

Precisering av riksintresse för Bromma flygplats

Beräkningar av influensområde avseende flyg- och markbuller

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Uppdragsbeskrivning	3
1.2	Förutsättningar för beräkning	3
2.	Metod	4
2.1	Trafikfall	4
2.2	Flygbullerberäkning	5
2.2.1	Beräkningsmetod för flygbuller	5
2.2.2	Förprocessering	6
2.2.3	Bullerberäkningsmodell	7
2.2.4	Efterprocessering	7
2.3	Markbullerberäkning	8
2.3.1	Underlag för markbullerberäkning	8
2.3.2	Riktvärdena för markbuller	8
2.3.3	Metod för markbullerberäkning	9
3.	Resultat	10
3.1	Beräknat influensområde – Flygbuller10	
3.2	Beräknat influensområde – Markbuller11	
3.2.1	Dagtid	11
3.2.2	Kvällstid	12



1. Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning

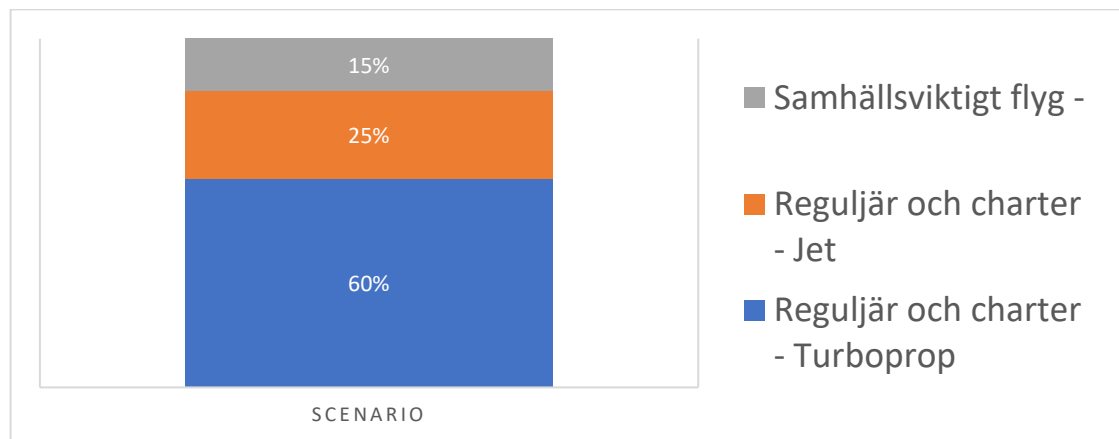
Trafikverket har beställt beräkningar av flygbuller och markbuller runt Bromma flygplats inom ramen för riksintresseprecisering. Förutsättningar för beräkningarna ges av Trafikverket, se kap 1.2. Flygbullerberäkningen ska följa den senast tillgängliga metoden enligt ECAC Doc 29 4th Ed¹. Markbuller beräknas enligt metod framtagen av WSP och förfinad av Swedavia². Beräkningsmetoderna redovisas i kap 2.

Beräkningar utförs av Swedavia Flygakustik: Projektledare Mikael Liljergren, Experter Christer Heed och Montserrat Sayol Lopez.

Resultatet redovisas i kap 3. Flygbullerberäkningen redovisas på karta för FBN 55 dB(A) och markbullerberäkningarna redovisas på kartor för ekvivalenta ljudnivåer 50 och 45 dB(A) för dag- respektive kvällstid. Jämförelser med befintliga influensområden redovisas också.

1.2 Förutsättningar för beräkning

Givna förutsättningar från Trafikverket är baserade på en prognos om totalt 60 000 rörelser³. Prognosen består av två olika flygtrafikkategorier: reguljär- och charterflyg samt samhällsviktigt flyg. Flygtrafikkategorin reguljär- och charter består av två flygplanskategorier: jet och turboprop. Detta ger ett scenario med procentuell trafikfördelning enligt Figur 1:



Figur 1: Scenario för beräkning (totalt 60 000 rörelser)

I Trafikverkets scenario representeras jet av flygplanstypen Airbus A319 och turboprop representeras av flygplanstypen ATR 72. Flygtrafikkategorin för samhällsviktigt flyg representeras av flygplanstypen Gulfstream GV. Utfall år 2019 skall utgöra utgångspunkt för trafikprogrammet i scenariot, det vill säga, samtlig statistik av fördelning mellan flygplanstyper, destinationer och operationstider över dygnet.

