påverkar jettflyg i linjefart. Data för flygplatsmodellen hämtas från IAIP⁷. På flygplatsen används en glidbana med 3,5° lutning, (glidbanesändarens anflygningsvinkel) och justering av procedurerna i modellen har gjorts för att anpassa dem till flygplatsens lokala förhållanden. I flygplatsens närhet finns det en signifikant variation av terränghöjden varför hänsyn tas till avståndet bullerkälla/mottagare med hänsyn till topografins variation. Beräkningarna använder ett rutnät runt flygplatsen med beräkningspunkter om 10 m x 10 m och topografi enligt Lantmäteriets terrängdata⁸.

Efterprocessering

Beräkning av konturer för FBN har gjorts direkt i IMPACT. Bullerkartorna i figurerna har färdigställts i QGIS. Kartmaterialet baseras på openstreetmap i kartprojektion SWEREF99TM.

Beräkningsmetod för TFBN utfall år 2023, villkor 2

TFBN har beräknats enligt dansk metod⁹. Beräkningsmetoden är densamma som användes vid tiden för miljöprövningen. TFBN-metoden utgår från respektive luftfartygs TSEL¹⁰-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, men det finns en begränsning av data för nya flygplanstyper. Flygplansdata för bullerberäkning har dock uppdaterats sedan miljöprövningen och med att nya flygplan tagits i drift och de senaste TSEL-värdena har tillhandahållits från Copenhagen Airports i Danmark¹¹.

⁵ Info IMPACT, URL: <https://www.eurocontrol.int/platform/integrated-aircraft-noise-and-emissions-modelling-platform>

⁶ Aircraft Noise and Performance innehåller beräkningsbara flygplans buller- och prestandauppgifter som används vid flygbullerberäkning enligt ECAC Doc 29. ANP-databasen tillhandahålls av EASA, URL: <https://www.easa.europa.eu/domains/environment/policy-support-and-research/aircraft-noise-and-performance-anp-data>

⁷ URL till IAIP -Integrated Aeronautical Information Package: <https://aro.lfv.se/Editorial/View/IAIP?folderId=56>

⁸ URL till Lantmäteriets terrängdata, Höjddata_grid_50_plus: <https://www.lantmateriet.se/oppnadata#anchor-4>
URL till Lantmäteriets öppet data: <ftp://download-opendata.lantmateriet.se/>

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

¹⁰ 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.

¹¹ [CPH - Støjårsrapport 2022](#)