

SVAR PÅ FÖRELÄGGANDE BROMMA FLYGPLATS – UPPFÖLJNING AV VILLKOR 1 OCH 4, DNR 2015-589

Miljö- och hälsoskyddsnämnden i Stockholms stad har förelagt Swedavia AB (Swedavia) att senast den 26 februari 2016 inkomma med följande uppgifter. (Swedavia har därefter begärt och erhållit förlängd svarstid till 2016-04-01.)

1. Redovisa de indata för bullerberäkningar som användes vid den omräkning av villkorskurvan för FBN 55 och 65 dBA som gjordes 2012. Redovisningen ska även innehålla Swedavias bedömning av de kompletterande uppgifter som WSP har lämnat och som framgår av förvaltningens tjänsteutlåtande.
2. Visa att Brussels Airlines landningar med luftbroms inte medför att villkor 4 överskrids.

Swedavia får anföra följande.

Swedavia har granskat WSPs rapport med uppdragsnummer 10212190. Swedavia har också begärt kompletterande uppgifter från WSP 2015-11-06 och har även granskat dessa.

Sammanfattningsvis anser Swedavia att den omräkning av ”villkorskurvan” för FBN 55 och 65 dB(A) som Swedavia gjorde år 2012 är korrekt. De uppgifter som har presenterats av WSP ändrar inte Swedavias inställning i denna del, se vidare avsnitt 1 nedan. Swedavia anser också att Brussels Airlines landningar på Bromma Stockholm Airport uppfyller kraven i villkor 4, se vidare avsnitt 2 nedan.

Redovisningen nedan och i bilagorna är relativt komplex ur ett tekniskt perspektiv. För det fall Miljö- och hälsoskyddsnämnden önskar en muntlig presentation av Swedavias redovisning är Swedavia positivt inställd till detta.

1

REDOVISNING AV INDATA FÖR BULLERBERÄKNINGAR AVSEENDE VILLKORSKURVAN FÖR FBN 55 OCH 65 dB(A)

Swedavia anser att erforderliga detaljer om hur omräkningen av villkorskurvan för FBN 55 och 65 dB(A) som gjordes år 2012 i huvudsak redan finns i Swedavias rapport med dokumentnummer D 2012-007196.

I Bilaga 1 återfinns en detaljerad granskning av och synpunkter på WSPs rapport 10212190. Sammanfattningsvis framgår följande av Bilaga 1.

Syftet med omräkningen av FBN för trafikfall 4 i villkor 1 i flygplatsens miljötillstånd är att möjliggöra jämförelse av trafikutfall med **samma beräkningsmetod**. Detta för att få en rättvisande jämförelse så som anges i

Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar i Sverige. Swedavia menar alltså att hela beräkningsmetoden ska vara samma vid jämförande av referensberäkningen (trafikfall 4) som jämförelseberäkningen (dagens trafikutfall).

Beräkningsmetoden som användes på 1970-talet kan inte användas för beräkning av dagens trafikutfall. Detta på grund av att beräkningsmetoden har bristfällig dokumentation och att beräkningsverktyget inte längre finns tillgängligt. Swedavia har påvisat betydande skillnader mellan beräkningsmetoden från 1970-talet och dagens beräkningsmetod ECAC Doc 29. Bland annat är det skillnader i hur beräkningsmetoderna behandlar markeffekter, varaktighetsfördröjning, atmosfärisk absorption, beräkningsnoggrannhet och efterprocessering. Därför fås det bästa resultatet genom att använda den metod som Swedavia använt.

Swedavia visar i Bilaga 1 hur flygplansdata för flygplanstypen Q120 tagits fram och vilka känslighetsanalyser som gjorts. Swedavia har också utfört känslighetsanalys av WSPs kompletterande flygplansdata för alla flygplanstyper som WSP använder i trafikfall 4. Dessa påvisar ett resultat som ger ungefär lika hög FBN som Swedavias beräkningar i två kontrollpunkter, belägna i den gamla FBN 55 dB(A)-konturens ”spetsar” för trafikfall 4. Det visar sig att WSPs flygplansdata för Q120 bidrar i dessa kontrollpunkter i samma omfattning som Swedavias Q120.

Enligt WSPs flygplansdata ger deras tvåmotoriga propellerflygplan ungefär lika stort bidrag till FBN som jetflygplanet Q120. Det betyder att det tvåmotoriga propellerflygplan som WSP använder är lika viktig som Q120 i FBN-beräkningen för trafikfall 4. Swedavia menar därför att alla flygplanstyper och rörelser i ett trafikfall måste beaktas i beräkningen för trafikfall 4 och att skillnaden i utbredning mellan FFAs beräkning och Swedavias beräkning av FBN 55dB(A) framförallt beror på skillnad i beräkningsmetoder.

WSPs flygplansdata saknar dock originaldokumentation och NPD-data är endast angivna upp till en begränsad höjd, vilket begränsar över vilket avstånd från flygplatsen som WSPs NPD-data är giltigt. Det vill säga, det begränsar beräkningen av FBN för trafikfall 4, vilket leder till risk för felaktigt beräknade ljudnivåer. NPD-data skapat för 1978-års beräkningsmetod kan inte användas i den nya beräkningsmetoden om framtagandet av dessa data är okända. Den nya beräkningsmetoden tar hänsyn till många fler parametrar än den gamla. Om man ska anpassa sådana data måste man känna till de parametrar som är nämnda i Bilaga 1.

Swedavia ser i nuläget inget behov av att uppdatera 2012 års beräkning av FBN för trafikfall 4. Swedavia anser att det inte finns några hinder utifrån villkor 1 att fortsätta utveckla Bromma Stockholm Airport som planerat och möjliggöra plats för en nyare och dessutom mindre bullrig flygplansflotta.

2 BRUSSELS AIRLINES OCH VILLKOR 4

Miljö- och hälsoskyddsnämnden har efterfrågat ytterligare information om Brussels Airlines användning av luftbroms vid landning på Bromma Stockholm Airport. Detta eftersom Brussels Airlines dokumentation, som lämnades in till Miljöförvaltningen 2015-09-14, visade att Brussels Airlines använder luftbromsen i högre utsträckning (för åren 2012-2015) än vad Malmö Aviation (numera BRA) gör och att det är oklart för nämnden hur användning av luftbroms utan extra gaspådrag påverkar ljudemissionerna.

Sammanfattningsvis menar Swedavia att den redovisning som Swedavia nu gör visar att användningen av luftbroms inte påverkar möjligheten att innehålla villkor 4. Dels är det fråga om ett ytterst begränsat antal tillfällen, se avsnitt 2.2 nedan, dels medför aktiverad luftbroms ingen signifikant ökning av ljudnivån så länge en automatiserad landning inte genomförs, se avsnitt 2.3 nedan.

2.1 Luftbromsens funktion vid landning

Luftbromsen har tre huvudsyften:

- Luftbromsen används som en aerodynamisk broms för att sänka luftfartygets fart tillgänglig under hela flygningen.
- Luftbromsen används vid landningsfasen för att minska landningssträckan.
- Luftbromsen används vid automatisk landning där flygplanet med hjälp av autopiloten landar själv.

För det två första alternativen används luftbromsen för att sänka hastigheten vilket innebär att motorerna *går på tomgång och därmed ges inget extra gaspådrag*.

För alternativ tre är flygplanstypen Avro RJ konstruerad att utföra en automatisk landning med autopilot. För att kunna landa automatiskt har tillverkaren statuerat vissa förutsättningar som måste vara uppfyllda. En förutsättning är att luftbromsen ska vara utfälld under senare delen av landningen. Vi detta tillfälle kommer flygplanet att öka gaspådraget för att bibehålla önskad fart.

Automatisk landning har konstruerats främst för att användas vid extremt dåligt väder, en så kallad kategori tre precisionslandning. Eftersom siktreferenserna är mycket små under en kategori tre landning måste flygplanet själv landa enligt regelverket. Regelverket innehåller många krav för flygplatsens utformning, flygplanets system, utbildning, väder med mera. Bromma Stockholm Airport är inte designat för och är inte heller godkänt för kategori tre precisionslandningar.

Automatiska landningar utförs inte på Bromma Stockholm Airport av två skäl. Första skälet är att luftbromsen inte ska vara utfälld för att innehålla villkor 4. Andra skälet är att en automatisk landning inte är lika exakt för sättningspunkten

jämfört med en manuell landning. Bromma Stockholm Airport har en relativt kort bana, vilket gör att det är flygsäkerhetsmässigt att föredra att landa utan automatiserad landning även om luftbroms skulle vara tillgänglig.

En inflygning är mycket dynamisk där många faktorer påverkar luftfartygets reaktion i förhållande till en etablerad inflygning. Ett luftfartyg måste landa med rätt vinkel, med rätt fart och på rätt punkt på rullbanan. Situationer, där luftbroms av flygsäkerhetsskäl kan behöva användas för att kunna genomföra en säker inflygning och landning är bland annat:

- Vindförhållanden
- Andra väderförhållanden, till exempel snö och isbildning
- Trafiksituationen i luftrummet samt på rullbanan/marken
- Klareringar med olika restriktioner

Ett exempel på när luftbromsen används av flygsäkerhetsskäl är fallet med plötslig medvind vid inflygning. Befälhavaren kan då välja mellan att använda luftbromsen (för att få ner farten) eller att avbryta inflygningen och göra ett nytt inflygningsförsök. Ett nytt inflygningsförsök medför ett högre motorpådrag (högre bulleremissioner) och en ytterligare överflygning, där luftfartyget måste passera stora delar av Stockholms innerstad för att kunna påbörja en ny inflygning, vilket leder till ökad störning och olägenhet för omgivningen. Dessutom genererar ett nytt inflygningsförsök en högre bränsleåtgång, med ökande utsläpp till luft som följd.

2.2

Brussels Airlines användning av luftbromsen

Swedavia vill inledningsvis påpeka att alla flygplatser har sina egna lokala förutsättningar, varför den erfarenhet en pilot som mer frekvent flyger på en och samma flygplats bygger upp har betydelse för hur just den piloten genomför en inflygning. Flygbolagen och piloterna följer naturligtvis de lagar och regler som finns, men det är pilotens personliga bedömning samt yttre faktorer som väder och den omgivande trafikala situationen med mera som till slut styr hur inflygningen och landningen faktiskt sker. Malmö Aviations piloter flyger mer frekvent på Bromma Stockholm Airport jämfört med Brussels Airlines piloter, och har därmed en större erfarenhet av att genomföra inflygningar just till Bromma Stockholm Airport.

Swedavia har haft en fördjupad diskussion med Brussels Airlines under de senaste månaderna med avseende på den statistik som Brussels Airlines presenterade och som lämnades in till Miljöförvaltningen 2015-09-14. I diskussionerna har följande framkommit:

- Brussels Airlines har använt sig av ett statistiskt underlag baserat på andra indata jämfört med Malmö Aviation. Brussels Airlines statistik baserar sig

på hela den slutliga inflygningen ner till landningströskeln. Detta innebär att man har redovisat användning av luftbroms även utanför det höjdsegment som är relevant för villkor 4.

- Malmö Aviations statistik baseras på inflygningar inom ett höjdsegment som är relevant för villkor 4.
- Flygbolagens statistik (såväl Brussels Airlines som Malmö Aviation) har också tagit med händelser när luftbromsen inte varit fullt aktiverad.
- På grund av ett annat system (jämfört med det som Malmö Aviation använder) för monitorering av flygdata kan Brussels Airlines endast spara 70 % av all data som spelas in. Swedavias bedömning är emellertid att 70 % är tillräckligt noggrant för att ge statistiskt signifikanta resultat.

De data som Brussels Airlines presenterade tidigare (2015-09-14) avsåg således samtliga tillfällen som luftbromsen har använts under någon del av inflygningsfasen under åren 2012-2015, vare sig det var *före* eller *efter* certifieringspunkten. Brussels Airlines monitoreringssystem för flygdata har konstruerats annorlunda än Malmö Aviations monitoreringssystem. Detta innebär att en stor andel av tidigare redovisade händelser inte haft luftbromsen utfälld i de höjdsegment som är relevant för certifieringspunkten i villkor 4. Brussels Airlines har numera justerat sitt system för att mäta på samma sätt som Malmö Aviation och enligt villkor 4.

Resultatet visar att Brussels Airlines använt luftbromsen under någon del av inflygningen i 4,3 % av alla inflygningar under år 2015, se [Bilaga 2](#). Detta indikerar starkt att luftbromsen har varit utfälld över relevant höjdsegment för certifieringspunkten vid ett ytterst begränsat antal tillfällen. Att luftbromsen varit utfälld före certifieringspunkten påverkar inte möjligheten att innehålla villkor 4.