¹ URL till ECAC Doc 29: <https://ecac-ceac.org/documents/ecac-documents-and-international-agreements>

² Markbullerberäkningsmetod: Grundfelt, Gustav. MARKBULLERBERÄKNING - BROMMA STOCKHOLM AIRPORT - Swedavias beräkningsmetod. Stockholm : Swedavia Konsult, 2016. D 2015-005837.

³ En rörelse är en start eller en landning av ett luftfartyg



För flygbullerberäkning används en bananvändning som avser att spegla ett historiskt medelvärde (cirka 10 år). Lateral flygvägsspridning baseras på utfall år 2019 med statistiskt framtagna spridningsspår, det vill säga, inga förväntade förändringar. Trafikverket har preciserat vilka flygplanstyper som scenariot utgörs utav. Dessa flygplanstyper är moderna befintliga flygplanstyper som det finns bullerdata för beräkning. Standardflygprofiler avses att tillämpas för beräkning uppdelat på inrikes- och utrikesdestinationer. Inflygningsprofiler använder lokal glidbanevinkel 3,5 grader.

Markbullerberäkningarna utgår från 2019 års trafikfördelning avseende taxivägar och uppställningsplatser. För markbuller ingår också vindriktningen som avser att spegla ett historiskt medelvärde (cirka 10 år).

2. Metod

2.1 Trafikfall

Scenariot enligt Figur 1 baseras på en prognos om totalt 60 000 flygrörelser inom reguljär- och charter samt samhällsviktigt flyg. Scenariot är uppdelat i tre kategorier, turboprop, jet och samhällsviktigt flyg, som i beräkningen representeras av de beräkningsbara flygplanstyperna Avions de Transport Regional ATR 72-212A / PW127F, Airbus A319-131 / V2522-A5 respektive Gulfstream GV / BR 710. Detta ligger till grund för trafikfallet i flyg- och markbullerberäkningar.

Eftersom 2019 års situation ligger till grund för trafikprogrammet har flygplanstyper som ingår i motsvarande kategorier från utfallet år 2019 analyserats. År 2019 användes jetflyg och turbopropflyg både inrikes och utrikes och hänsyn till detta har tagits i beräkningen. Hänsyn tas också till operationstyp, rörelsetyp, destination och tid på dygnet vilket har använts som bas för fördelning av trafiken i scenariot. Två flygprofiler med samma procentuella fördelning som utfallet år 2019 har använts för beräkningen, inrikes och utrikes. Uppgifter för 2019 års utfall har hämtats från Swedavias system för faktureringsstatistik.

Det resulterande trafikfallet blir enligt Tabell 1 och Tabell 2:

Tabell 1: Antal rörelser per flygplanstyp dag/ kväll och natt samt totalt i trafikfallet, avrundade till närmsta 100-tal.

Flygplanstyp	DAG	KVÄLL	NATT	DYGN
Airbus A319	9 400	5 600	0	15 000
ATR 72	26 900	9 100	0	36 000
Gulfstream GV	7 200	1 800	0	9 000
Totalt	43 500	16 500	0	60 000

Tabell 2: Fördelning inrikes utrikes per flygplanstyp i trafikfallet. Rörelser avrundade till närmsta 100-tal.

Flygplanstyp	Rörelsetyp	DAG	KVÄLL	NATT	DYGN
Airbus A319	Inrikes	48%	26%	-	40%
Airbus A319	Utrikes	52%	74%	-	60%
Airbus A319 Summa		9 400	5 600	0	15 000
ATR 72	Inrikes	90%	90%	-	90%
ATR 72	Utrikes	10%	10%	-	10%
ATR 72 Summa		26 900	9 100	0	36 000
Gulfstream GV	Inrikes	40%	29%	-	38%
Gulfstream GV	Utrikes	60%	71%	-	62%
Gulfstream GV Summa		7 200	1 800	0	9 000
Totalsumma		43 500	16 500	0	60 000

Banfördelning beräknas genom ett medelvärde från åren 2012 – 2021 exklusive extremåren 2014 och 2016. Resultatet redovisas i Tabell 3. Historisk banfördelning finns i Swedavias flygvägsuppföljningssystem, ANOMS.

