

**TB DEL II**  
**BILAGA 3.1**

**UTREDNING - MÖJLIGHET ATT LÄMNA SID**

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>BEGREPPET - ATT LÄMNA SID.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ATT LÄMNA SID VID EN BULLERNIVÅ 70 DB(A) ISTÄLLET FÖR FAST HÖJD.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>EFFEKTER FLYGVÄGSLÄNGD.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>EFFEKT GEOGRAFISK SPRIDNING.....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>OPERATIV HANTERING AV VILLKOR ATT LÄMNA SID VID 70 DB(A).....</b>	<b>13</b>

## 1 SAMMANFATTNING

Denna utredning belyser möjligheten att avgående luftfartyg dag och kvällstid kan lämna SID när den beräknade bullernivån på marken understiger 70 dB(A). Med en sådan möjlighet kan utsläpp till luft reduceras samtidigt som den geografiska förutsägbarheten för avgående flygtrafik längs den inledande delen av utflygningssvägarna bibehålls.

Dokumentet ingår i den tekniska beskrivning som är en del av Swedavias tillståndsansökan enligt miljöbalken och har där beteckningen TB del II, bilaga 3.1

## 2 BEGREPPET - ATT LÄMNA SID

Grunden för ett flygvägssystem (SID- och STAR<sup>1</sup>-system) är att det ska skapa säkra och välordnade flöden vid hög trafikbelastning. Flygvägarna är dragna så att korsningar mellan ankommande och avgående flygtrafik undviks i möjligaste mån. Där det ändå måste finnas korsningar bidrar flygvägarnas geografiska dragningar till att korsningar sker i lämpliga höjdsegment och så vinkelrätt som möjligt.

Att lämna SID menas det skeende då flygledaren anmodar en pilot att navigera mot en punkt som tar luftfartyget ifrån den standardiserade utflygningssvägen. Flygledaren har flera motiv till att anmoda piloten att lämna SID, exempelvis:

- Förkorta flygsträcka.
- Undvika korsning mellan avgående och ankommande och därigenom undvika att både stigande och sjunkande luftfartyg planflyger. Planflykt på lägre höjder ökar bränsleförbrukning och bullerexponering.
- Effektivisera hantering av flera tätt efter varandra startande luftfartyg. Separation kan bibehållas effektivt mellan starter som har olika hastighet och onödig planflygning kan undvikas.
- Piloten begär att få lämna flygvägen på grund av specifika väderförhållanden, exempelvis åskmoln.

Regler som styr när luftfartyg tidigast får lämna utflygningssväg regleras i flygledarens operativa regelverk samt i miljövillkor.

<sup>1</sup> STAR - Standard Instrument Arrival  
SID – Standard Instrument Departure

### 3                    **ATT LÄMNA SID VID EN BULLERNIVÅ 70 DB(A) ISTÄLLET FÖR FAST HÖJD**

I befintligt system tillåts normalt avgående trafik att lämna SID vid passage av 1850 m MSL . Denna höjd har motsvarat den höjd då flygplanstypen MD80 slutar exponera mark för beräknade bullernivåer överstigande 70 dB(A). I princip alla övriga flygplanstyper slutar exponera mark för dessa bullernivåer på lägre höjder. För vissa typer gäller avsevärt lägre höjder. Men gällande miljövillkor tar inte hänsyn till detta, utan ur bullerhänseende betraktas alla starter som om de vore en MD80.

Denna utredning har som utgångspunkt att ett villkor för avgående trafik skall tillåta att luftfartyg kan lämna SID då bullerexponering på mark understiger beräknade bullernivån 70 dB(A). Ett sådant villkor tar hänsyn till att flygplanstypers bullerprestanda vid start skiljer sig åt och villkoret möjliggör att avgående trafik skulle kunna lämna SID tidigare än idag, utan att för den skull påverka nya områden för bullernivåer överstigande 70 dB(A).