2.3

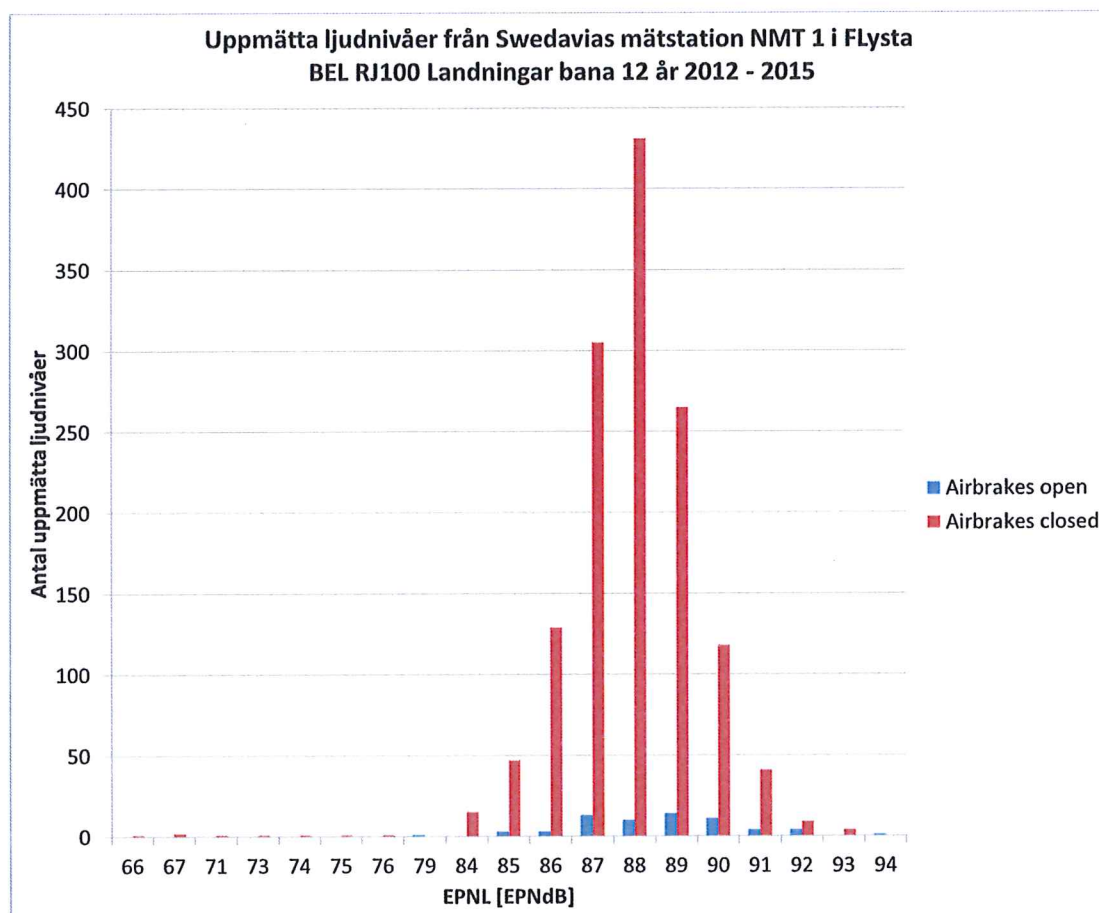
Hur påverkas ljudemissionen av användandet av luftbroms

I avsnitt 2.2 ovan framgår att skälet för luftbromsens användning på Bromma Stockholm Airport är att sänka hastigheten på luftfartyget för etablering på glidbanan för en säker landning.

Även om man nödgas använda luftbromsen vid något tillfälle under inflygning innebär detta att det sker utan motorpådrag. Vid flygbullercertifiering förhåller det sig annorlunda. Då används en så kallad certifieringsprocedur vid inflygning med bland annat automatisk landning. Automatisk landning innebär att flygplanet landar med luftbromsen öppen (airbrakes 'Open') och att gaspådrag samtidigt ges från ca 500 fots höjd med syfte att bibehålla farten.

Även om man nödgas använda luftbromsen vid något tillfälle under inflygning innebär det alltså inte att man genomför en certifieringsprocedur.

Bromma Stockholm Airport har låtit Swedavia Konsult analysera ljudmätningar från händelser då luftbroms varit aktiverad vid landning jämfört med när luftbroms inte varit aktiverad vid landning för att visa hur ljudnivån förhåller sig i de båda fallen. Figuren nedan visar antal uppmätta ljudnivåer i EPNdB vid mätstationen i Flysta från alla registrerade landningar bana 12 under åren 2012 – 2015 för Brussels Airlines flygplan av typen Avro RJ 100¹. Totalt finns det 1 436 mätvärden. De registrerade händelser Brussels Airlines använt luftbroms under någon del av den slutliga inflygningen är markerade i blått. Alla andra händelser är markerade i rött.



Figur 1: Figuren visar antal uppmätta ljudnivåer i EPNdB korregerade till avståndet i certifieringspunkten approach för Brussels Airlines flygplan av typen Avro RJ 100 som landat till bana 12 på Bromma Stockholm Airport mellan åren 2012 – 2015.

Man kan notera att ljudnivåerna är normalfördelade kring medelvärdet (cirka 88 EPNdB) och den högsta uppmätta ljudnivån (1 händelse) tangerar det maximalt tillåtna värdet angivet i kompletteringsintyget för certifieringspunkten approach (94 EPNdB)². Spridningen av ljudnivåer förklaras av naturliga variationer i väder

¹ Ljudnivåerna är korregerade med avseende på den avståndsskillnad som finns mellan mätpunkt och certifieringspunkten approach i ICAO Annex 16 Vol 1 kap 3.

² I de så kallade "Supplementary data" (kompletteringsintyg) som tillhandahållits från flygplanstillverkaren till Avro RJ 100, anges 94 EPNdB, i certifieringspunkten Approach, som den högst tillåtna om medelvärdet 89 EPNdB i de tre certifieringspunkterna ska kunna innehållas.

samt den normalfördelade spridningen i landningsvikter. Ljudnivåerna som uppmätts i samband med inflygning med aktiverad luftbroms har en jämn spridning. Inflygning med aktiverad luftbroms korrelerar således inte till ökad ljudnivå, vilket däremot vikten gör. Händelser med aktiverad luftbroms medför alltså inte att ljudnivån skulle öka.

Den dokumentation som Swedavia presenterat visar att både Malmö Aviation och Brussels Airlines vid ett mycket begränsat antal tillfällen per år nödgas använda luftbromsen för att sänka farten under inflygning för att kunna genomföra en landning.

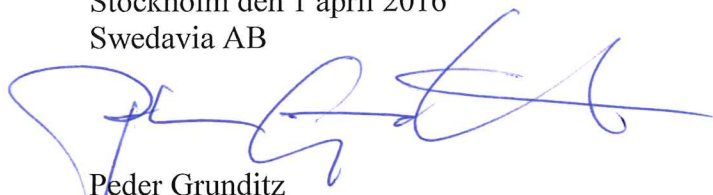
När luftbromsen är utfälld ökar det aerodynamiska motståndet och flygplanet bromsas, det vill säga flygplanets fart sänks relativt den omgivande luftmassan. Aktiverad luftbroms medför ingen signifikant ökning av ljudnivån. Bullerbidraget från motorer och flygplanskroppens övriga delar är så mycket större. Om flygplanet däremot bromsar och gasar samtidigt ökar ljudnivån, men detta strävar ingen efter, särskilt inte vid landning då syftet är att sänka farten. Ett flygplan som bromsas samtidigt som det ges gaspådrag används, som angetts ovan, endast med avsikt att genomföra en automatisk landning för berörd flygplanstyp. Swedavias bedömning är därför att användningen av luftbroms inte påverkar ljudemissionerna signifikant och därmed inte heller möjligheten att innehålla villkor 4.

Till ovan ska tilläggas att flygplanets vikt har en större betydelse för ljudemissionerna än användning av luftbromsen vid en typisk inflygning, eftersom ökad vikt medför att högre gaspådrag krävs för att bibehålla korrekt flyghöjd. En ökad vikt är därför proportionerlig mot en ökad ljudemission i och med det ökade gaspådraget. Den av Swedavia tidigare inlämnade dokumentationen visar att landningsvikterna, för såväl Malmö Aviation som för Brussels Airlines, med god marginal understiger maximal tillåten landningsvikt.

I Miljöförvaltningens ”Rapport om miljöpåverkan från Bromma flygplats” från september 2015 (dnr 2015-589) anges på sidan 22 att ”det man vinner med att landa med lättare flygplan än tillåtet förmår inte väga upp det ökade bullret som luftbromsen orsakar”. Detta måste vara ett missförstånd från Miljöförvaltningens sida. Ljudnivåerna som anges i kompletteringsintyget gäller för en standardiserad inflygning, med en icke-certifieringsprocedur, där luftbromsen är stängd (airbrakes ’Closed’). Det verkar som att Miljöförvaltningen jämfört ljudnivåerna från den proceduren med ljudnivåer från certifieringsproceduren (där luftbromsen är öppen (airbrakes ’Open’) med *samtidigt ökat gaspådrag*, det vill säga automatisk landning).

Sammanfattningsvis, användning av luftbromsen medför inte någon risk för överträdelse av villkor 4. Detta på grund av att luftbromsen i sig inte ökar ljudemissionen signifikant. Därtill ska tilläggas att landningsvikterna och startvikterna var för sig och tillsammans med god marginal understiger de maximalt tillåtna vikterna.

Stockholm den 1 april 2016
Swedavia AB



Peder Grunditz
Flygplatsdirektör Bromma Stockholm Airport

Bilagor:

Bilaga 1. Swedavias granskning av och synpunkter på WSPs rapport 10212190 enligt Miljö- och hälsoskyddsnämndens föreläggande

Bilaga 2. Bromma Airport Airbrake use 2014-2015

BILAGA 1, SWEDAVIAS GRANSKNING AV OCH SYNPNKTER PÅ WSP RAPPORT 10212190 ENLIGT MILJÖ- OCH HÄLSOSKYDDSNÄMNDENS FÖRELÄGGANDE, DNR 2015-589

Innehåll

1	INLEDNING	2
2	SWEDAVIAS OMRÄKNING AV FBN FÖR TRAFIKFALL 4 (VILLKOR 1).....	6
3	KOMMENTARER OCH SYNPNKTER PÅ WSP RAPPORT AVSEENDE SWEDAVIAS OMRÄKNING AV FBN FÖR TRAFIKFALL 4 (VILLKOR 1)	6
3.1	Skillnader i beräkningsmetoder	6
3.2	Swedavias framtagande av flygplansdata för Q120	7
3.3	Exempel på Swedavias känslighetsanalyser av flygplansdata	10
3.4	WSPs kompletterande uppgifter om flygplansdata	11
3.4.1	Känslighetsanalys av erhållna flygplansdata från WSP	11
3.4.2	Djupare analys av WSPs NPD-data	13
3.5	Slutsats och diskussion	15
3.5.1	Skillnader i beräkningsmetoder	15
3.5.2	Swedavias framtagande av flygplansdata för Q120	15
3.5.3	Känslighetsanalys av Swedavias flygplansdata avseende Q120	16
3.5.4	WSPs kompletterande uppgifter	16
4	SWEDAVIAS ÖVRIGA SYNPNKTER PÅ WSP RAPPORT	17
4.1	Felaktigheter i WSPs granskning som Swedavia har uppmärksammat	17
4.1.1	WSP kapitel "3.1.9 Granskning av bullervillkor"	17
4.1.2	WSP kapitel "3.1.10 Effekt av 3,5 graders landningsvinkel"	19
4.1.3	WSP kapitel "3.1.11 Hänsyn till topografi"	19
4.2	Övriga synpunkter på WSPs granskning	20
4.2.1	WSP kapitel "3 Bedömningar"	20

1**INLEDNING**

Bromma Stockholm Airport och Swedavia Konsult har tagit del av WSPs rapport BROMMA FLYGPLATS, KVALITETSGRANSKNING FLYGBULLER, med uppdragsnummer 10212190, vilken omfattar granskning och slutsatser om hur Swedavia arbetar med bland annat flygbullerberäkningar och bullermätningar samt villkorsuppföljning på Bromma Stockholm Airport.

Inledningsvis vill Swedavia börja med att påpeka att Swedavia välkomnar den sortens granskning som Miljöförvaltningen nu låtit göra. Swedavia strävar efter att i största möjliga mån leverera högsta kvalitet och för detta krävs i regel noggrann granskning av metoder och arbetssätt. Detta har tidigare visats bland annat genom Swedavias deltagande i det kvalitetssäkringsarbete som gjorts i samarbete med Transportstyrelsen, Naturvårdsverket och Forsvarsmakten, där WSP och andra myndigheter och konsulter också varit delaktiga. Detta arbete mynnade ut i ett kvalitetssäkringsdokument¹ för flygbullerberäkningar i Sverige. Användandet av dokumentet har fastställts i domstolsbeslut vid miljöprövningar på flera flygplatser. Kvalitetssäkringsdokumentet baseras till stora delar på samma metoder och principer som Swedavia och tidigare Luftfartsverket arbetat efter under många år.