Tabell 3: Banfördelning, dag kväll och natt samt tot.

Bana	DAG	KVÄLL	NATT	DYGN
12	39%	44%	-	41%
30	61%	56%	-	59%
Totalt	100 %	100 %	-	100 %

2.2 Flygbullerberäkning

2.2.1 Beräkningsmetod för flygbuller

Beräkningsmetoden består utav tre delar, förprocessering, bullerberäkningsmodell och efterprocessering. Metoden beskrivs i ECAC Doc 29 4th Ed och tillämpas enligt beskrivning i kap 2.2.2 – 2.2.4. Beräkningsverktyg som använts är IMPACT⁴ från Eurocontrol.

Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar i Sverige tillämpas med tillägget att ECAC Doc 29 4th Ed används istället för 3rd Ed. Detta bedöms endast påverka bullerberäkningsmodellen. ECAC Doc 29, 4th Ed. förväntas ingå i nästa reviderade Kvalitetssäkringsdokument och därmed minskar risken för framtida justeringar av influensområdet.

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.

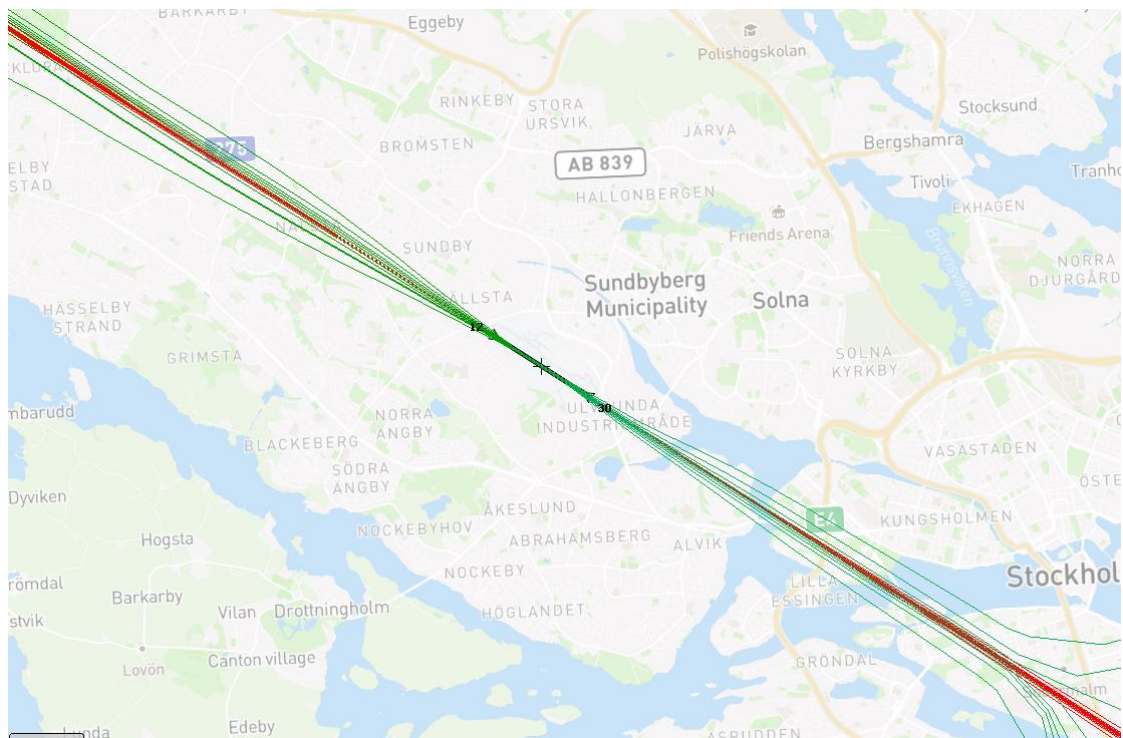
⁴ URL till info om IMPACT: <https://www.eurocontrol.int/platform/integrated-aircraft-noise-and-emissions-modelling-platform>



2.2.2 Förprocessering

I förprocessering ingår ett trafikfall enligt givet scenario (se kap 2.1), flygvägar och modell över flygplatsen (se nedan).