Dag och kväll följer avgående trafik från Arlanda antingen SID eller lågfartskurs. Trafik som följer lågfartskurser utgörs av kolvmotor- eller turbopropdrivna luftfartyg. Den trafik som följer SID utgörs med några få undantag av jettrafik. De avsnitt som följer omfattar den senare kategorin, trafik som följer SID

### 4                    **EFFEKTER FLYGVÄGSLÄNGD**

Ett villkor som tillåter luftfartyg att lämna SID kan förkorta flugen sträcka. En förkortad flygväg innebär att luftfartyg förbrukar mindre bränsle till sin destination och därigenom reduceras utsläpp till luft. För att kunna göra en uppskattning av hur lång flygsträcka som kan sparas behövs följande hänsyn tas:

- Var långs SID kommer luftfartyg att lämna flygväg, enligt ett villkor som tillåter att luftfartyg kan lämna SID tidigare än befintligt villkor?

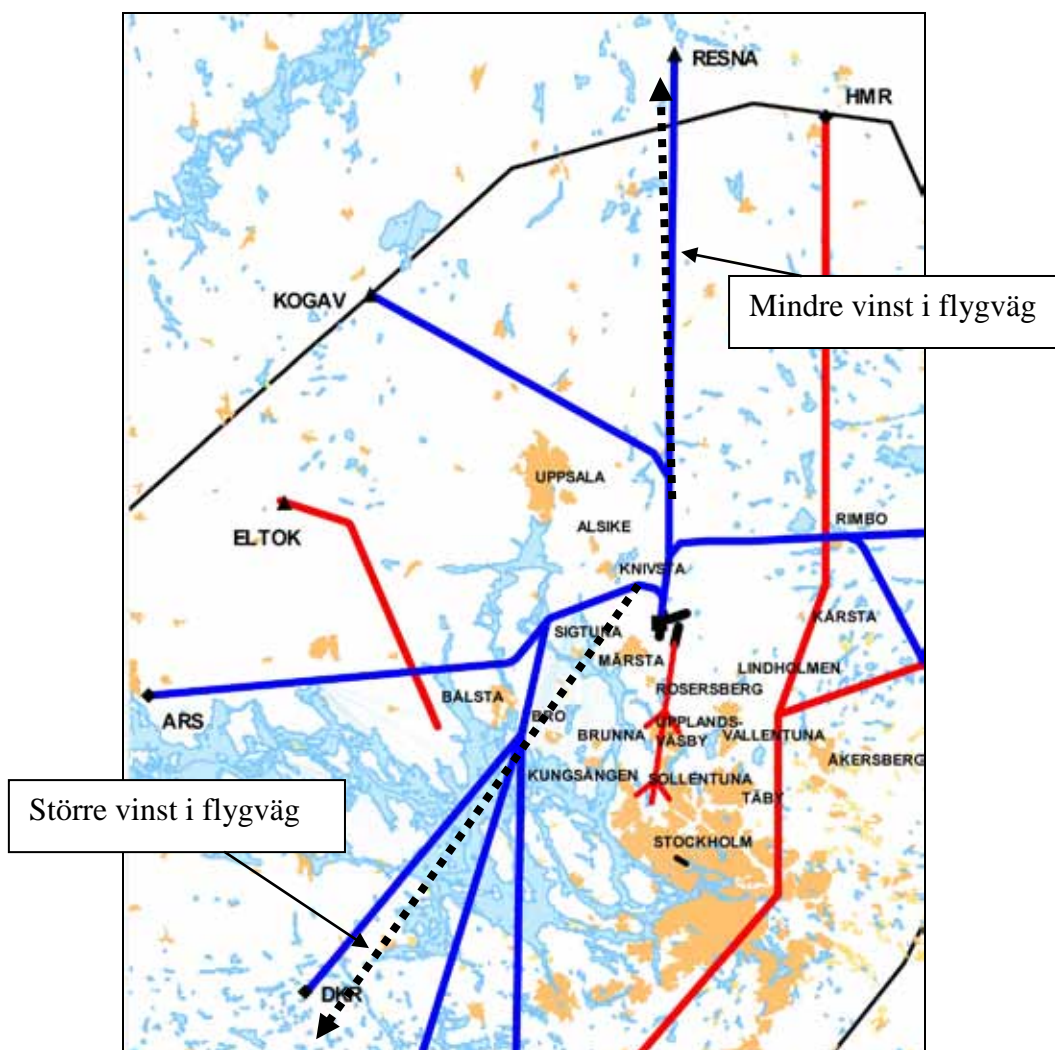
Flygplan stiger olika snabbt avhängigt exempelvis flygplanstyp, aktuell vikt, destination, vindförhållanden mm.