Swedavia ligger i framkant när det gäller utvecklingen av beräkningsmetoder, bland annat genom arbete inom ECAC² som har utvecklat och utvecklar den nu gällande beräkningsmetoden för flygbuller som beskrivs i dokumentet ECAC.CEAC Doc No. 29 - Report on Standard Method of Computing Noise Countours Around Civil Airports. Den senaste publicerade utgåvan har beteckningen 3rd Edition och finns tillgänglig hos ECAC³. Det ovan nämnda Kvalitetssäkringsdokumentet utgör ett komplement till denna beräkningsmetod och beskriver hur den ska användas. Dessutom kan nämnas att en viktig princip som Swedavia tillämpar för att minimera fel är att beräkningar och rapporter alltid granskas och kvalitetssäkras av ytterligare en flygakustiker.

När det gäller beräkningsmetoder vill Swedavia först och främst poängtera vikten av att använda ett gemensamt språkbruk. En beräkningsmetod är en beskrivning av hur man går tillväga för att göra en beräkning. En beräkningsmetod för flygbuller behandlar kortfattat följande processer:

- Ett beräkningsscenario (Input scenario data) skapas av indata (Raw input data), innehållandes bland annat flygplatsdata och ett trafikfall med uppgift om antal flygplansoperationer inklusive flygplanstyper, färdplaner och flygvägar (Swedavia använder radarspår för detta), samt tid på dygnet för händelserna.

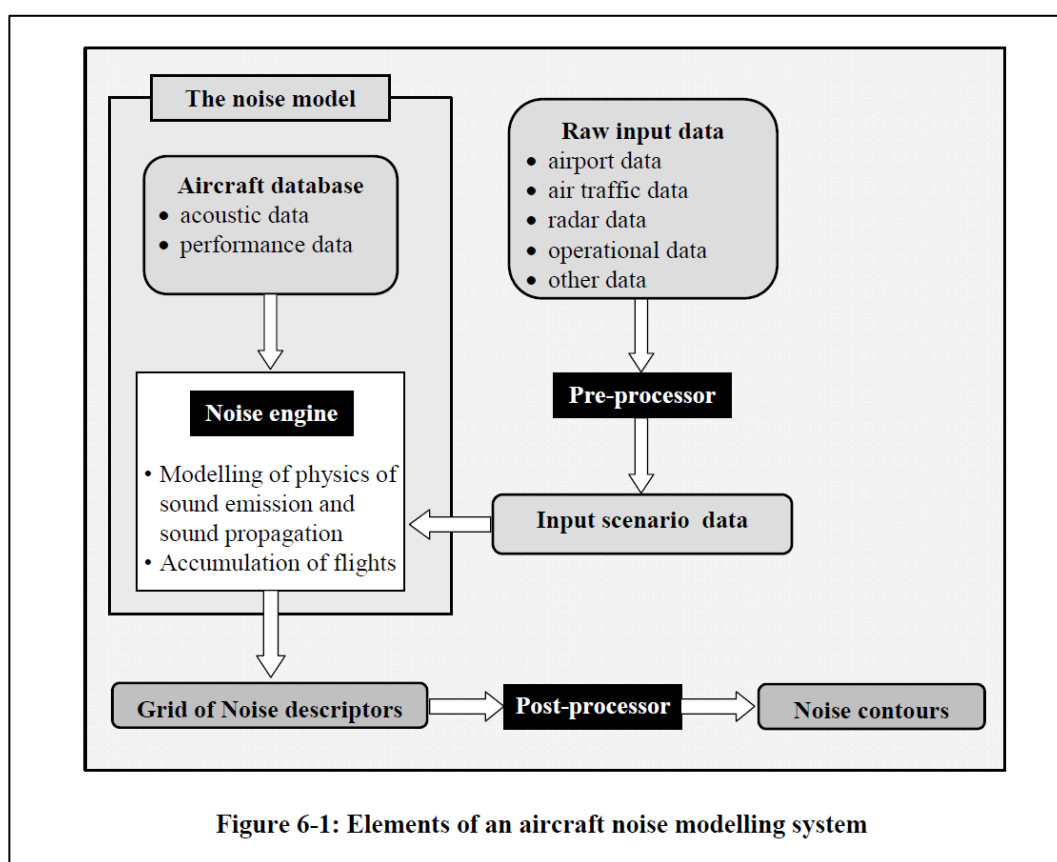
¹ Kvalitetssäkringsdokumentet finns att tillgå i mars 2016 på URL:
https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/miljo/kvalitetssakringsdokument_flygbuller.pdf

² European Civil Aviation Conference är ett samarbete mellan 44 europeiska länder. Uppdraget är att främja den fortsatta utvecklingen av ett säkert, effektivt och hållbart europeiskt luftfartssystem.

³ Beskrivning av den senaste beräkningsmetoden finns att tillgå i mars 2016 på URL:
<https://www.ecac-ceac.org/ecac-docs>

- Beräkningsscenariot används sedan som underlag i en bullerberäkningsmodell⁴ (noise model) som innehåller information om flygplansdata [akustiskt källdata (acoustic data) och prestandauppgifter (performance data)] samt modellering av ljudalstring och ljudutbredning mellan källa – mottagare (Noise engine).
- Beräkningen resulterar i ljudnivåer i av användaren definierade punkter eller ett rutnät som kan användas som underlag för att skapa bullerkonturer (Noise contours) som ritas på karta.

Dessa processer är numera helt datoriserade. Principen för en flygbullerberäkningsmetods processer illustreras i figur från ECAC Doc 29 3rd Ed Vol 1 sidan 35, se nedan.



Figur 0: Utdrag ur ECAC Document 29 3rd Edition Vol 1 sidan 35. Figuren visar de delar som ingår i beräkningsmetoden. Dessa delar kan sägas bestå av indata, bullerberäkningsmodell (noise model) och efterprocessering till bullerkonturer. I bullerberäkningsmodellen ingår bland annat flygplansdata i form av NPD-data och prestandauppgifter.

I Kvalitetssäkringsdokumentet, kapitel 5.5 framgår att samma beräkningsmetod ska användas för beräkning och jämförelse av utfall och referensfall och att man som utgångspunkt ska använda det beräkningsverktyg som användes vid beräkning av referensfallet. "Om detta inte är möjligt (exempelvis då beräkningsverktyget är så

⁴ Bullerberäkningsmodell kan också kallas beräkningsmodell eller modell. Beräkningsmodellen (the noise model) har programmerats in i ett datoriserat beräkningsverktyg, så som i exempelvis INM eller AEDT.

gammalt så att det inte finns datormiljöer där det fungerar) behöver såväl referensberäkningen som jämförelseberäkningen göras med annan metod.”

Det kan finnas flera beräkningsverktyg som stöder samma beräkningsmodell och därmed samma beräkningsmetod. Enligt kvalitetssäkringsdokumentet ska man byta beräkningsmetod för beräkning av trafikfall 4 i flygplatsens villkor 1 (referensberäkning) i det fall det ursprungliga beräkningsverktyget inte kan användas för beräkning av årligt trafikutfall (jämförelseberäkning).

En flygplats flygplansflotta förändras och förnyas över tid. Det kan bland annat innebära att nya flygplansdata krävs för att göra en korrekt jämförande beräkning. Nya flygplansdata ingår numera i uppdateringar av beräkningsverktyget, men ibland uppdateras beräkningsmetoden och då kan det bli svårt att göra en tillförlitlig beräkning av utfallet med den gamla beräkningsmetoden om flygplansdata i rätt format saknas. Det är också en av anledningarna till varför det i Kvalitetssäkringsdokumentet står att man ska använda samma beräkningsmetod i båda fallen, vilket innebär att referensfallet måste räknas om. Det som kan hända och som hänt vad gäller Bromma Stockholm Airport är att stora delar av den gamla beräkningsmetoden (som användes av FFA⁵) inklusive beräkningsmodellen och beräkningsverktyget inte längre finns att tillgå. Vissa spår av den gamla beräkningsmetoden har dock identifierats och det finns beskrivet i Swedavias rapport med dokumentnummer D 2012-007196. Själva ansökan om miljötillstånd från 1978 finns bevarad och där finns underlag för beräkningar (trafikfall) dokumenterat vilket ger en indikation till den gamla beräkningsmetodens omfattning. Det är tack vare ansökans dokumentation som en omräkning av FBN för trafikfall 4 med den senaste beräkningsmetoden överhuvudtaget är möjlig.

Beräkningsmetoder som använts för flygbullerberäkningar för flygplatsen har bytts ut flera gånger sedan tiden för ansökan och dessutom har beräkningsverktyg och flygplansdata uppdaterats i princip varje år. Beräkningsmetoderna har utvecklats under årens lopp till att vara noggrannare, effektivare och enklare att hantera. Swedavia anser att den beräkningsmetod som FFA använde på 1970-talet inte längre är möjlig att använda för att beräkna utfall av dagens situation för flygplatsen. Framförallt för att 1978 års beräkningsverktyg inte finns tillgängligt, men också eftersom det inte finns någon originaldokumentation som beskriver den gamla beräkningsmetoden.

Flygplansdata är anpassat till respektive beräkningsmodell och tillämpning i andra beräkningsmodeller kan skapa felaktiga beräkningsresultat. För att kunna använda flygplansdata från en annan beräkningsmodell kan en omvandling vara nödvändig. Man skulle behöva göra ett flertal antaganden så som bearbetning av varaktighet, markeffekter (exempelvis markdämpning) och atmosfärisk absorption som förutom osäkerheter i gamla flygplansdata leder till ännu större osäkerheter i resultatet och det gäller särskilt om framtagandet av flygplansdata inte finns dokumenterat. De

⁵ Flygtekniska försöksanstalten (FFA) var en tidigare statlig uppdragsfinansierad myndighet under Forsvarsdepartementet med målet att bedriva forsknings-, utvecklings- och försöksverksamhet inom det flygtekniska området. FFA upphörde den 31 december 2000 när man tillsammans med Forsvarets forskningsanstalt (FOA) den 1 januari 2001 bildade Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). [Läst på url: https://sv.wikipedia.org/wiki/Flygtekniska_försöksanstalten]

flygplansdata som WSP efter sin granskning tillhandahållit saknar fullständig dokumentation och det är därför svårt att bedöma vilken omvandling som skulle vara nödvändig. Flygplansdata kan användas för manuell beräkning i enstaka punkter som underlag för känslighetsanalys av beräknade ljudnivåer vilket Swedavia också har gjort, se kap 3.4.1, nedan.

Om man ändå omvandlar gammalt flygplansdata och använder det i en nyare beräkningsmetod skulle det innebära att man blandar två olika beräkningsmetoder för att beräkna referensfallet, men inte när man beräknar utfallet, vilket innebär att man per definition jämför två olika beräkningsmetoder. Detta skulle strida mot kvalitetssäkringsdokumentet.

Den senaste beräkningsmetoden (ECAC Doc 29 3rd Ed) använder sig av flygplansdata från ANP-databasen⁶ som tillhandahålls av EUROCONTROL⁷. Formatet på dessa nyare flygplansdata är dokumenterat och fritt tillgängligt. Det kan också vara värt att nämna att flygplansdata sedan flera år tas fram med en enhetlig metod.

Eftersom den gamla beräkningsmetoden, inklusive beräkningsverktyg som FFA använde, inte längre finns tillgänglig och att Kvalitetssäkringsdokumentet föreskriver att flygbullerberäkningar i Sverige ska göras med beräkningsmetod enligt ECAC Doc 29 samt att i princip alla miljödomar avseende flygplatser de senaste åren⁸ direkt eller indirekt hänvisat till ECAC, anser Swedavia att FBN för trafikfall 4 liksom årliga trafikutfall ska beräknas och jämföras med varandra med den nu gällande beräkningsmetoden, för närvarande ECAC Doc 29 3rd Ed. Alla andra typer av utfalls- och prognosberäkningar görs också enligt den senaste beräkningsmetoden.

Miljö- och hälsoskyddsnämnden har efter WSPs granskning efterfrågat en redovisning av *"de indata för bullerberäkningar som användes vid den omräkning av villkorskurvan för FBN 55 och 65 dB(A) som gjordes 2012. Redovisningen ska även innehålla Swedavias bedömning av de kompletterande uppgifter som WSP har lämnat och som framgår av förvaltningens tjänsteutlåtande"*.

Swedavia tolkar Miljö- och hälsoskyddsnämndens föreläggande i denna del att inkomma med en redovisning av Swedavias omräkning som att det avser de delar som WSP har synpunkter på när det gäller omräkningen av FBN för trafikfall 4.

Nedan följer tre avsnitt som förtydligar de delar som Swedavia tolkar att WSP genom sin rapport anser är oklara. Först behandlas Swedavias omräkning av FBN för trafikfall 4 som ingår i flygplatsens miljötillstånd, villkor 1. Därefter följer ett avsnitt där Swedavia klargör och lämnar synpunkter på WSPs rapport avseende Swedavias omräkning av FBN

⁶ Flygplansdata finns i ANP-databasen som är en internationell databas tillgänglig för flygbullermodellerare. Flygplansdata är efter registrering fritt att hämtas från url: <http://www.aircraftnoisemodel.org/>

⁷ EUROCONTROL är en europeisk organisation för flygsäkerhet och flygnavigering, se vidare på url: <http://www.eurocontrol.int/>

⁸ Inklusive Mark- och miljööverdomstolens dom i mål M 1441-09, 2010-02-05 avseende Bromma Stockholm Airport, villkor 7

för trafikfall 4 i villkor 1. Detta avsnitt innehåller också Swedavias analys av och synpunkter på WSPs kompletterande uppgifter avseende flygplansdata. Slutligen följer ett avsnitt som behandlar Swedavias övriga synpunkter på delar som WSP granskat.