Flygvägar för beräkning är framtagna genom statistisk analysering och är modellerade i ANOMS baserat på 2019 års laterala flygvägsspridning för jetflyg och turbopropflyg i enlighet med ECAC Doc 29. Figur 2 visar flygvägarnas statistiska normalfördelning och den laterala spridningen geografiskt på karta, med totalt nio spår per operationstyp och bana. Grön spridning avser utflygning och röd spridning avser inflygning. Trafikprogrammet fördelas ut på dessa flygvägar för beräkning.



Figur 2: Flygvägar för beräkning. Grön spridning avser utflygning och röd spridning avser inflygning. Kartan visar också rullbanans geografiska position.

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 Bromma och ingår även i beräkningsmodellen och påverkar gruppen Jetflyg. Data för modellen hämtas från IAIP⁵.

I flygplatsens närhet finns det en signifikant variation av terränghöjden varför hänsyn tas till avståndet bullerkälla/mottagare med hänsyn till topografins variation. Kartmaterial är öppet terrängdata från Lantmäteriet⁶.

⁵ URL till IAIP: <https://aro.lfv.se/Editorial/View/IAIP?folderId=56>

⁶ URL till Lantmäteriets terrängdata, Hojddata_grid_50_plus: <https://www.lantmateriet.se/opnadata#anchor-4>
URL till Lantmäteriets öppet data: <ftp://download-opendata.lantmateriet.se/>



2.2.3 Bullerberäkningsmodell

Bullerberäkningsmodellen kan sägas behöva indata av två delar. Buller och prestandauppgifter för flygplan och förprocesserade data beskrivna i kapitel 2.2.2. Dessa två delar utgör grunden för indata i beräkningen. Dessa data bearbetas i beräkningsmodellen där den fysikaliska ljudutbredningen och propagering i luften, från samtliga ingående ljudkällor till mottagarpunkter, beräknas i ett rutnät. Samtliga beräknande flyghändelser ackumuleras i respektive beräkningspunkt som sedan kan efterprocesseras till bullerkonturer.

ECAC Doc 29 tillämpar en internationell prestanda- och flygbullerdata bas kallad ANP. ANP-databasen tillhandahålls av Eurocontrol⁷. Nyttillkomna ANP-data tillhandahålls av EASA⁸, men i detta fall finns erforderliga data hos Eurocontrol. I databasen finns uppgifter för flera olika beräkningsbara flygplanstyper med begränsad konfiguration av vikt, motortyp, flygprocedur samt aerodynamiska parametrar. I detta fall tillämpas ingen ytterligare substitution då det finns beräkningsbara flygplanstyper som kan representera de som prognostiserats på flygplatsen. På Bromma Stockholm Airport används en glidbana med 3,5° lutning, (glidbanesändarens anflygningsvinkel) och justering har gjorts för att anpassa dem till flygplatsens lokala förhållanden.

Pågående arbete med kvalitetssäkringsdokumentet samt uppdatering av detta förväntas inom kort. Därför beräknas konturerna med den senaste beräkningsmetoden som finns beskriven i ECAC Doc. 29 4rd Ed. ECAC Doc 29 4th Ed. tar bland annat hänsyn till en nyare standard för luftabsorption, SAE ARP 5534. Modellerna för luftabsorption förutsätter indata för beräkning avseende medelvärden för lufttryck, temperatur och relativ luftfuktighet som påverkar resultatet. För beräkning av scenariot tillämpas atmosfäriska referensförhållanden (lufttryck: 101 325 Pa och lufttemperatur: 15°C) samt 70 % relativ luftfuktighet.

Beräkningen görs i ett rutnät med hänsyn till terräng med 10 meters avstånd mellan beräkningspunkterna.

2.2.4 Efterprocessering

Efterprocessering från beräknat rutnät till konturer har gjorts direkt i IMPACT och sedan exporterats som ESRI Shape. Kartmaterial är hämtat från openstreetmap och sammanställt i QGIS. Samtliga kartor är färdigställda i kartprojektion SWEREF99 TM.

⁷ Den äldre ANP-databasen tillhandahålls av Eurocontrol och finns att ladda ner efter registrering på url: <https://www.aircraftnoisemodel.org/>

⁸ 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.easa.europa.eu/domains/environment/policy-support-and-research/aircraft-noise-and-performanceanp-data>



2.3 Markbullerberäkning

2.3.1 Underlag för markbullerberäkning

Trafikfallet utgår från de uppgifter som används för flygbullerberäkning avseende antal rörelser per tidsintervall, flygplanstyp, operation och bana, kap 2.1.