- Hur stor andel av den avgående flygtrafiken kommer ges möjlighet att förkorta flygsträckan genom att de tillåts lämna SID?

Alla starter erhåller inte genvägar oavsett om villkoret tillåter att ett avgående luftfartyg får lämna flygvägen. Att ett flygplan tillåts lämna SID är avhängigt exempelvis trafikbelastning, annan trafiks geografiska läge, destination, navigeringspunkter längs den planerade färdvägen, mm.

- Mot vilken punkt leds trafik som lämnar SID?

Flugen sträcka avkortas i olika hög grad avhängigt hur flygvägen är utformad och vilka navigeringspunkter som ingår i flygningens färdväg mot destinationen. Det vill säga, är flygvägen i sig konstruerad med en rak sträckning ut från flygplatsen mot utpasseringspunkten, ger avvikelser från denna mindre flygvägsvinster. Är däremot flygvägen dragen med större omvägar och förlängningar för att exempelvis kunna hantera en stor trafikmängd, finns stor potential för förkortad flygsträcka genom att luftfartyg lämnar SID. Se exempel nedan.



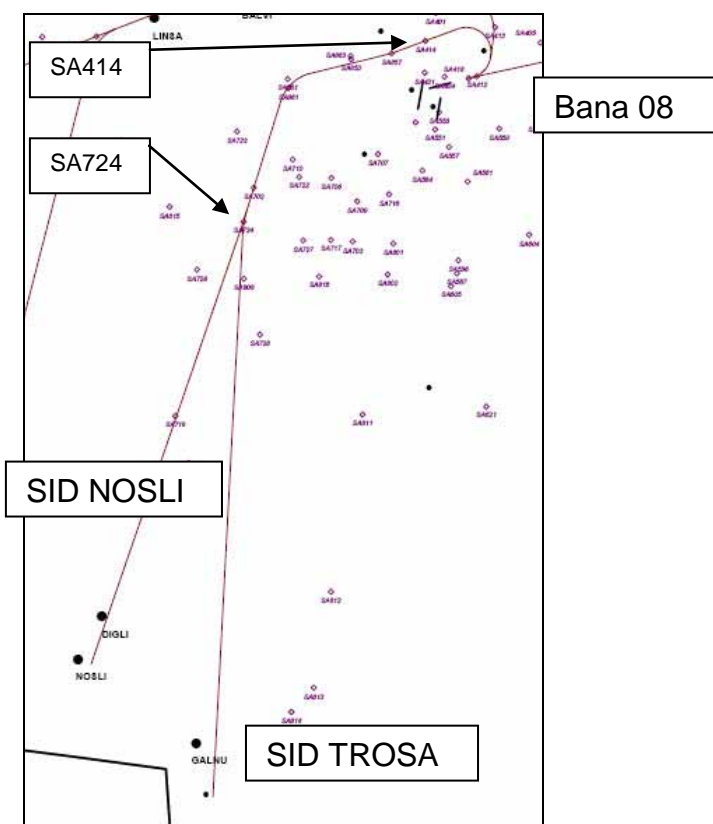
Figur 1 Exempel på variation i reducerad flygsträcka avseende att lämna SID - reducerad flygsträcka. Just detta exempel visar SID (blå) från bana 01L. Svarta streckade linjer illustrerar att vinst vad gäller flugen sträcka varierar beroende på vilken SID som nyttjas av ett avgående luftfartyg.

Det är ett komplext arbete att beräkna hur lång flygsträcka som totalt kan sparas med föreslaget villkor för att lämna SID. Det är många faktorer som skall inrymmas i en beräkning och det finns ett stort antal flygvägar från Arlanda.