2 SWEDAVIAS OMRÄKNING AV FBN FÖR TRAFIKFALL 4 (VILLKOR 1)

Swedavia anser att erforderliga detaljer om hur omräkningen av FBN 55 dB(A) för trafikfall 4 i ansökan inlämnad 1978 i huvudsak redan finns i Swedavias rapport med dokumentnummer: D 2012-007196. Med hjälp av Swedavias rapport och tillämpning av senaste beräkningsmetoden enligt ECAC Doc 29 3rd Ed. kan underlag skapas i form av ett komplett beräkningsscenario, inklusive trafikfall med flygplansoperationer, flygplanstyper och flygvägar, samt flygplansdata som Swedavia använt i datorprogramvaran INM7.0c⁹ för att beräkna FBN 55 och 65 dB(A) för trafikfall 4 så som beskrivs i ansökan från 1978. INM 7.0c uppfyller kraven på bullerberäkningsmodell enligt ECAC Doc 29 3rd Ed. Utöver detta behöver man flygplansdata som finns i INM eller i ANP-databasen. Man behöver också terrängdata som kan tillhandahållas av exempelvis Metria. Sammantaget innehåller detta underlag det som behövs för att kunna granska och göra beräkningen av FBN för trafikfall 4 med den senaste beräkningsmetoden, beskriven i ECAC Doc 29 3rd Ed.

3 KOMMENTARER OCH SYNPUNKTER PÅ WSP RAPPORT AVSEENDE SWEDAVIAS OMRÄKNING AV FBN FÖR TRAFIKFALL 4 (VILLKOR 1)

3.1 Skillnader i beräkningsmetoder

WSP skriver i sin rapport på sidan 3, sidan 12 och sidan 20 att WSPs *"bedömning är att redovisningen av trafikfall 4 med de olika beräkningsmodellerna inte i första hand beror på skillnaderna i beräkningsmodell utan på använda indata avseende den dimensionerande flygplantypen Q120 från trafikfall 4 från 1978 och nu valda referensflygplan"*.

WSP gör denna bedömning med hänvisning till ett arbete som gjorts åt Naturvårdsverket och som enligt uppgift aldrig publicerats. WSP har i den opublicerade rapporten jämfört beräkningsresultat från olika beräkningsmodeller, men **denna jämförelse inkluderar, vad Swedavia erfar, inte den beräkningsmetod som användes vid ansökan år 1978**. Swedavia anser därför att den jämförelse WSP gör är irrelevant. Att använda en vidareutveckling av *"samma modell som användes i slutet på 70-talet"* som referens för den ursprungliga beräkningsmetoden som FFA använde vid tiden för ansökan kan inte anses vara tillfyllest och inte heller vara i linje med Kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar i Sverige. Det är också oklart om WSP har jämfört hela beräkningsmetoden eller endast beräkningsmodellen. Swedavia gör bedömningen att WSP i den nämnda studien har blandat ihop begreppen **beräkningsmodell** och **beräkningsmetod**. Kvalitetssäkringsdokumentet gäller vid användandet av **samma** beräkningsmetod i båda fallen.

⁹ Integrated Noise Model (INM) är utvecklat av Amerikanska myndigheten för luftfartsfrågor, Federal Aviation Administration (FAA).

Vid en detaljerad jämförelse av två beräkningsmetoder bör man redovisa eventuella skillnader beroende på operationstyp (landning och start), exempelvis genom att låta analysera effekterna för landningar och starter separat. I figur 3 på sidan 17 i WSPs rapport är det tydligt att det finns olika skillnader i ljudnivå mellan in- och utflygning. Sammanfattningsvis menar Swedavia att WSP utgår från en ofullständig studie och drar en felaktig slutsats om att det inte skulle vara någon skillnad mellan beräkningsmodeller. Vidare menar WSP att skillnaden i beräkningsresultat mellan FFAs och Swedavias beräkning i första hand skulle bero på *"indata avseende den dimensionerande flygplanstypen Q120 från trafikfall 4 från 1978"*. Swedavia anser att så inte är fallet, se vidare den känslighetsanalys som redovisas i kap 3.4.1 nedan.

Swedavia vill påpeka att man måste ta hänsyn till **hela beräkningsmetoden**, det vill säga, hela processen från indata via beräkningsmodell till efterprocessering för kartritning, vilka alla bidrar till det slutgiltiga resultatet, se figur 0 ovan (figur 6-1 i ECAC Doc 29 3rd Ed. Vol 1 sidan 35). Observera att flygplansdata (akustiskt data¹⁰ och prestandadata¹¹) ingår i beräkningsmodellen och ska därmed vara framtaget med hänsyn till de standarder som tillämpas, exempelvis avseende behandling av markeffekter, varaktighet, atmosfärisk absorption och propagering mellan källa och mottagare. Antalet möjliga beräkningspunkter avgör till stor del hur noggrann en beräkning kan göras. Antal möjliga beräkningspunkter i beräkningsverktyg har ökat kraftigt sedan 1970-talet genom utvecklingen av datorkraft och beräkningsalgoritmer. Detta var tidigare en begränsning. Framförallt efterprocesseringen har förfinats och preciserats sedan 1970-talet genom utökade möjligheter till digitalisering. Swedavia menar därför att det är en betydande skillnad mellan beräkningsmetoder. Eftersom FFAs beräkningsmetod inklusive dator och datorprogram inte längre finns tillgängligt och av anledningar som förklarats tidigare i detta dokument har Swedavia använt den beräkningsmetod som beskrivs i ECAC Doc 29 3rd Edition för omräkningen av FBN för trafikfall 4.

Vid en jämförelse av ett trafikfall (som exempelvis med trafikfall 4) med två olika beräkningsmetoder spelar egentligen inte ljudnivåskillnaden mellan dem någon större roll. Motsvarande skillnad i ljudnivå bör också finnas om man skulle kunna jämföra utfallsberäkning av dagens situation med de båda beräkningsmetoderna, vilket man i detta fall alltså inte kan kontrollera. När det sedan gäller vilken ljudnivå man faktiskt beräknar finns inga tvivel om att den senaste beräkningsmetoden är mer korrekt än FFAs beräkningsmetod från 1970-talet.

3.2 Swedavias framtagande av flygplansdata för Q120

Swedavia Konsult har, i sin rapport D 2012-007196, tagit sig an uppdraget och gjort beräkningen av FBN för trafikfall 4 som om det vore Swedavia Konsult som fått

¹⁰ Akustiskt data innefattar NPD-data - Noise Power Distance som är tabeller innehållandes ljudnivåer för olika motorers gaspådrag och avstånd mellan källa och mottagare för olika procedurer och olika bullerstorheter. Akustiskt data innehåller också uppgift om motorernas frekvensspektrum för olika procedurer.

¹¹ Prestandadata är uppgifter om olika flygplans procedurer och profiler för bland annat in- och utflygning. Prestandadata innebär också uppgift om lyftkraft- och gaspådragskoefficienter, vikter m.m.

uppgifter av Luftfartsverket istället för FFA. Uppgifter i ansökan och FFAs rapporter utgör underlag för beräkningar. Swedavia har gjort ett antal känslighetsanalyser vid val av beräkningsbar flygplanstyp. Detta är extra viktigt när man arbetar med prognoser så som trafikfall 4 var år 1978. Swedavia konstaterar också i sin rapport D 2012-007196 att det finns osäkerheter i beräknade ljudnivåer beroende på val av flygplanstyper för beräkning.

Följande flygplanstyper ingår i den flygbullerberäkning av trafikfall 4 som FFA gjorde på uppdrag av Luftfartsverket. De finns nämnda i FFAs rapport HU-2114¹²:

- Q 120/78 (Jetflygplan)
- Typ-B flygplan (Turboprop)
- Affärsjetflygplan
- Tvåmotoriga propellerflygplan
- Enmotoriga propellerflygplan

När det gäller Swedavias omräkning av FBN för trafikfall 4 synes WSP ha missförstått hur Swedavia behandlat flygplanstypen Q120/78. WSP verkar i sin rapport felaktigt utgå från att Swedavia använt flygplanstypen A320 som ersättningstyp till Q120 vid omräkningen. **Swedavia har inte använt flygplanstypen A320 i någon beräkning i samband med omräkningen av FBN för trafikfall 4.**

Swedavia har, som beskrivs i rapport D 2012-007196, tagit fram nödvändiga flygplansdata för Q120 för att så långt som möjligt efterlikna de uppgifter som beskrivs i ansökningshandlingarna från 1978. Alla flygplanstyper utgår från de flygplansdata som finns i ANP-databasen. Underlag för Q120 har skapats genom att anpassa befintligt flygplansdata med hänsyn till de uppgifter som finns i ansökan från 1978. Den främsta anledningen till detta är att formatet på flygplansdata måste vara avsett för beräkningsmodellen. Dessutom har det inte funnits detaljerade uppgifter till FFAs flygplansdata. Även om FFAs flygplansdata vore tillgängligt i sin helhet är det inte säkert att det går att använda utan anpassning till nu gällande beräkningsmodell. Och om man då ändå skulle använda detta skulle man inte kunna göra en korrekt jämförelse av utfallsberäkningar och referensfallet, trafikfall 4, eftersom att man då blandar beräkningsmetoder. Som nämns i inledningen av detta dokument fanns inte flygplansdata för dagens flygplanstyper i FFAs beräkningsmodell, varför det bästa resultatet fås genom att använda den metod som Swedavia använt.

Swedavia har skapat nödvändiga data för Q120 genom att utgå från de flygplansdata som finns för Fokker 28 Mk 4000 i senaste beräkningsmetoden och justerat NPD-data med deltavärden för skillnader i EPNL i certifieringspunkterna enligt metod föreskriven i Kvalitetssäkringsdokumentet och ECAC. Metoden används också av Storbritanniens motsvarighet till Transportstyrelsen, CAA UK¹³, som ansvarar för de brittiska flygbullerberäkningarna. Fokker 28 har använts som bas eftersom det är den flygplanstyp som man i ansökan från 1978 jämför Q120 med, se figur 1 nedan.

¹² HU-2114 (Flygbullerberäkningar Bromma flygplats för åren 1980, 1985 och 1990 av Bengt Fahlgren) är en bilaga till ansökan från 1978 som beskriver behandlade trafikscenarier.

¹³ Civil Aviation Authority, United Kingdom

Flygplanstypen Q120 exemplifieras i ansökan 1978 och beslut 1979 som JET¹⁴ är en benämning på ett europeiskt flygplansprojekt där flygplanstypen JET 1 i produktion sedan fick namnet Airbus A319. Tekniska uppgifter om Q120, eller JET 1 som den också kallas, finns beskrivna i ansökningshandlingarna. Exempelvis vilken motor som man räknade med skulle användas. Detta var känt i och med att man hade fått uppgifter från det så kallade JET-projektet.

Jämfört med nuvarande Fokker F-28 Mk 4000 förväntas följande bullernivå i de internationellt fastställda mätpunkterna:

Mätpunkt	Avstånd från bana eller startpunkt	Fokker F-28 Mk 4000 (EPN dB)	JET 1 (EPN dB)	Differens
Sida	(450 m)	98,5 m	89	- 9,5
Start	(6 500 m)	90	81	- 9
Landning	(2 000 m)	101,5	96	- 5,5

I genomsnitt för samtliga mätpunkter uppgår buller-reduktionen jämfört med Fokker F-28 till 8 dB. De angivna värdena avser flygning med max startvikt resp landningsvikt. Med reduktion av startvikten till en för svenskt inrikesflyg lämplig bränslelast (max startvikt ca 56,5 ton, räckvidd ca 1 500 km) och med tillämpning av s k cut-back förfarande på 210 resp 450 m höjd erhålls följande ljudnivåer i de olika mätpunkterna:

Mätpunkt	Avstånd från bana eller startpunkt	Fokker F-28 Mk 4000 (EPN dB)	JET 1 (EPN dB)	Differens
Sida	(450 m)	98,5	86,5 (89,5)	-12 (-9)
Start	(6 500 m)	90	80 (77)	-10 (-13)
Landning	(2 000 m)	101,5	95,8 (95,8)	-5,7 (-5,7)

Värdena inom () anger ljudnivån vid cut-back på 450 m höjd.

I genomsnitt uppgår bullerreduktionen jämfört med Fokker F-28 i detta alternativ till drygt 9 dB. Operationer med flygplan med startvikter under 56,5 ton kan beräknas reducera ljudnivån med ytterligare ca 1 dB per 1 500 kg reduktion av startvikten. I medeltal kan ljudnivån vid användning av flygplanstypen i inrikestrafik antas bli 9-10 dB lägre jämfört med Fokker F-28 och således med god marginal uppfylla de normer som föreslagits i ändring nr 4 till Annex 16.