Som underlag för beräkningar av markbuller ligger Swedavias egen beräkningsmetod, D2015–005837, Stockholm-Arlanda 2016-06-30.

Som ingångsdata för beräkningar ligger WSP och Swedavias inmätning av bullerdata för taxande flygplan på Bromma flygplatsen.

SoundPLAN 8.2 är mjukvaran som har använts för att beräkna markbullers ljudutbredning runt flygplatsen för industribuller. Geografiska indata för beräkningarna erhållits från Brommas flygplats och Trafikverket. Indata har bearbetats i programmet QGIS inför beräkning för modellering av utbredningsdämpning, markabsorption, skärmning, reflektioner mm. i en 3D modell av såväl flygplatsen som omgivande kommuner.

2.3.2 Riktvärdena för markbuller

Buller från flygplatsverksamhet på flygplatser som inte är trafikbuller omfattas av Naturvårdsverkets RAPPORT 6538 - Vägledning om industri- och annat verksamhetsbuller. MARKBULLERBERÄKNING. Riktvärdena utomhus i denna rapport ligger som utgångspunkt för bedömning av markbuller.

Tabell 4 Ljudnivå från verksamhet, frifältsvärde, hämtad från Naturvårdsverkets hemsida

	Leq dag (06-18)	Leq kväll (18-22)	Leq natt (22-06)	Leq lördag, söndag och helgdag (06-18)
Utgångspunkt för olägenhetsbedömning vid bostäder, skolor, förskolor och vårdlokaler	50 dBA	45 dBA	40 dBA	45 dBA

Nivåerna i tabellen ovan avser immissionsvärden vid bostäder, förskolor, skolor och vårdlokaler. De gäller utomhus vid fasad och vid uteplatser och andra ytor för utvistelse i bostadens närhet.

Utöver detta gäller:

- Maximala ljudnivåer ($L_{Fmax} > 55$ dBA) bör inte förekomma nattetid klockan 22-06 annat än vid enstaka tillfällen.
- Vissa ljudkaraktärer är särskilt störningsframkallande. I de fall verksamhetens buller karakteriseras av ofta återkommande impulser som vid nitningsarbete, lossning av metallskrot och liknande eller innehåller ljud med tydligt hörbara tonkomponenter bör värdena i tabell 1 sänkas med 5 dBA.
- I de fall den bullrande verksamheten endast pågår en del av någon av tidsperioderna ovan, eller om ljudnivån från verksamheten varierar mycket, bör den ekvivalenta ljudnivån

bestämmas för den tid då den bullrande verksamheten pågår. Dock bör den ekvivalenta ljudnivån bestämmas för minst en timme, även vid kortare händelser

Bromma flygplats aktivitet nattetid är begränsad vilket innebär att markbullenberäkningar avser L_{Aeq} dagtid och L_{Aeq} kvällstid enligt Naturvårdverkets rapport 6538.