För att illustrera de potentiella effekterna har dock en beräkning gjorts för ett par utflygningsvägar från bana 08 med vänstersväng (SID NOSLI och TROSA, se figur nedan). Just dessa utflygningsvägar är illustrativa för hur flygvägslängd kan påverkas av att luftfartyg lämnar SID tidigare än i befintligt system. Beräkningen av hur flygsträckan påverkas är baserad på följande variabler (beräkning utgår från trafikfall 2008):

- Antal jetluftfartyg som trafikerade aktuella utflygningsvägar i trafikfall 2008.
- Specificering av navigeringspunkter som skulle vara aktuella att leda flygtrafik mot om denna skulle ges möjlighet att lämna SID tidigare.
- Hur stor andel av starterna som antas erhålla genvägar, det vill säga kommer att tillåtas att lämna SID.
- Var längs SID trafiken skulle lämna utflygningsvägarna
- Differensen mellan flugen sträcka 2008 jämfört med den sträcka som uppstår vid föreslagen ändring av villkor.

För SID NOSLI och TROSA från bana 08 med vänstersväng, ges följande värden:



Figur 2 SID NOSLI och TROSA bana 08 vänstersväng

- Cirka 5 000 starter trafikerade dessa SID 2008.
- Drygt 80 % följde SID NOSLI och knappt 20% följde SID TROSA.
- Punkten SA414 markerar ett genomsnittligt avstånd längs SID där luftfartyg skulle lämna utflygningsvägen.
- Cirka 80 % av trafiken skulle ges möjlighet att lämna SID NOSLI och dessa skulle ledas mot navigeringspunkterna ABAMA, TONSA och GELMA<sup>2</sup> med fördelningstalet 40/20/40.
- Cirka 80 % av trafiken skulle ges möjlighet att lämna SID TROSA och dessa skulle ledas via punkterna SA414 och SA724.
- Jämfört med hur trafiken i nuläget följer aktuella SID skulle sparad flygsträcka bli cirka 8 000 nautiska mil (cirka 14 800 km) under ett år utgående från 2008 års trafikvolym.

Trafiken på de SID som använts i exemplet ovan utgör cirka 5% av totala antalet starter från Arlanda för aktuellt trafikfall. Potentialen att förkorta flygsträcka genom att tidigare tillåta luftfartyg att lämna SID varierar självfallet. För vissa SID skulle vinsten i förkortad flygsträcka bli marginell, medan det för andra vägar, som exemplet ovan, skulle finnas många nautiska mil att spara om starter kan lämna flygvägen tidigare.

Ytterligare exempel där potentialen är hög för utsläppsminskningar är SID från bana 19R och SID norrut, bana 08 högersväng och SID västerut. I MKB för ansökan utvecklas effekter på utsläpp av förkortad flygsträcka.<sup>3</sup>

Effekten på reducerat utsläpp till luft är också direkt kopplat till vilka volymer som trafikerar respektive flygväg. För SID med större trafikvolymer kan även mindre flygvägsvinster skapa signifikanta minskningar av utsläppen till luft. För flygvägar som sällan används skapas å andra sidan inga större effekter på utsläpp oavsett hur flygvägen är dragen.

Ett villkor som möjliggör att luftfartyg kan lämna SID tidigare än vad dagens villkor medger, ger sammantaget förkortade flygsträckor och därigenom minskade utsläpp till luft. Omfattningen av besparingen är svår att ange exakt. Det går dock att konstatera att det kommer att skapas betydande vinster i form av förkortad flygsträcka för de SID som trafikerats mycket och som också har flera större svängar inom terminalområdet.

<sup>2</sup> Navigeringspunkter sydväst om Stockholm terminalområde. ABAMA, placerad sydväst Linköping, TONSA, öster Nyköping samt GELMA, väster Växjö.

<sup>3</sup> Stockholm Arlanda Airport, Miljökonsekvensbeskrivning för ansökan om nytt tillstånd enligt miljöbalken, Kapitel 6 Utsläpp till luft

## 5           **EFFEKT GEOGRAFISK SPRIDNING**

Kombinationen av hur flygvägarna är sträckta och hur dagens villkor är formulerade skapar i nuläget koncentrerade flygspår i flygplatsens närområde. Det vill säga, starter samlas i relativt sett, smala spår upp till den höjd där luftfartyg tidigast kan tillåtas lämna SID:en. Med en koncentration av starter följer å ena sidan en geografisk förutsägbarhet, och att boende vid sidan av flygspår inte överflygs. Å andra sidan exponeras de boendegrupper som bor under flygspår för all trafik.

