



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Helikopterbuller Östra sjukhuset Göteborg: Utredning av ljudnivåer vid helikopterplatta på Nya barnsjukhusets tak

2013-12-16

Upprättad av: Bengt Simonsson, Ulf Lewin

Granskad av: Ulf Olsson

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

RAPPORT

Nya barnsjukhusets tak

Kund

Västra Götalandsregionen, Västfastigheter
Olle Ekström
Ombud: Johannes Hellsing
Regionens Hus
405 44 Göteborg

Konsult

WSP Akustik
Box 92093
120 07 Stockholm
Besök: Lumaparksvägen 7
Tel: +46 8 688 60 00
Fax: +46 8 644 39 55
WSP Environment & Energy Sweden
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Bengt Simonsson	WSP Akustik 010-722 89 51
Peter Connell	WSP Akustik 010-722 83 66
Ulf Lewin	WSP Akustik 010-722 71 08

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

Innehåll

1	Sammanfattning	4
2	BERÄKNINGSUNDERLAG	5
2.1	Allmänt	5
2.2	Helikoptertyper - Bullerunderlag	5
2.3	Flygvägssystem	6
2.4	Flygverksamhet omfattning	9
3	Resultat	9
3.1	Beräkning	9
3.2	Flygbullernivå (FBN)	9
3.3	Maximal ljudnivå L_{Amax}	9
3.4	Sammanfattning av beräkningarna	10
3.5	Beräkningsnoggrannhet	10
4	BEDÖMNING AV STÖRNING	11
4.1	Jämförelse med nuvarande in-/utflygning	11
4.2	Dos-responssamband för helikopterbuller [2]	11
4.3	Faktorer som påverkar bullerstörning	12
4.3.1	In-/utflygningsriktning	12
4.3.2	Low Noise Procedure	13
4.3.3	Helikoptertyp	13
4.3.4	Acceptans	13
5	BULLER - FLYGBULLER ALLMÄNT [4,5]	14
5.1	Bullermått	14
5.2	FBN Flygbullernivå	15
5.3	Maximal ljudnivå L_{Amax}	17
5.4	Bullerriktvärden	18
5.4.1	Regeringsproposition	18
5.4.2	Naturvårdsverket	18
5.4.3	Detaljplan nya bostäder	19
5.5	Allmänt om flygbullerberäkningar	20
5.5.1	Markdämpning - varaktighet	20
5.5.2	Väderinverkan på bullerutbredning	20
5.5.3	Maximalt buller andra transportsystem	21
6	REFERENSER	22

Bilaga 1	LAFmax för Eurocopter EC 145 Ny hkp-landningsplats
Bilaga 2	LAFmax för Sikorsky S-76 Ny hkp-landningsplats
Bilaga 3	Jämförelse mellan befintlig och ny hkp-landningsplats
Bilaga 4	Antal boende samt huvudsaklig bostadstyp

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

1 Sammanfattning

Flygbullerberäkningar av maximalnivå har utförts för helikopterverksamhet vid Östra sjukhuset i Göteborg. Verksamheten avser helikopterrörelser till och från helikopterlandningsplats på det planerade drottning Silvias barnsjukhus.

Beräkningarna har utförts enligt den nordiska modellen för beräkning av externt industribuller, DAL32. Den genomsnittliga maximala ljudnivån L_{Amax} redovisas för in- och utflygningar för dimensionerande helikoptertyp EC 145. Beräkningarna har gjorts med hänsyn till markdämpning (mjuk mark). Resultatet redovisas i form av dB-nivåkurvor på 2 m höjd över mark utritade på karta, samt maximal ljudnivå på respektive våningsplan på bostadshus i närområdet.

Bostäder i områdena Torpa, Björkekärr, södra delen av Sävedalen och delar av Kviberg bedöms få över L_{Amax} 70 dBA. Vissa delar av områdena Torpa, Björkekärr, södra delen av Sävedalen bedöms även få över L_{Amax} 80 dBA. Närmaste bostäder (delar av Torpa och Björkekärr) kan komma att erhålla nivåer över L_{Amax} 90 dB(A) i samband med flygningar till sjukhuset.

En jämförelse av bullerbelastning genom landning av helikopter på nya barnsjukhuset med dagens situation, visar att med samma helikoptertyp som idag kommer delvis andra, men sannolikt inte fler boende kring sjukhuset att utsättas för högre ljudnivåer än idag. Hänsyn har då tagits till beräknade maximalnivåer, typ av bostadsfasad och antal boende.

Om helikoptertyp byts från dagen s Sikorsky S-76 till Eurocopter EC145, eller likvärdig, kan bullernivåerna utomhus generellt förväntas sänkas med i storleksordningen 5 -10 dB, inräknat nya flygvägar.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

2 BERÄKNINGSUNDERLAG

2.1 Allmänt

Underlag har erhållits från verksamhetsbeskrivningen sammanställd av ansvariga på platsen. Flygvägar har beskrivits med utgångspunkt från praktiska hänsyn till flygverksamheten och anpassats för att minimera bullerstörningarna så långt som möjligt i anslutning till helikopterplattan.

2.2 Helikoptertyper - Bullerunderlag

Den dimensionerande helikoptertypen har vid beräkningarna varit Eurocopter EC 145. Bullerspektrum är baserat på mätningar vid landning och start, utförda av ÅF vid Karolinska Universitetssjukhuset under 2013. Ljudnivån är korrigerad med -3 dB för att motsvara överflygning.