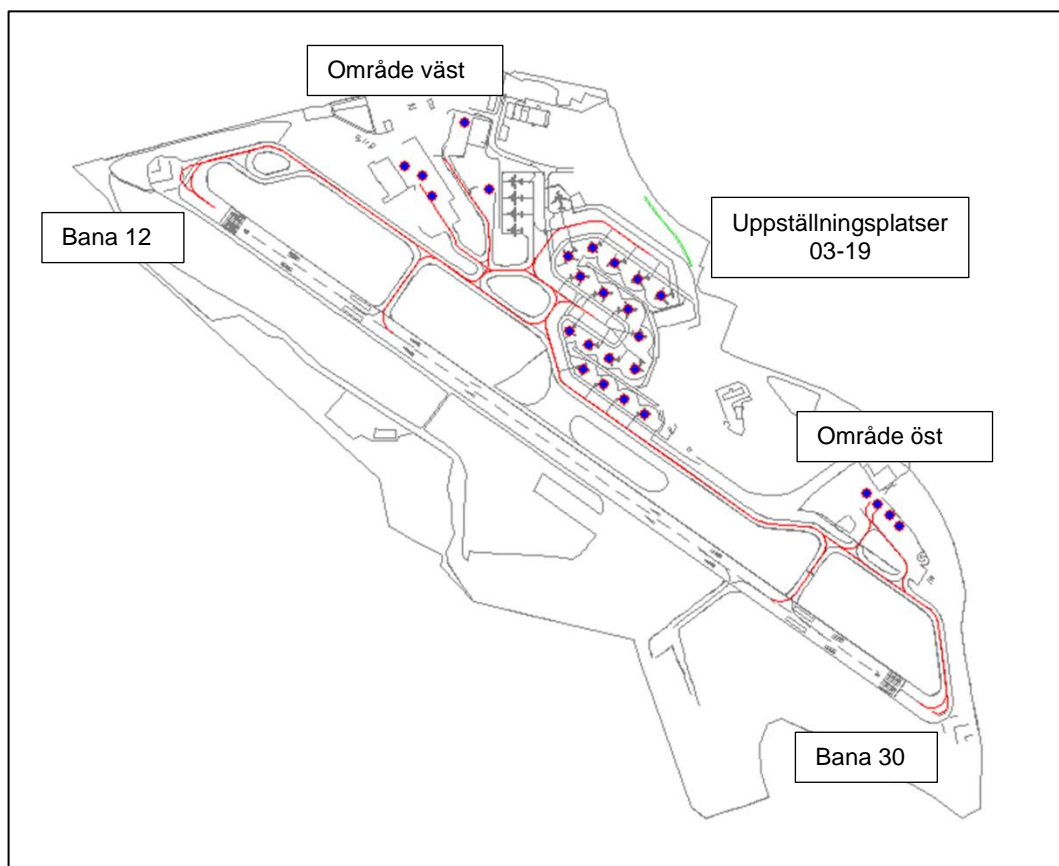
2.3.3 Metod för markbullenberäkning

I markbullenberäkningen ingår taxande flygplan mellan rullbanan och uppställningsplatser och vice versa samt drifttid vid uppställningsplatser.

Övriga aktiviteter så som snöröjning av rullbanan och motorprovkörningar har analyserats och bedöms inte påverka resultatet och har därför utelämnats ur beräkningen.

Taxning är en direkt konsekvens av flygplanens start- och landningsprocedurer och därför används exakt samma trafikfördelning av flygplanstyper samt bananvändning för markbullen och flygbullen. Fördelning av trafik på de olika taxivägarna utgår från fördelning av trafikmängden på respektive uppställningsområde.

Användning av uppställningsplatser har fördelats med utgångspunkt från utfall år 2019. Fördelning av flygplanstyper på respektive uppställningsplats har tagits fram med hjälp av flygplatsens operativa system.