Figur 1: Utdrag ur ansökan från 1978 sidan 59 och 60 som visar ljudnivå i certifieringspunkterna för JET 1 (Q120/78). De intressanta ljudnivåerna är markerade i grönt och rött.

Det är troligt att FFA gjort på precis samma sätt som Swedavia Konsult när man tagit fram flygplansdata för Q120, men med den skillnaden att man justerat befintligt

¹⁴ Joined European Transport

flygplansdata för Fokker 28 Mk 4000 som FFA haft tillgängligt. Swedavia gör bedömningen att redovisningen i figur 2 nedan (utdrag ur FFA-rapport HU-2114 sidan 7) stöder detta tillvägagångssätt eftersom det framgår där att FFA erhållit "underlag för flygplanstypen JET" från Luftfartsverket och "Materialet har kompletterats med egna data". FFA redovisar också ljudnivåer i certifieringspunkter.

Underlag för flygplanstypen JET har erhållits från Luftfartsverket. Materialet har kompletterats med egna data. JET antas vid start med cut-back ge följande ljudnivåer i de av ICAO Annex 16 angivna punkterna.

Sida 450 m - 79 dB(A)

Rakt under vid start efter 6,5 km - 65,5 dB(A)

Vid landning 2000 från tröskeln - 88 dB(A)

Med kännedom om flygplanens bulleralstring och flygprocedurer har dosbullermattorna teoretiskt beräknats.

Figur 2: Utdrag ur FFA-rapport HU-2114 sidan 7, där bullervärden i dB(A) för flygplanstypen JET anges i tre punkter. Dessa punkter anges normalt för certifiering i EPNdB.

3.3

Exempel på Swedavias känslighetsanalyser av flygplansdata

En känslighetsanalys av resultatet av den omräknade villkorskurvan har gjorts av Swedavia och beskrivs med resultat i rapporten D 2012-007196. Bland annat har Swedavia kontrollerat vad resultatet skulle bli om man använder flygplansdata för den flygplanstyp som Q120 till slut blev, nämligen Airbus A319. Swedavias känslighetsanalys med A319 är därför lämplig. Resultatet visade sig stämma relativt väl med de beräkningar Swedavia gjort för Q120 eftersom FBN avvek mindre än 0,3 dB. Detta indikerar att justering av flygplansdata för Fokker 28 med deltavärden enligt skillnader i EPNL efter ansökan från 1978 fungerar bra.

Resultatet av en FBN-beräkning beror av samtliga trafikhändelser i trafikfallet. Man måste alltså ta hänsyn till samtliga flygplanstypers inverkan på resultatet. Ett exempel på en känslighetsanalys som gjorts av Swedavia när det gäller flygplanstyper som ingår i beräkningen av FBN för trafikfall 4 är flygplanstypen som representerar affärsflyg. Det framgår av FFAs rapport HU-2114 att affärsjet utgörs av Lear Jet 24 och 25. Om man endast använder sig av informationen i rapport HU-2114 och använder den flygplanstypen för affärsjet vid omräkningen får man det resultat som Swedavia visar i en känslighetsanalys på sidan 24, kapitel 5.2.5 i rapport D 2012-007196, vilket innebär att utbredningen av FBN 55 dB(A) **fördubblas**. Nu framgår det dock av senare handlingar i samband med kompletteringar till ansökan om villkorsändring år 1995 att det är troligt att Lear Jet 35 har använts som representant för affärsjet i beräkningar av TFBN för trafikfall 4. I och med att den har lägre bulleremissioner än Lear Jet 24 och 25 har Swedavia valt denna av försiktighetsskäl vid omräkningen av villkorskonturerna.

En ytterligare känslighetsanalys som Swedavia gjort för att visa på hur stort bidrag flygplanstypen Q120 ger till FBN för trafikfall 4 är i det fall man skulle exkludera samtlig trafik, både landningar och starter, med Q120 i trafikfall 4 (vilket man alltså inte kan

göra för det slutliga resultatet). Swedavia kan visa att ljudnivån i bullerkonturens "spetsar" i det fallet minskas med cirka 3 dB och tvärs rullbanan minskas ljudnivån mindre än 2 dB. Detta är alltså maximalt hur mycket Q120 teoretiskt skulle kunna vara överskattad av Swedavia i det fall att Q120 inte avger någon bulleremission överhuvudtaget (vilket är osannolikt) och att alla andra flygplanstyper är korrekt beräknade. Av olika analyser som gjorts (se exempelvis kapitel 3.4.1, nedan) framgår dock att på längre avstånd från flygplatsen kommer det största bidraget från landning. Inflygning sker med mindre motorpådrag än vid utflygning och utan större spridning i höjdlägen, vilket gör att detta bidrag inte varierar lika mycket mellan olika flygplanstyper. Utvecklingen av mindre bullriga flygplanstyper är också som störst på motorsidan och påverkar därmed starter i större omfattning, detta gäller även Q120. Därför är det större osäkerheter vid anpassning av flygplansdata för startrelaterat buller än det är för landningsrelaterat buller. Om man begränsar känslighetsanalysen till att enbart exkludera starter av Q120, det vill säga man antar att landningar med Q120 är korrekt beräknade, så påverkar detta FBN med **cirka 1 dB** vid "spetsen" på Swedavias omräknade FBN 55 dB(A)-kontur. Sammantaget visar känslighetsanalyserna att Q120 utgör ungefär hälften av bidraget till FBN 55 dB(A) från trafikfall 4 och att FBN, på grund av flygplanstypen Q120, maximalt kan vara överskattad med cirka 1 dB.

3.4 WSPs kompletterande uppgifter om flygplansdata

Genom rapporten 10212190 visar WSP delar av flygplansdata för flygplanstypen Q120 och som har varit underlag för deras granskning. Q120 är, som nämns ovan, beteckningen på en av flygplanstyperna som ingår i nämnda trafikfall 4, ett framtida tvåmotorigt medeltungt jetflygplan. Swedavia har tidigare (år 2012) efterfrågat bland annat dokumentation från FFAs beräkningar, men WSP har då inte kunnat tillföra mer uppgifter än vad som Swedavia redan haft. Under den nu genomförda granskningens gång har Swedavia begärt att av WSP få tillgång till kompletterande uppgifter om flygplansdata inklusive dokumentation för de beräkningar som gjordes av FFA 1978. Swedavia har nu fått tagit del av WSPs kompletterande uppgifter avseende de flygplanstypers flygplansdata som enligt WSP ska ha använts vid beräkning av FBN för trafikfall 4 år 1978. WSP har dock inte kunnat tillhandahålla flygplansdata med **originaldokumentation** som beskriver de beräkningar som FFA gjorde vid tiden för arbetet med ansökan om miljötillstånd. WSPs flygplansdata innehåller inte heller uppgifter om frekvensspektrum.

När det gäller de uppgifter WSP har om det gamla flygplansdata för Q120 är det osäkert om dessa uppfyller de krav som anges i ansökan (sidan 59 – 60 i ansökan från 1978), se figur 1 ovan. I och med att originaldokumentation saknas finns en risk att de data som WSP har inte är desamma som användes av FFA vid beräkning av FBN för trafikfall 4 på 1970-talet.

3.4.1 Känslighetsanalys av erhållna flygplansdata från WSP

WSP har i bilaga 1 till sin rapport gjort en räkneövning och valt en punkt 6 km från start bana 30 vilket ska motsvara "spetsen" på den gamla FBN-konturen. Nu visar det sig dock vid en kontrollmätning mellan startpunkten bana 30 och spetsen på den gamla FBN 55-konturen att avståndet i själva verket är cirka 4,7 km. En kontrollräkning visar att WSP

därför har använt för hög höjd vid uträkningen av bidraget från Q120 vid landning om man avsett att räkna i spetsen på den gamla FBN 55 dB(A)-konturen. Ett närmare värde är cirka 170 meter vilket enligt interpolering i WSPs NPD-datatabell¹⁵ ger $L_{Aeq1h} = 53,2$ dB(A). Detta värde är cirka 3 dB högre än vad WSP räknat i sin rapport. Vidare jämför WSP flygplanstyperna Q120 felaktigt med A320. A320 har inte använts för beräkning av Swedavia, se vidare kapitel 3.2, ovan. Den jämförelsen som WSP gör är därför irrelevant i sammanhanget.

Swedavia har på liknande sätt som räkneexemplet i WSPs rapport, något förenklat räknat ut FBN för trafikfall 4 i en punkt i vardera "spetsen" på FFAs FBN 55 dB(A)-kontur baserat på WSPs kompletterande uppgifter. Med denna räkneövning fås resultatet att enbart bidraget från flygplanstypen Q120 ger FBN 53,8 dB(A) i den "nordvästra spetsen" respektive 55,1 dB(A) i den "sydöstra spetsen". Lägger man till resten av trafiken (samtliga landningar och starter i trafikfall 4) fås resultaten FBN 58,5 dB(A) respektive FBN 58,9 dB(A). Swedavia har jämfört dessa värden med ljudnivåer från den av Swedavia omräknade trafikfall 4 och ljudnivåerna överensstämmer inom 1 dB från varandra. Visserligen är räkneövningen något förenklad och tar inte hänsyn till spridning av flygvägen¹⁶, men om det inte finns ytterligare dokumentation av hur WSPs flygplansdata är sammansatt kan man inte anta annat än att detta ger en god indikation på förväntad ljudnivå. Noterbart är att WSPs NPD-datatabeller har begränsningar vad gäller angivna ljudnivåer upp till ett visst avstånd, vilket gör det tveksamt till att det går att använda dessa för att räkna ner till FBN 55 dB(A) för trafikfall 4, se vidare kapitel 3.4.2, nedan.

Resultatet av analysen ovan visar också att med WSPs flygplansdata ger enbart gruppen tvåmotorig propeller i trafikfall 4 ungefär lika stort bidrag till FBN som jetflygplanet Q120 i samma kontrollpunkter. WSPs flygplansdata visar också att ljudnivån från det tvåmotoriga propellerflygplanet är 6 dB högre än Q120 i samma kontrollpunkter vid utflygning. Vidare visar WSPs flygplansdata att ljudnivån från det mindre enmotoriga propellerflygplanet, som används i beräkningen av trafikfall 4, är nästan lika hög under utflygning som det medeltunga jetflygplanet Q120 i de ovan angivna kontrollpunkterna. Det finns alltså andra och mindre flygplanstyper som ger ungefär lika stort eller i vissa fall större bidrag till FBN.

Sammanfattningsvis, för de fall man räknar på det sätt WSP gör (vilket Swedavia till att börja med menar är felaktigt för uppföljning av villkor 1, se kapitel 1 ovan), bidrar visserligen Q120 till FBN 55 dB(A)-konturen, men inte i den omfattning som WSP gör gällande. I räkneexemplet ovan kan man anta att FBN 55 dB(A)-konturen för trafikfall 4 räknad med WSPs flygplansdata borde omfatta ungefär samma delar av Kungsholmen som den av Swedavia tidigare omräknade konturen. Faktum är att det blir ungefär samma resultat om man skulle räkna med WSPs Q120-data eller om man skulle räkna med WSPs Q120-data och utesluta samtliga starter med Q120 i beräkningen helt och hållet. Vid kontrollpunkterna (FBN 58,5 dB(A) respektive 58,9 dB(A)) beräknad enligt

¹⁵ NPD-datatabell från WSPs kalkylblad och kompletterande uppgifter 2015-11-06

¹⁶ Om man tar hänsyn till den spridning av flygvägar som anges i ansökan, det vill säga 10 grader för utflygning och 2 grader för inflygning fås en ljudnivåreduktion i storleksordningen 0,2 dB för FBN i kontrollpunkterna.

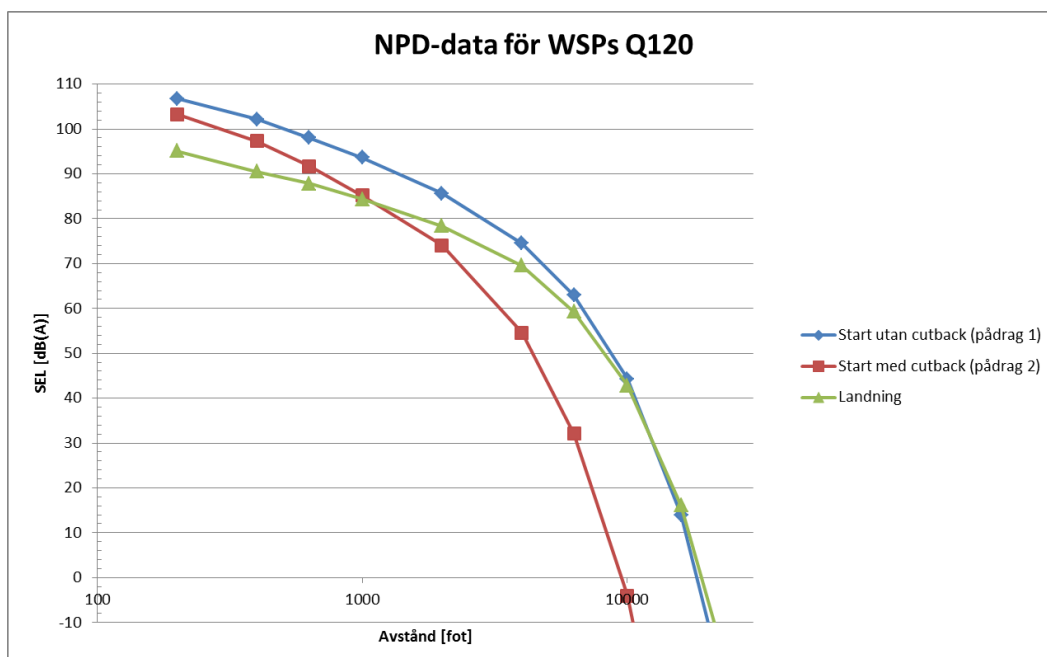
ovan) är ljudnivån för starter med WSPs Q120, 10 dB lägre än landningar med Q120, det vill säga starterna med WSPs Q120 bidrar marginellt till FBN för trafikfall 4. Vid FBN 55 dB(A) kan man anta att det är en större skillnad eftersom den punkten ligger längre bort och inflygningarna är på betydligt lägre höjd än utflygningarna. WSP påstår att Q120 skulle vara "dimensionerande" i trafikfall 4, men sådana slutsatser kan inte dras utan att samtidigt redogöra för övriga flygplanstypers bullerbidrag.