Den typ av villkor som omfattas i detta dokument innebär att trafik som exponerar mark för 70 dB(A) eller däröver skall följa SID. När bullerexponering vid mark understiger 70 dB(A) skall ett avgående luftfartyg kunna ges möjlighet att lämna utflygningsvägen för att istället, om möjligt, flyga så kort sträcka som möjligt. Detta skapar fortsatt hög koncentration och förutsägbarhet för mer bullrande trafik, men när flygplan exponerar mark för lägre bullernivåer kommer koncentration och förutsägbarhet att minska och exponeringen istället fördelas.

Vid genomförda samråd har kommuner och myndigheter efterfrågat en beskrivning av vad ett nytt villkor enligt detta förslag skulle innebära för överflygning av tätorter, även längre ut från flygplatsen. Nedanstående kartor skall illustrera den bedömda effekten av att en viss andel av trafiken skulle lämna flygvägen när bullernivåer understiger 70 dB(A), istället för, som idag, vid en fast höjd.

De mörkare områdena illustrerar var överflygning sker geografiskt i befintligt system med avgående trafik som följer SID (ej lågfartstrafik<sup>4</sup>). Lågfartstrafik hanteras till största delen i området väster om flygplatsen och skapar därigenom överflygningar av ett antal tätorter. Detta redovisas inte i kartorna nedan. Med ett villkor som tar hänsyn till 70 dB(A) kommer avgående trafik fortsätta att beröra de mörkare områdena, men i mindre utsträckning. Trafik som kan tillåtas lämna SID vid 70 dB(A) kommer att lämna flygspåret tidigare, vilket illustreras i de ljusare fälten på kartorna. De ljusare områdena betecknar således geografiska områden som normalt kan komma att överflygas av avgående trafik, som exponerar mark för bullernivåer understigande 70 dB(A).

Det är komplicerat att exakt ange var all trafik kommer att befinna sig geografiskt med det ändrade förfarandet för avgående trafik som beskrivs. Gränsen mellan områden där det kan komma att finnas överflygningar och områden utan är inte knivskarp. Nya områden (ljusare gröna) på kartorna nedan har dock bedömts vara de områden där förändringar mot befintligt system är tydligast.

<sup>4</sup> Lågfartstrafik – Med några undantag alla kolvmotor- och turopdrivna luftfartyg.