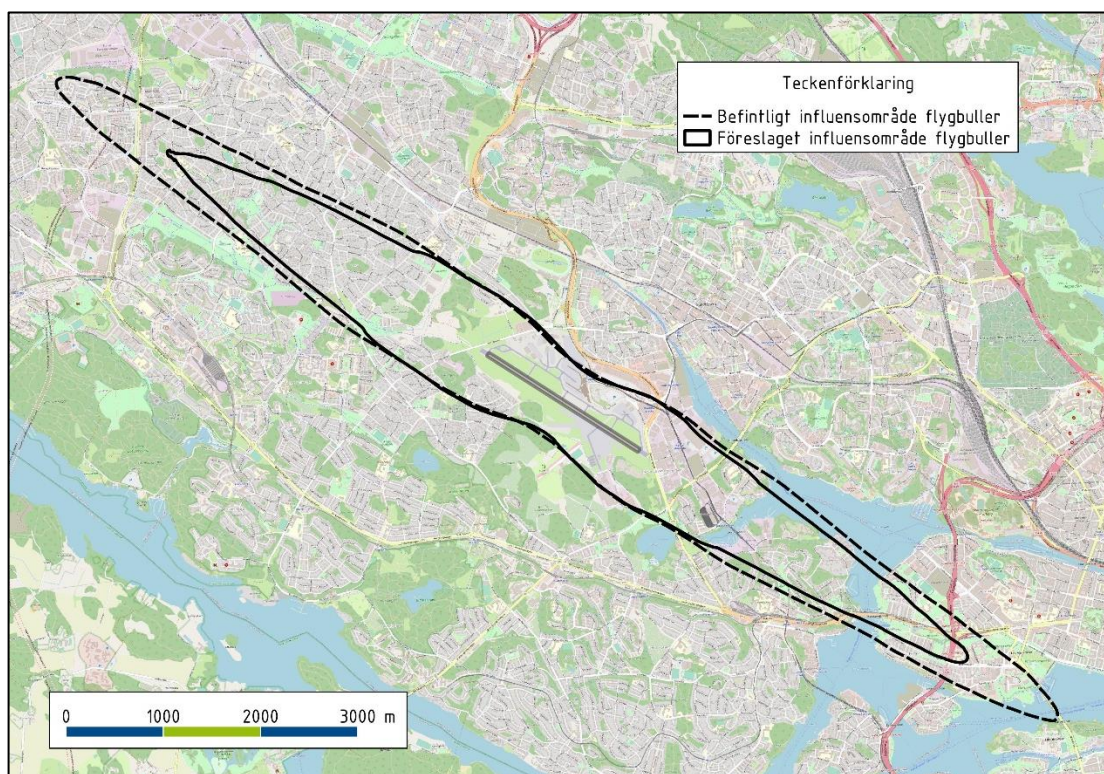


Figur 3: Taxibanor och uppställningsplatser för beräkning. De lila punkter är punktkällorna från uppställningsplatser och de röda linjerna är linjekällorna från taxibanorna till och från rullbana och uppställningsplatser.

3. Resultat

3.1 Beräknat influensområde – Flygbuller

Figur 4 visar befintligt influensområde (svartstreckad linje) och nytt beräknat influensområde (svart linje). Nytt beräknat influensområde avser FBN 55 dB(A) enligt ECAC Doc 29 4th ed. Nytt beräknat influensområde är generellt mindre och håller sig i huvudsak inom befintligt influensområde. Skillnaden förklaras främst av trafikvolymen och andra flygplanstyper för beräkning samt reviderad beräkningsmetod.



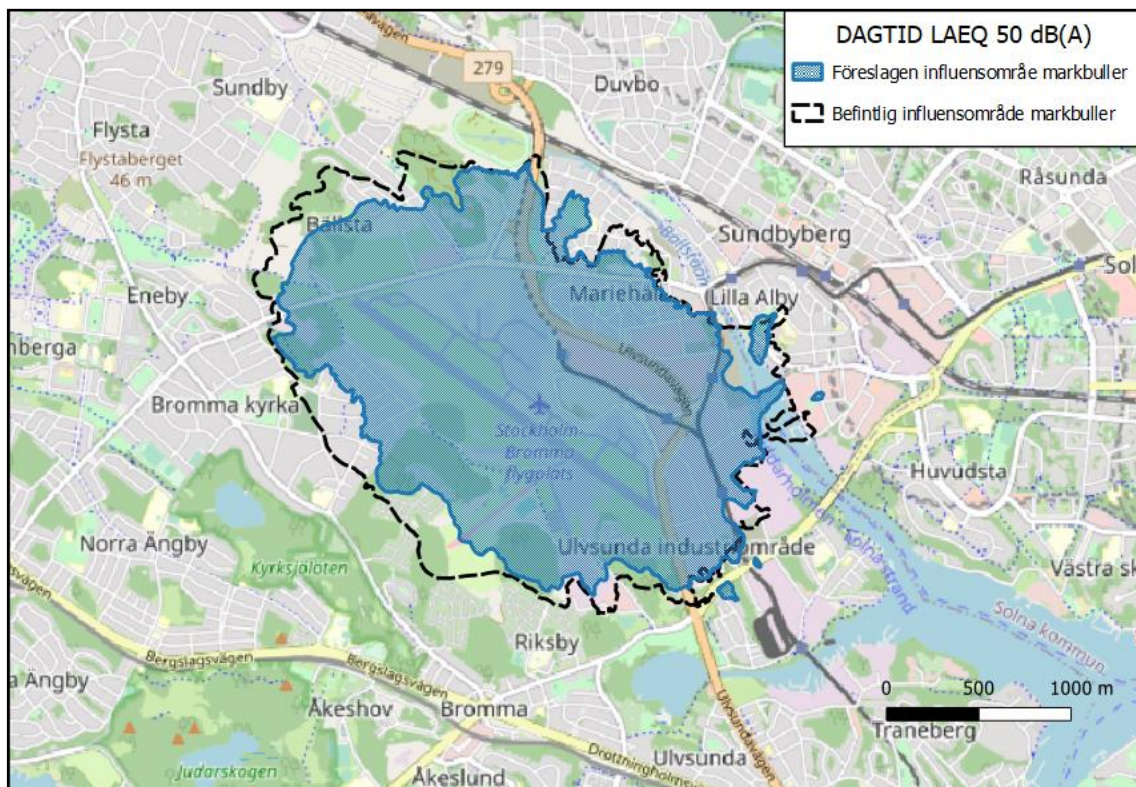
Figur 4: Nytt beräknat influensområde jämfört med befintligt influensområde