3.4.2 Djupare analys av WSPs NPD-data

NPD-data, som utgör en av grundpelarna för flygbullerberäkningar, beskriver hur ljudnivån beror på avstånd och gaspådrag för olika motortyper. Referensljudnivåerna som används som underlag för att skapa dessa data för nuvarande beräkningsmetod mäts i regel in under kontrollerade förhållanden som liknar de som gäller i samband med bullercertifiering av flygplan. I dagens beräkningsmetod tillhandahålls NPD-data mellan 200 fot (cirka 60 m) och 25 000 fot (cirka 7 600 m).

WSPs Q120-flygplansdata för start är endast angivna upp till 1 150 meter (3 773 fot) för pådrag utan cutback och endast angivet upp till 560 meters (1 837 fot) avstånd för pådrag med cutback. För 560 meter har WSP i sina NPD-data angivit sjunkande ljudnivå ner till 5 dB. Det inte är rimligt att ljudnivån kan anta olika värden för samma avstånd. WSPs övriga flygplantypers NPD-data och Q120 landning har motsvarande format. Detta är en begränsning och leder till att beräkning (på grund av flygplansdata) endast fungerar upp till en viss flyghöjd eller ner till vissa ljudnivåer. Gränsen för WSPs flygplansdata avseende start med Q120 går vid SEL 85 dB(A)¹⁷. Det räcker inte för att beräkna FBN 55 dB(A) för trafikfall 4. För längre avstånd måste man därför anta någon typ av extrapolering. Figur 3 nedan visar NPD-data för WSPs Q120 omräknade till SEL (två NPD-kurvor för utflygning i samband med start och en kurva för inflygning i samband med landning). Dessa är extrapolerade av Swedavia för att kunna beräkna FBN 55 dB(A) för trafikfall 4 i kontrollpunkterna (se kapitel 3.4.1 ovan). Ljudnivån för det NPD-data som WSP använder över 450 m (pådrag med cutback) med linjär extrapolering ger **negativa** värden över ungefär 10 000 fot (cirka 3 000 m).

¹⁷ 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 LAE.



Figur 3: WSPs tre NPD-dataset för Q120 omräknat till SEL. De fyra första punkterna (under 2000 fot) är interpolerade och övriga extrapolerade ur WSPs flygplansdata. Horisontella axeln visar avstånd i fot och vertikala axeln visar motsvarande ljudnivå för de tre dataseten.

Extrapolering av WSPs Q120-NPD-data visar att lutningen på NPD-data för pådrag med cutback är påtagligt brant och medför högre ljudnivåer i samband med landning än i samband med start redan vid avstånd över 1 000 fot, vilket är orimligt med hänsyn till motorernas dominerande bidrag till bulleremissionen i samband med start¹⁸. WSPs NPD-data indikerar att andra effekter (exempelvis varaktighetsfördröjning) utöver källdata kan vara inarbetade jämfört med de NPD-data som tillämpas i nuvarande beräkningsmetod. I den beräkningsmetod som FFA tillämpade tog beräkningsmodellen enligt uppgift från WSP inte hänsyn till varaktighetsfördröjningen. Från SOU 1975:56¹⁹ framgår dock att det, vid tiden för ansökan år 1978, fanns kännedom om hur man kunde ta hänsyn till varaktighet i flygbullerberäkningar. Det är rimligt att anta att detta också var känt hos FFA.

WSP skriver att resonemanget vid tiden för beräkningen var att dessa effekter för varaktighet och markdämpning delvis tog ut varandra. Detta gäller möjligen vid specifika punkter men i andra punkter behöver inte förhållandet medföra att dessa effekter tar ut varandra, vilket resulterar i att ljudnivån varierar flera dB jämfört med om dessa effekter inkluderades i beräkningen. Efter att flygplanet lättat i samband med start menar WSP att avsaknad av hänsyn till varaktighet i beräkning medför en överskattad ljudnivå. Swedavia menar att detta gäller under förutsättning att NPD-data inte är anpassade

¹⁸ Detta kan exemplifieras med mätdata. Över mätstationen i Flysta flyger en startande Avro RJ100 i medel på drygt 1 200 fots höjd och har ungefär lika höga ljudnivåer för in- och utflygning, men flygplanen som startat från bana 30 befinner sig över mätstationen på tre gånger längre avstånd än de som landar till bana 12, vilket betyder att NPD-data måste vara högre i samband med start än för landning.

¹⁹ SOU 1975:56 Delbetänkande angivet av trafikbullerutredningen, del II Flygbuller

med hänsyn till dessa effekter. Effekterna av varaktighet i beräkningen beror på vid vilken hastighet som flygplanet är inmätt i.

3.5 Slutsats och diskussion

3.5.1 Skillnader i beräkningsmetoder

Syftet med omräkningen av FBN för trafikfall 4 i villkor 1 i flygplatsens miljötillstånd är att möjliggöra jämförelse av trafikutfall med **samma beräkningsmetod**. Detta för att få en rättvisande jämförelse så som anges i kvalitetssäkringsdokumentet för flygbullerberäkningar i Sverige.

WSP anger i sitt beräkningsunderlag, daterat 2015-11-06 (dokument med uppdragsnummer 10212190), att FFA, vid tiden för ansökan på 1970-talet, inte tog hänsyn till flygplanens olika fart (varaktighet) och markdämpning i beräkningsprogrammet. Vid tiden för ansökan, år 1978, fanns kännedom om hur man kunde ta hänsyn till varaktighet i flygbullerberäkningar. Swedavia gör bedömningen att de NPD-data som WSP visat är anpassat med kännedom om dessa effekter. Skillnader på flera dB kan alltså förväntas för beräkning av FBN beroende på vilken beräkningsmetod som används och vilken ljudnivå som beräknas.

Beräkningsmetoden som användes på 1970-talet kan inte användas för beräkning av dagens trafikutfall. Detta på grund av att beräkningsmetoden har bristfällig dokumentation och att beräkningsverktyget inte längre finns tillgängligt. Swedavia har påvisat betydande skillnader mellan beräkningsmetoden från 1970-talet och dagens beräkningsmetod ECAC Doc 29. Bland annat är det skillnader i hur beräkningsmetoderna behandlar markeffekter, varaktighetsfördröjning, atmosfärisk absorption, beräkningsnoggrannhet och efterprocessering. Det står utom allt tvivel att beräkningsmetoderna har utvecklats sedan tiden för ansökan.

3.5.2 Swedavias framtagande av flygplansdata för Q120

Eftersom flygplanstypen Q120 inte fanns på 1970-talet bedömer Swedavia att FFA sannolikt har utgått från inmätta ljudnivåer från någon annan flygplanstyps NPD-data (Fokker 28 Mk 4000) och sedan justerat detta, troligtvis för de avstånd som gäller i certifieringspunkterna eftersom det var skillnaden i ljudnivå i dessa punkter man kände till och som framgår av ansökan. Swedavia har för beräkning av trafikfall 4 skapat flygplansdata för Q120 på samma sätt, det vill säga justerat flygplanstypen Fokker 28 Mk 4000 enligt de differenser som anges i ansökan från år 1978. Swedavia har alltså inte använt flygplanstypen Airbus A320 så som WSP felaktigt tolkat. WSPs drar alltså en felaktig slutsats från sin känslighetsanalys i WSPs Bilaga 1 beroende på ett missförstånd gällande använd flygplanstyp. Swedavia nämner endast A320 i samband med att detta är den andra flygplanstypen i det så kallade JET-projektet. Swedavia har däremot gjort en känslighetsanalys med flygplanstypen Airbus A319 eftersom det är den flygplanstypen som Q120 senare blev, men den har alltså inte ingått i den slutliga FBN-beräkningen för trafikfall 4.

3.5.3 Känslighetsanalys av Swedavias flygplansdata avseende Q120

De av Swedavia utförda beräkningarna är med hänsyn till utförda känslighetsanalyser tillförlitliga. Swedavia har känslighetsanalyserat framtagna flygplansdata för Q120 i flera fall. Bullerbidraget till FBN-beräkningen från flygplanstypen Q120 jämfört med resten av trafikfall 4 är cirka 3 dB och av dessa anses landningarna utgöra 2 dB. Flygplansdata avseende landning har dessutom mycket mindre osäkerheter eftersom utvecklingen av minskad bulleremission sker för motorer som dominerar i samband med start. Det är också mindre skillnad mellan olika flygplanstyper med liknande prestanda när det gäller bulleremissioner från landningar än vad det är för bulleremissioner från starter.

3.5.4 WSPs kompletterande uppgifter

Swedavia har också utfört känslighetsanalys av WSPs flygplansdata för alla flygplanstyper som WSP använder i trafikfall 4. Dessa påvisar ett resultat som ger ungefär lika hög FBN som Swedavias beräkningar i två kontrollpunkter, belägna i den gamla FBN 55 dB(A)-konturens "spetsar" för trafikfall 4. WSPs flygplansdata för Q120 bidrar i dessa kontrollpunkter i samma omfattning som Swedavias Q120 och detta bedöms bero på att landningar med Q120 dominerar över starter med Q120 för bidraget till FBN. Skillnaden är att Swedavias Q120 har något högre bidrag till FBN för starter än WSPs Q120, men eftersom starterna bidrar i mindre omfattning påverkas inte FBN i någon större utsträckning. Oavsett om man skulle kunna välja att använda Swedavias flygplansdata för Q120, WSPs flygplansdata för Q120 eller FFAs flygplansdata för Q120 i FBN-beräkningen för trafikfall 4 bedöms därför inte skillnaden uppgå till mer än cirka 1 dB. Enligt WSPs flygplansdata ger deras tvåmotoriga propellerflygplan ungefär lika stort bidrag till FBN som jetflygplanet Q120. Det betyder att tvåmotorig propeller är lika viktig som Q120 i FBN-beräkningen för trafikfall 4. Swedavia menar att alla flygplanstyper och rörelser måste beaktas i beräkningen för trafikfall 4 och att skillnaden i utbredning mellan FFAs beräkning och Swedavias beräkning av FBN 55dB(A) framförallt beror på skillnad i beräkningsmetoder.

WSPs NPD-data är endast angivet upp till en begränsad höjd, vilket begränsar över vilket avstånd från flygplatsen som WSPs NPD-data är giltigt. Det vill säga, det begränsar beräkningen av FBN för trafikfall 4, vilket leder till risk för felaktigt beräknade ljudnivåer. I WSPs NPD-data behöver någon form av extrapolering tillämpas för avstånd som saknar angiven ljudnivå.

NPD-data skapat för 1978-års beräkningsmetod kan inte användas i den nya beräkningsmetoden om framtagandet av dessa data är okända. Den nya beräkningsmetoden tar hänsyn till många fler parametrar än den gamla. Om man ska anpassa sådana data måste man känna till de parametrar som är nämnda i detta dokument.

Trafikfall 4 innehåller totalt cirka 160 000 rörelser och dagens situation cirka 60 000 rörelser. En större trafikvolym med gamla flygplanstyper ger i regel mer

bullerexponering än en mindre trafikvolym med nyare flygplanstyper. Detta gäller oavsett beräknat bullermått. Utfallet för FBN 55 dB(A) och 65 dB(A) år 2011, år 2012, år 2013 och år 2014 ligger med marginal innanför motsvarande ljudnivåer för trafikfall 4, beräknat med samma beräkningsmetod, ECAC Doc 29, 3rd Ed.

Swedavia Konsult ser i nuläget inget behov av att uppdatera 2012 års beräkning av FBN för trafikfall 4, men en djupare analys och en eventuell omräkning kan bli aktuell att genomföra i samband med att nästa utgåva (den 4:e) av ECAC Doc 29 publiceras. Swedavia Konsult bedömer att det inte finns några hinder utifrån villkor 1 att fortsätta utveckla Bromma Stockholm Airport som planerat och möjliggöra plats för en nyare och dessutom mindre bullrig flygplansflotta.