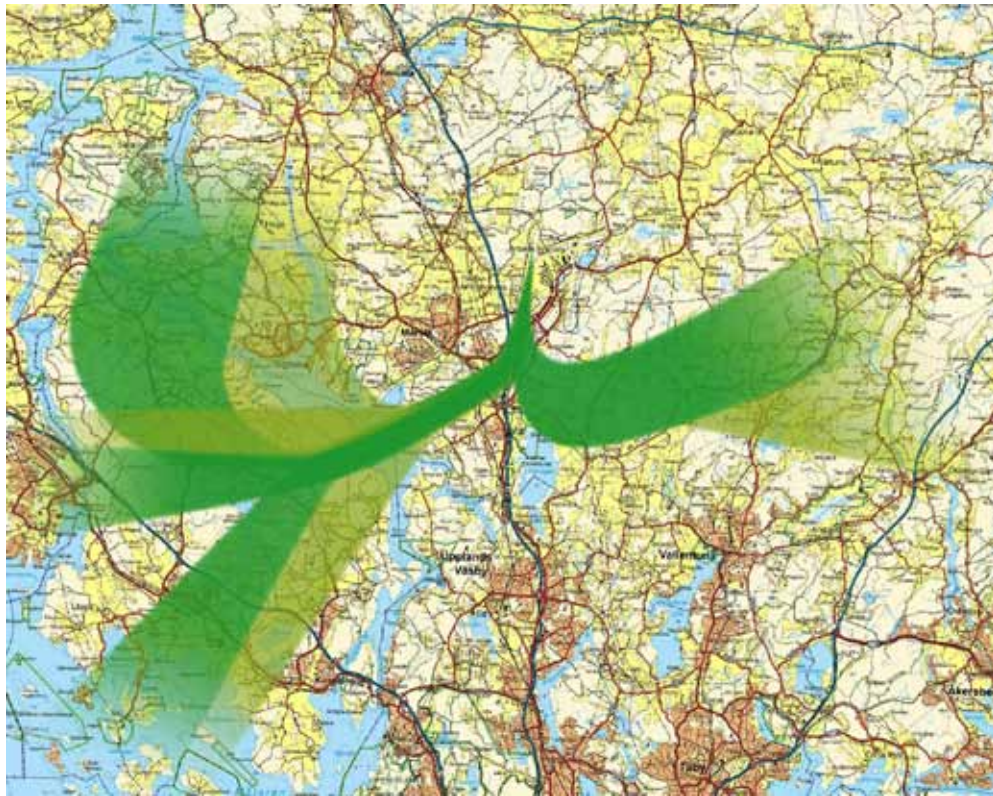




**Figur 3 Illustration av spridning av jettrafik på SID från bana 08 vänstersväng i befintligt system. Där fälten ljusnar och försvinner befinner sig avgående luftfartyg normalt på höjder väl över 1850 m.**

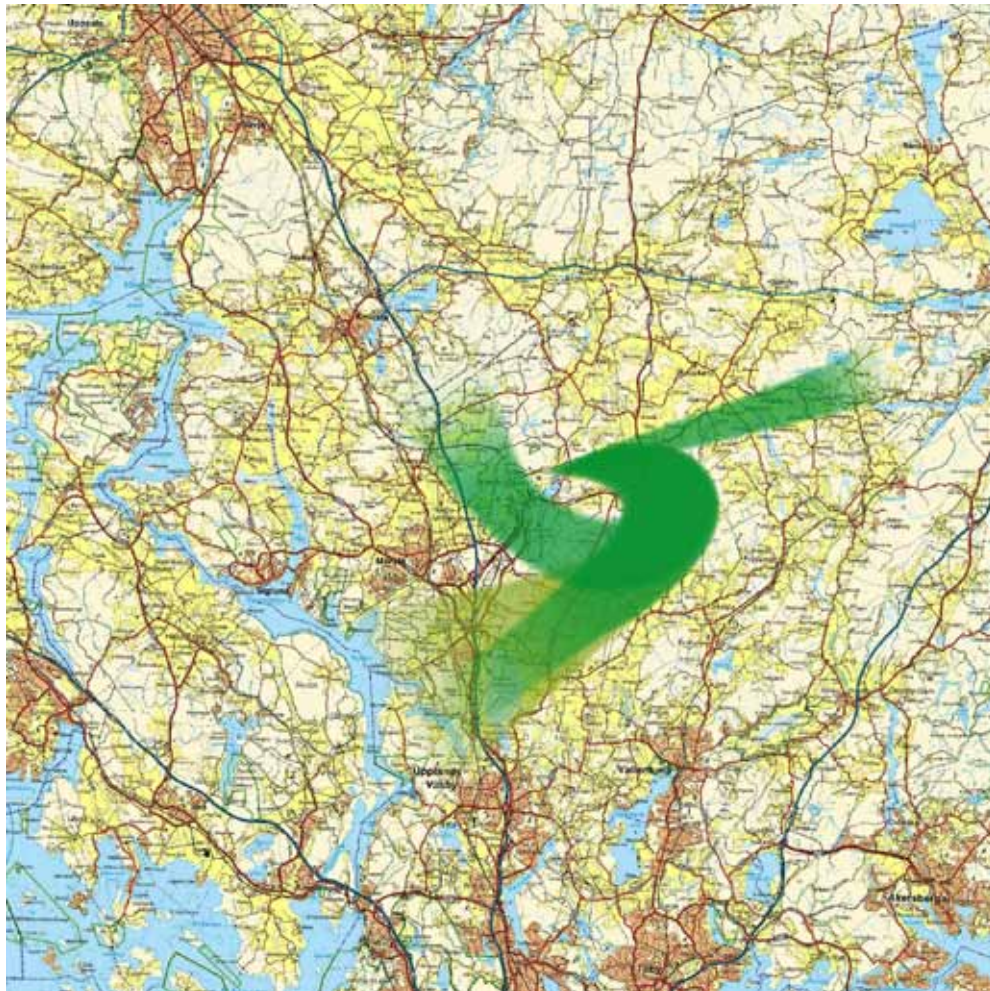


**Figur 4 Illustration spridning av trafik på SID från bana 08 vänstersväng – med princip att luftfartyg kan tillåtas lämna SID då bullerexponering på mark beräknas understiga 70 dB(A). Ljusare grönare illustrerar områden som vid högre trafikintensiteter kan komma att beröras av trafik med bullernivåer understigande 70 dB(A). (Trafik på lågfartskurs redovisas ej)**