3.2 Beräknat influensområde – Markbuller

Influensområde för markbuller redovisas i två beräkningar eftersom det finns ett riktvärde för dagtid mellan kl.06 och kl.18 och ett annat riktvärde för kväll mellan kl.18 och kl.22. Enligt vägledningen anges ett särskilt riktvärde för buller under helg. Resultatet för kvällstid inrymmer riktvärde avseende helg.

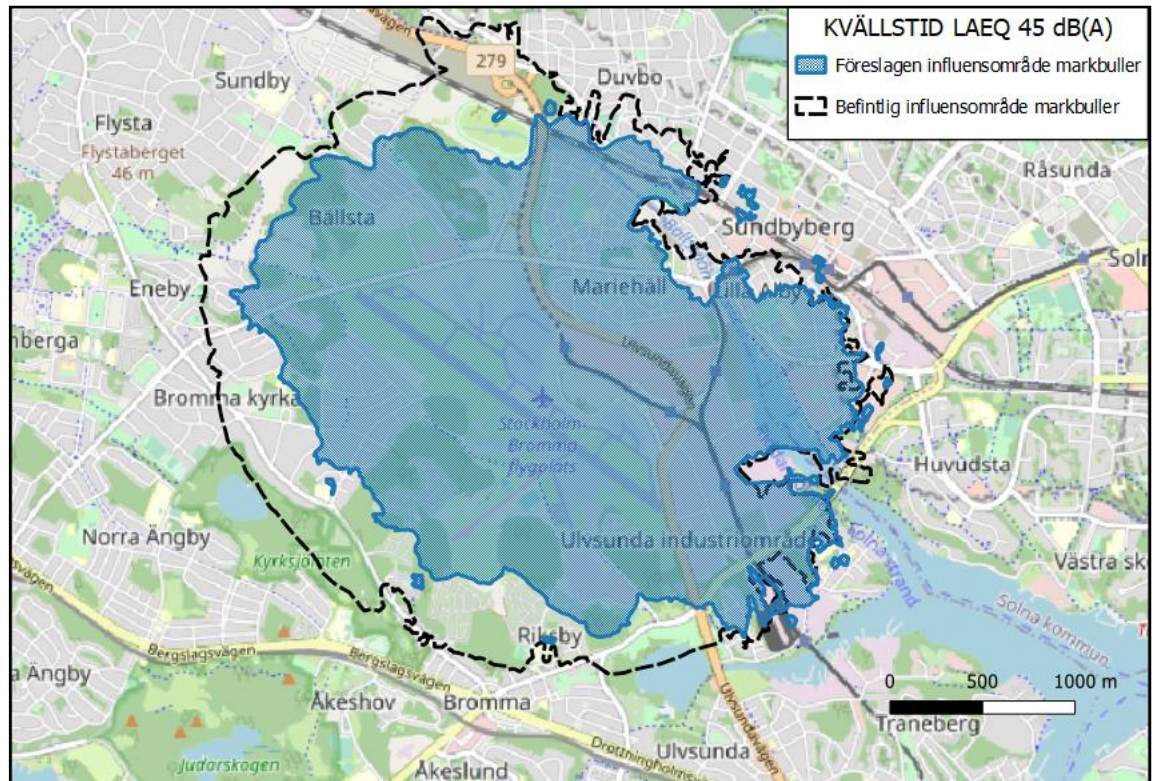
Kurvorna redovisar ljudutbredning 8 meter över mark, samma som befintligt influensområde för markbuller.

3.2.1 Dagtid



Figur 5: Beräknat influensområde för markbuller – Dagtid

3.2.2 Kvällstid



Figur 6: Beräknat influensområde för markbuller – Kvällstid