4 SWEDAVIAS ÖVRIGA SYNUNKTER PÅ WSP RAPPORT

4.1 Felaktigheter i WSPs granskning som Swedavia har uppmärksammat

Rubrikerna och styckeindelningen följer WSPs rapport för att läsaren enkelt ska kunna orientera sig.

4.1.1 WSP kapitel "3.1.9 Granskning av bullervillkor"

4.1.1.1 Villkor 1

WSP anger på sidan 10 sista stycket angående villkor 1:

"Villkoret uttrycker att en mer bullrig blandning av flygplanstyper och antal inte får förekomma på flygplatsen"

Swedavia har svårt att förstå innebörden av påståendet. Villkor 1 anger endast att utbredningen av FBN 55 och 65 dB(A) inte får överskrida utbredningen för FBN 55 och 65 dB(A) beräknade för trafikfall 4.

WSP anger på sidan 12, första stycket angående Swedavias omräkning av villkorskurvan:
"Underlaget finns utförligt beskrivet i referensen 9 i avsnitt 2"

Som WSP påpekar finns underlaget utförligt beskrivet i Swedavias rapport. Swedavia ställer sig därför frågande till varför WSP samtidigt har svårt att förstå hur Swedavia gjort omräkningen.

WSP anger på sidan 12, första stycket under figur 2:

"Enligt Swedavia omfattar beräkningen precis samma antal flygplan och samma flygplanssammansättning som i figur 1, det som skiljer är beräkningsmetoden."

Ordet "precis" är ett mycket starkt ord i sammanhanget. Swedavia har tydligt redovisat vilka flygplanstyper som Swedavia räknat med för beräkning av trafikfall 4. Ordet precis anges inte av Swedavia i det sammanhanget. Swedavia anser det oklart vad WSP menar med "samma antal flygplan". Menar WSP antal flygplansrörelser, så har Swedavia använt samma antal som ingår i trafikfall 4. Swedavia har dock tydligt uttryckt att ersättningstyper används eftersom:

1. Flygplanstyperna som användes i trafikfall 4 beräknad år 1978 är till viss del okända, Q120, typ B, Affärsflyg mm.
2. Flygplanstyperna inte finns i ANP-databasen (som tillhör den nya beräkningsmetoden).

WSP anger på sidan 13, första stycket:

"Av detta kan man utläsa att bullerunderlagen avviker från varandra.

Skillnaden i bullerunderlag bedömer vi är den huvudsakliga anledningen till att man nu redovisar en större utbredningskurva för trafikfall 4 med gällande beräkningsmetod."

Som anges ovan i kapitel 3.2 har WSP felaktigt tolkat att Swedavia använt A320 som Q120. Det innebär att WSPs jämförelse är irrelevant. Vidare är inte den omräknade bullerkonturen större än den gamla överallt. Det finns områden där Swedavias omräknade kontur är mindre, vilket kanske är den största indikationen på att det finns skillnader mellan de olika beräkningsmetoderna. Noterbart är att vid fyra punkter, där bullerkonturerna korsar varandra, har FFA och Swedavia räknat ut exakt samma ljudnivå för trafikfall 4.

WSP anger på sidan 13, andra stycket:

"Av Swedavias redovisning är det oklart vilka kurvor som använts. Beskrivningen att man utgått från modifierade data för F28:s certifieringspunkter bedömer vi inte är tillräckligt för att förstå vilka data som faktiskt använts i omräkning eller att A320 skulle vara representativ flygplantyp för att jämföra med Q120."

Swedavia delar inte WSPs uppfattning att det är oklart vilka "kurvor" som har använts. På sidan 23, kapitel 5.2.3 i Swedavias rapport D 2012-007196 framgår följande, vilket är tillräckligt för att förstå vilka flygplansdata som faktiskt har använts för Q120 i omräkningen:

"Flygplanstypen Fokker 28 Mk 4000 som finns i INM har modifierats med de differenser som visas i Tabell 3 enligt den instruktion som finns i Kvalitetssäkringsdokumentet [ref.4] stycke 6,4."

4.1.1.2 Villkor 2

WSP anger på sidan 13 angående villkor 2:

"Enligt domen från 2009-01-28 är värdet 134,2 dBA beräknat på en volym av 100 000 rörelser. Det framgår inte vilken trafiksammansättning villkorsvärdet är beräknat för."

Gränsen för TFBN beräknades från början för trafikfall 4 till 139,7 dB(A), men i MD 2009-01-28 beslutades villkoret till 134,2 dB(A). Det nuvarande gränsvärdet baseras inte direkt på någon trafiksammansättning, men enligt MD 2009-01-28 framgår att TFBN = 134,2 dB(A) motsvarar en trafikmängd om cirka 70 000 rörelser. Detta framgår i fotnoten på sidan 22 i Swedavias rapport som WSP granskat. TFBN är direkt beroende av flygplanstyp, vilket gör att fler rörelser med nyare flygplanstyper kan ge lägre TFBN.

Vidare anger WSP:

"Även här är det möjligt att resultatet kan påverkas av vilka indata som används för kategorin Jet (A320 i stället för ursprungliga data för Q120) vid beräkning av TFBN – värdet för trafikfall 4."

Den ursprungliga TFBN-beräkningen avsåg trafikfall 4 med exakt den sammansättningen som angavs i ansökan år 1978 och med samma flygplanstyper inklusive Q120. Inga andra gränsvärden har räknats om av Swedavia. Villkoret avser dock en mindre trafikmängd (se kommentar ovan). WSPs resonemang om att Swedavia använt A320 för jettrafik är felaktigt. Swedavia beräknar utfall av TFBN årligen enligt samma beräkningsmetod som ursprungligen användes vid beräkningen av TFBN för trafikfall 4 och använder den gruppering och de flygplanstyper som används för beräkning av utfallet av FBN.

4.1.2 WSP kapitel "3.1.10 Effekt av 3,5 graders landningsvinkel"

WSP anger på sidan 14, kapitel 3.1.10 i sin rapport att WSPs *"bedömning är att när det ursprungliga trafikfallet togs fram 1978 hade man en generell inflygningsvinkel av 3 grader. Enligt Swedavia angavs i dokument från 1978 att vinkel varit 3,25°. Då är det relevant att nu beräkna villkoret för trafikfallet 4 med samma förutsättningar som man hade då för att kunna verifiera trafikfallet."*

WSPs bedömning att beräkningen av FBN 55 dB(A) för trafikfall 4 gjordes med 3 graders glidbanevinkel och att en omräkning ska göras med samma förhållanden är felaktig.

Swedavia har svårt att förstå varifrån WSP har fått den uppgiften. I ansökan, sidan 88 och i FFA rapport HU-2114 sidan 6 anges att beräkning för IFR-trafik gjorts med 3,25 graders inflygningsvinkel, vilket är samma värde som Swedavia angett i sin rapport. Av beräkningstekniska skäl har dock Swedavia räknat med 3,2 graders inflygningsvinkel, vilket framgår av Swedavias rapport. I WSPs kompletterande flygplansdata för Q120 framgår att även dessa data är angivna för beräkning med 3,25 graders glidbana. Om man skulle beräkna med 3 graders vinkel skulle bullerkonturen för FBN 55 dB(A) bli något längre och bredare.

Swedavia har också svårt att förstå varför man anger 3,5 grader i rubriken när WSP i kapitlet skriver om andra värden. 3,5 graders inflygning används dock för utfallsberäkning.

4.1.3 WSP kapitel "3.1.11 Hänsyn till topografi"

WSP anger på sidan 15, kapitel 3.1.11 att:

"Det framgår inte tydligt av rapporten om hänsyn till variation i terrängen har påverkat resultat med den nyare beräkningsmetoden."

När det gäller omräkningen av FBN för trafikfall 4 framgår det i Swedavias beräkningsrapport tabell 1, kapitel 2.3 på sidan 9 att Swedavia har räknat med hänsyn till terränghöjd och att FFA inte räknat med hänsyn till terränghöjd. Flygbullerberäkning av årliga utfall görs också med hänsyn till terränghöjd enligt samma beräkningsmetod. Detta anges i varje beräkningsrapport. Det anges i Kvalitetssäkringsdokumentet kapitel

2.4 att hänsyn ska tas till terräng om variationen är +/- 10 % eller mer jämfört avstånd källa till mottagare, denna gräns är tänkt att motsvara en förändring om cirka 1 dB eller mer. Swedavia skriver i sina rapporter att i området runt Bromma Stockholm Airport finns denna variation och det finns också en Swedavia-rapport (D 2011-019098) som visar skillnader i beräknade ljudnivåer med och utan hänsyn till terräng.

4.2 Övriga synpunkter på WSPs granskning

Rubrikerna och styckeindelningen följer WSPs rapport för att läsaren enkelt ska kunna orientera sig.

4.2.1 WSP kapitel "3 Bedömningar"

På sidan 7, första stycket skriver WSP följande:

"Som gemensam bedömning är att det inte finns tillräckligt underlag i erhållna redovisningar för att göra direkta kontroller av resultaten i form av kontrollberäkningar. Detta gäller samtliga kapitel under 3.1 och 3.2."

Swedavia har svårt att förstå att WSP saknar tillräckligt underlag för att göra direkta kontroller av resultaten av Swedavias samtliga rapporter. Swedavia menar att kontrollberäkningar är genomförbara med hjälp av den information som har redovisats avseende trafikmängd, flygplanstyper, bananvändning och tidigare beräknade resultat. Swedavia bedömer att både WSPs steg 1 och steg 2 är fullt möjliga att genomföra.

Allmänt när det gäller redovisningen i Swedavias rapporter är målsättningen att rapporterna ska vara lättförståeliga, men ge tillräckligt med information för att återskapa beräkningarna. Skulle man redovisa all dokumentation som finns tillgänglig i alla lägen skulle det krävas så mycket utrymme att rapporterna skulle bli mycket svåra att ta till sig. I fallet med den omräknade bullerkonturen FBN 55 dB(A) för trafikfall 4 är dock rapporteringen så komplett att det bör gå att återskapa exakt det resultat som Swedavia redovisat.

4.2.1.1 WSP kapitel "3.1 Beräkningar"

4.2.1.1.1 WSP kapitel "3.1.2 Flygplantyper, gruppering"

I kapitel 3.1.2 andra stycket sista meningen på sidan 7 skriver WSP följande:

"Vid eventuell tillkommande större 2-motoriga jetplan kan eventuellt en ytterligare grupp behövas, 2-motorigt turbopropeller över 40 ton."

WSP verkar föreslå att man ska utöka grupperingen av flygplansflottan med hänsyn till en framtida tillkommande större tvåmotorig jetflygplan och då använda ett tvåmotorigt turbopropellerflygplan över 40 ton. Swedavia delar inte denna ståndpunkt.

Gruppering av en flygplansflotta måste alltid spegla förhållandet i det trafikfall man ska beräkna och vilken typ av beräkning man gör. Swedavia analyserar flygplansflottans sammansättning kontinuerligt och gör de förändringar i nödvändig gruppering som är relevant för aktuell beräkning. Om flygplansflottan utökas i framtiden till att även omfatta större tvåmotoriga jetflygplan kommer dessa beroende på beräkningstyp mest

sannolikt att representeras av ett tvåmotorigt **jetflygplan** och inte ett tvåmotorigt turbopropellerflygplan över 40 ton.

4.2.1.1.2 WSP kapitel "3.1.2 Flygplantyper, gruppering"

Tredje och fjärde stycket i kapitel 3.1.2 på sidan 7 i WSPs rapport börjar med:

"Gruppen 2-motorig turbopropeller består av närmare 10 olika flygplantyper."

Och vidare:

"Grupperingen av 2-motorig turbopropeller skulle behöva uppdelas för att medföra ett noggrannare resultat då man vid beräkningarna väljer ett typ-flygplan i gruppen för beräkningarna. Blir det stora förändringar i blandning av flygplantyper i denna grupp kommer beräkningarna inte att spegla den förändringen."

Cirka 90 % av rörelserna i gruppen 2-motorig propeller vid flygplatsen utgörs i dagsläget av turbopropellerflygplanen SAAB 2000 och ATR 72. Det är dessa typer som i första hand utgör kandidater för att representera en grupperad beräkning. För ingen av dessa flygplantyper finns det flygplansdata i ANP-databasen, utan dessa ersätts med likvärdiga flygplantyper enligt gängse praxis och i förekommande fall efter avstämning inom ECAC.

4.2.1.1.3 WSP kapitel "3.1.2 Flygplantyper, gruppering"

I näst sista stycket i kapitel 3.1.2 på sidan 8 skriver WSP:

"Lämpligen kan man beskriva t.ex. EPNdB värden för de ingående typerna för att kunna visa att typflygplanet i gruppen är lämpligt valt."

För redovisning skulle det krävas överskådliga tabeller om alla parametrar ska kunna utläsas i en resultatrapport.