**Figur 5 Geografisk spridning jettrafik bana 19R. Mörkt gröna områden illustrerar var avgående trafik som följer SID normalt flyger idag. Ljust gröna områden illustrerar områden som kan komma att beröras av trafik som exponerar mark för bullernivåer understigande 70 dB(A). (Trafik på lågfartskurs redovisas ej)**





**Figur 6 Geografisk spridning av trafik på SID bana 08 högersväng. Mörkt gröna områden illustrerar var avgående trafik normalt flyger idag. Ljust gröna områden illustrerar områden som kan komma att beröras av trafik som exponerar mark för bullernivåer understigande 70 dB(A). (Trafik på lågfartskurser redovisas ej.)**

## 6 OPERATIV HANTERING AV VILLKOR ATT LÄMNA SID VID 70 dB(A)

Istället för en enda fast höjd då luftfartyg tidigast kan tillåtas att lämna SID skulle ett villkor grundas på beräknad bullernivå 70 dB(A) på mark. För att flygledaren rent operativt skall kunna säkra att villkoret innehålls kommer den beräknade bullernivån 70 dB(A) från ett avgående luftfartyg att översättas till en höjd över marken. Denna höjd blir då styrande när ett specifikt luftfartyg tidigast kan tillåtas lämna en utflygningsväg.

I nuläget saknar flygtrafiktjänsten verktyg att hantera varje enskild flygplanstyps bullerprestanda vid start. För att rent praktiskt kunna omvandla ett villkor som baseras på bullernivå krävs därför att luftfartyg samlas i hanterbara klasser där luftfartyg i respektive klass har liknande bullerprestanda vid start. Varje klass ska representeras av en flygplanstyp som är normerande för en höjd som korrelerar med en bullerexponering på marken om 70 dB(A). Den normerande flygplanstypen ska också vara den mest bullrande i varje klass.

Grunden för indelning i kategorier är storleken på ett luftfartyg eftersom det finns ett visst samband mellan storlek på flygplan och hur mycket det bullrar vid start. Dock är sambandet långt ifrån absolut. Modernare flygplanstyper bullrar exempelvis mindre än äldre typer. Antalet motorer påverkar också bullerexponeringen vid start.

Nedan illustreras hur en kategorisering skulle kunna se ut där den mest bullrande flygplanstypen blir normerande för den höjd varifrån luftfartyg i aktuell kategori tidigast tillåts lämna SID.

Mellanstora jet	Flygplanstyp	Höjd 70 dB(A)	Normerande flygplanstyp
	A319	750 meter	
	A320	900 meter	
	B738	1200 meter	B738

**Tabell 1 Exempel kategorisering av luftfartyg**

Då beräkningar är det allmänt vedertagna sättet att vid miljötillståndsprövningar beskriva flygbuller används här den beräkningsmetod som är accepterad i Sverige (ECAC doc 29 v3) för att beräkna höjd över mark då en flygplanstyp bullrar maximal ljudnivå 70 dB(A). Det beräkningsverktyg som används och som baseras på nämnda metod är INM version 7.0b<sup>5</sup> och innehåller en databas över olika flygplanstypers ljudnivåer vid olika avstånd och gaspådrag samt en databas över olika flygplantypers typiska startprofiler (gaspådrag, hastighet och höjd vid olika

<sup>5</sup> Integrated Noise Model, beräkningsprogram för flygbuller framtaget av USA:s luftfartsmyndighet, FAA.)

avstånd från rullbanan). Genom att kombinera dessa databaser kan den önskade höjden räknas fram. Typiska startprofiler i databasen kan vara STANDARD 1 (distans upp till 500 NM, vanlig för inrikes flyg) ända upp till STANDARD 7 (distans över 4500 NM, tex. långdistansflygning med stort jetplan till Sydostasien). Den sistnämnda startar betydligt flackare och ger därmed mer buller pga. minskat avstånd mellan bullerkälla och mottagarpunkt än det lättare inrikesflyget som stiger snabbare.