En gruppering av en flygplansflotta innebär att man räknar flera flygplantyper med liknande buller- och prestandaegenskaper i en grupp som representeras av en flygplantyp. När det gäller gruppering av en flygplansflotta måste man alltså ta hänsyn till mer än bara bulleremissionen. Först och främst beror det på vilken typ av beräkning man avser att genomföra och vad den ska jämföras med. Man behöver ta hänsyn till både prestanda och bulleremissioner. Med prestanda menas hur ljudnivån förändras vid olika driftförhållanden och i olika geografiska positioner. Vikten på ett flygplan är också en viktig parameter i detta sammanhang. Uppmätta ljudnivåer i olika punkter en annan. Att ange EPNL för alla ingående typer kan förvisso vara intressant, men styr inte ensamt valet av typflygplan i en gruppering.

4.2.1.1.4 WSP kapitel "3.1.2 Flygplantyper, gruppering"

WSPs skriver på sidan 8, i kapitel 3.1.2 andra stycket:

"Med nuvarande trafikomfattning får det anses att gruppering som tillräckligt för att göra bedömningar om den totala volymen ryms inom gällande villkor tack vara att trafikomfattningen endast är cirka 75 % den volym som avtalet har som riktvärde."

Swedavia håller inte med WSP om att detta skulle vara en tillräcklig anledning till att använda en gruppering. WSP menar att en gruppering kan användas eftersom att

utfallet varit 75 % av riktvärdet i avtalet. Swedavia menar istället att gruppering används av rent praktiska skäl, eftersom många mindre flygplanstyper som förekommer på flygplatsen saknas i ANP-databasen och därmed ändå skulle ersättas av samma flygplanstyp. Den höjda glidbanan 3,5 grader jämfört med 3,0 grader gör det mer praktiskt att använda gruppering. Att skälet för att välja att använda en gruppering av en flygplansflotta skulle vara att man endast räknar på en mindre mängd rörelser än vad som anges av riktvärdet är således felaktigt. Grupperingen ska alltid göras så väl att det statistiskt inte blir några signifikanta skillnader jämfört med om man kunde räkna alla flygplanshändelser individuellt. Detsamma gäller för gruppering av flygvägar (så kallade modellerade flygvägar), se vidare kapitel 4.2.1.1.6, eller för gruppering av profiler (så kallade stage length grupper), se vidare kapitel 4.2.1.1.5, nedan.

4.2.1.1.5 WSP kapitel "3.1.3 Databas – stage längd (avstånd destination)"

WSP skriver i kapitel 3.1.3 på sidan 8:

"Det är tveksamt om detta är genomförbart om man inte räknar utfallet av bullret för varje enskilt spår. Tolkningen av redovisningen är att man inte har räknat utifrån varje enskilt spår kopplat till aktuell flygplantyp."

Swedavia antar att WSP menar stage length, vilket avser att beskriva över vilken sträcka en flygning sker. Ju längre bort man ska flyga desto mer flygbränsle behövs och desto tyngre blir flygplanet vid start och utflygning och desto flackare blir stigprofilen. I beräkningsmetoden speglar stage length stigprestandan för vissa flygplanstyper. Det vill säga att ett tyngre lastat flygplan oftast inte stiger lika snabbt och på grund av det kortare avståndet till mark som det medför ökar ljudnivån jämfört med ett lätt lastat flygplan. Stage length 1 gäller normalt för inrikesflygningar och stage length 2 – 6 används för utrikesflygningar. Stage length är alltså per definition flygavstånd indelat i grupper. Vilken stage length som faktiskt används beror på avståndet till destinationen. När det gäller beräkning av FBN som är en typ av viktad ekvivalent ljudnivå över ett årsmedeldygn, blir det statistiskt tillräckligt noggrant att hantera stage length i grupper. Alternativet skulle vara att räkna all trafik med samma stage length och det speglar inte verkligheten lika bra. Om Swedavia skriver att man tar hänsyn till destinationer i beräkningen innebär det att Swedavia beräknat ljudnivåer med hänsyn till varierande stage length. Det vill säga att varje enskild flygning har grupperats in i en stage length baserat på vilken destination den hade. Man behöver således inte beräkna varje enskild flygplansrörelse för att ta hänsyn till stage length, men man behöver gruppera in varje enskild flygplansrörelse i en grupp för en specifik stage length.

4.2.1.1.6 WSP kapitel "3.1.4 Hantering av spridning – horisontellt"

WSP skriver följande i första stycket, kapitel 3.1.4 på sidan 8:

"Det framgår inte av redovisningen hur detta har gjorts och hur många spridningsspår som analysen gett som resultat. Normalt är det tillräckligt med 5 spridningsspår per utflygningsriktning om det finns tillgång till navigeringsfyrar som trafiken skall passera."

Det behövs modellering med hänsyn till radarspår om man vill ha ett noggrant resultat. Swedavia använder normalt flera spridningsflygvägar vid modellering för att ta hänsyn till trafikens statistiska spridning. För utfallsberäkningarna år 2014 på Bromma

Stockholm Airport använde Swedavia sju modellerade spridningsflygvägar för IFR-trafik per flygväg och fem modellerade spridningsflygvägar för VFR-trafik per flygväg för att säkerställa tillräcklig statistisk noggrannhet baserat på radarspår.

WSP skriver följande i sjunde stycket, kapitel 3.1.4 på sidan 8:
"Utifrån redovisade "flygtäthetsbilder" bedöms inte utfallet av spridningen påverka årsmedelvärdet av resultaten."

Täthetsbilder används som information för att ge en bild av var den största koncentrationen av flyghändelser förekommer. Dessa är inte de bästa att använda för att modellera flygvägar. Swedavia förstår inte riktigt vad WSP menar med "påverka årsmedelvärdet av resultaten", men det finns en påverkan på resultatet beroende på variation av spridning av flygvägarna, varför modellering av spridningsflygvägar vid utfallsberäkning är nödvändig.

4.2.1.1.7 WSP kapitel "3.1.7 Bestämning av – FBN"

I andra stycket första meningen i kapitel 3.1.7 på sidan 9 skriver WSP:
"I rapporterna redovisas LA,eq,24h vilket förmodligen innebär att man bestämmer ett dygnsmedelvärde för all trafik fördelat på ett medeldygn utan uppvägning av kvälls respektive nattrafik som görs för FBN."

Swedavia vill förtydliga att FBN beräknas med utgångspunkt från beräknade SEL-värden. A-vägd dygnsekvivalent ljudnivå (LA,eq,24h) beräknas för att kunna dimensionera åtgärder för bullerisolering.

I andra stycket andra meningen i kapitel 3.1.7 på sidan 9 skriver WSP:
"Att fördela all trafik över 24 timmar per dygn känns inte relevant då flygplatsen generellt är stängd 9 timmar av 24 timmar. Om samma trafik fördelas över 24 timmar i stället för 15 timmar medför detta att man får 2 dB(A) lägre värde för samma trafikomfattning."

Dygnssekvivalent ljudnivå (LA,eq,24h) beräknas därför att det står angivet i domen för villkor 7 som avser bullerskyddsåtgärder.

4.2.1.1.8 WSP kapitel "3.1.8 Bestämning av TFBN"

På sidan 9, andra stycket kapitel 3.1.8 står det att WSP *"gör endast en reflektion av tabell 8 i referens 9. Där anges att 54 440 rörelser för kategori Jet medför bidraget 129 TFBN, 64 725 av kategorin 2-motoriga propellerplan medför bidraget 137 TFBN"*. Och vidare på sidan 10 första stycket skriver WSP att de har *"svårt att inse att kategorin Jet som är betydligt mer bullrig än 2-motorig propellerplan kan medföra ett lägre TFBN bidrag med ungefär samma storleksordning i trafikmängd"*.

Tabell 8 i Swedavias rapport som WSP hänvisar till utgörs av vägda antal rörelser för trafikfall 4, presenterade på samma sätt som vid ansökan 1978. Det vill säga att beroende på när på dygnet en händelse sker, vägs den som fler händelser. Tabellen ingår i en känslighetsanalys som Swedavia gjort i samband med omräkningen av FBN för

trafikfall 4, där TFBN jämförs mellan trafikfall 4 och utfall år 2011 samt att FBN jämförs för samma trafikfall. Man kan ur tabellen utläsa, som WSP mycket riktigt påpekar, att vissa små flygplanstyper har lika höga TSEL-värden som större jetflygplan som normalt betraktas som bullrigare. Detta kan delvis bero på att TSEL är per definition en summering av alla ljudnivåer längs hela vägen under en in- eller utflygning och därmed exponerar en stor yta på marken, vilket leder till ett högre TSEL-värde. Ett jetflygplan med bra prestanda bullrar i regel högre, men över en relativt mindre yta jämfört med ett propellerflygplan med sämre prestanda. Det beror också på flygplansutvecklingen. Stora flygplan idag bullrar mindre än motsvarande dito gjorde förr. Därför kan ett litet gammalt flygplan vara lika bullrigt som ett större nytt flygplan.

Enligt WSPs egna flygplansdata som enligt uppgift härstammar från FFA och trafikfall 4 kan man utläsa att tvåmotoriga propellerflygplan i vissa fall är bullrigare än tvåmotoriga jetflygplan och då handlar det inte om TSEL utan om SEL. En förklaring kan vara att den tvåmotoriga flygplanstypen som används för beräkning i det fallet härstammar från 60-talet och jetflygplanet i trafikfall 4, Q120, var tänkt som en 30 – 40 år nyare, större och mindre bullrig flygplanstyp. Mindre äldre flygplanstyper kan vara lika bullriga eller bullrigare än större nyare flygplanstyper.

4.2.1.1.9

WSP kapitel "3.1.14 Jämförelse beräkningsmodell, studie på uppdrag av Naturvårdverket"

På sidan 15, första stycket kapitel 3.1.14 skriver WSP: "...ECAC (INM 7.0). INM 7.0 är en beräkningsmodell som uppfyller kriterierna enligt det Svenska kvalitetsdokumentet."

INM är ett **verktyg** där man bygger upp en datoriserad beräkningsmodell enligt beskrivning i ECAC Doc 29 3rd Ed. Det är alltså inte ECAC som gjort INM, utan det är amerikanska FAA.

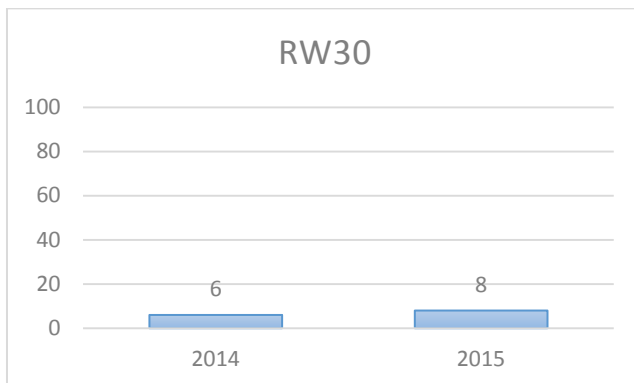
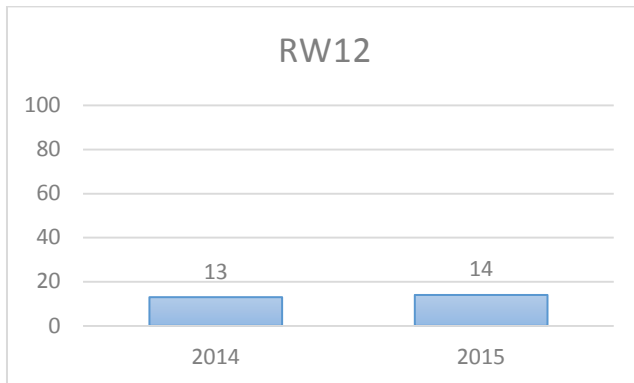
På sidan 15, kapitel 3.1.14 andra stycket, andra meningen skriver WSP:
"En stor skillnad är att modellen från 2003 inkluderar markdämpning vilket påverkar bredden tvärs rullbanan i första hand."

Swedavias tolkning av figur 3 i WSPs rapport är att även hänsyn till varaktighet tas i den Svenska modellen.

Use of Airbrake during approach into BMA airport

For arrivals into BMA, Brussels Airlines has a policy in place (contained in the Airport Information Sheet) that the use of AIRBRAKE shall be limited to those cases where it is required in the interest of safety.

After FDM analysis we can provide you with the following data in accordance with noise regulation condition four at Stockholm Bromma Airport:



Moreover, similar to BRA, we apply an approach technique, called low-drag low-noise. In doing so we are able to further reduce the noise. No account is made for this in the noise certification.

I would like to emphasize that we have reminded our crew members that the use of AIRBRAKE during the approach is prohibited unless required in the interest of safety. Our crew does not frequently operate to Stockholm Bromma Airport compared to crew at BRA. Therefore caution should be applied comparing data.

In good cooperation,

Tim Schepens Technical Pilot Avro RJ | Flight Operations



b.house | Brussels Airport | Airport bld 26 | General Aviation - Ringbaan | B-1831 Diegem | Belgium phone: +32 2 754 18 17 | fax: +32 2 752 08 43 | mobile: +32 495 40 26 67 tim.schepens@brusselsairlines.com • www.brusselsairlines.com