Bullerunderlaget för den ingående helikoptertypen har beräknats som genomsnittlig maximal ljudnivå för start respektive landning vid + 15°C och 70 % relativ fuktighet.

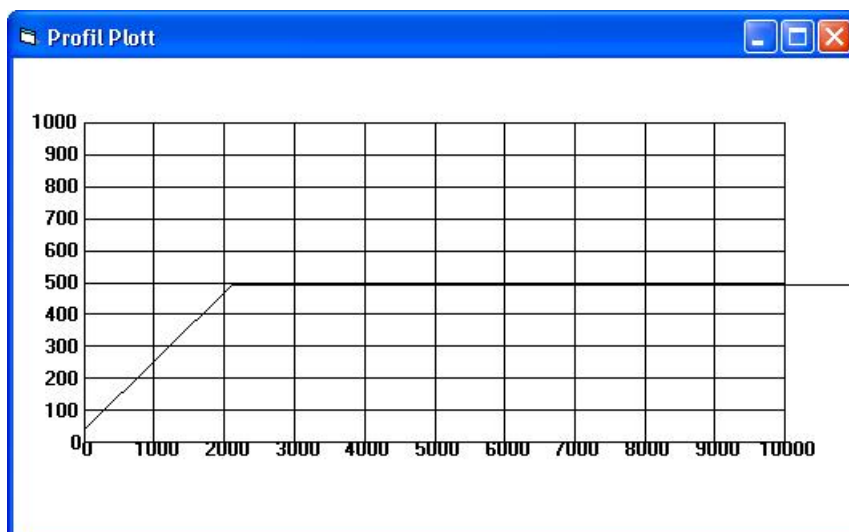
Beräkningar av maximalnivå har även utförts på den helikoptertyp som används idag, Sikorsky S-76, i jämförande syfte. Även detta spektrum är baserat på mätningar vid landning och start, uppmätta vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset under 2012.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

2.3 Flygvägssystem

Flygvägssystemet har utgått från hur behovet är att flyga ut- och in till helikopteretableringen.

Vid beräkningarna har det utgått ifrån att helikoptern stiger upp till ca 1600 ft (500 m) med en profil av ca 12° och inflygning med motsvarande profil, se Figur 1. Den branta inflygningsvinkeln orsakas av att denna profil stör närmaste bostäder mindre än den flackare (ca 6°) som normalt skulle ha tillämpats.

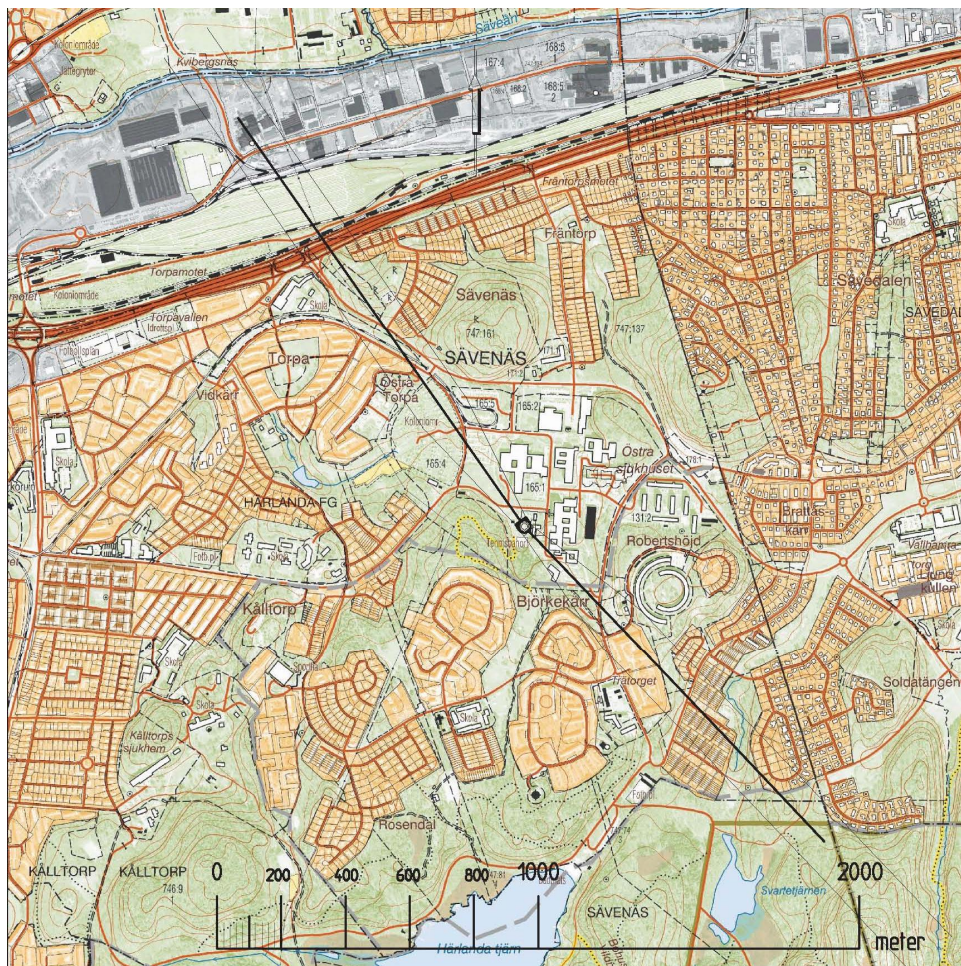


Figur 1 Start- och landningsprofil som använts för helikopter EC 145 vid beräkningarna

Normalt undviks överflygning av tätbebyggda områden på låga höjder.

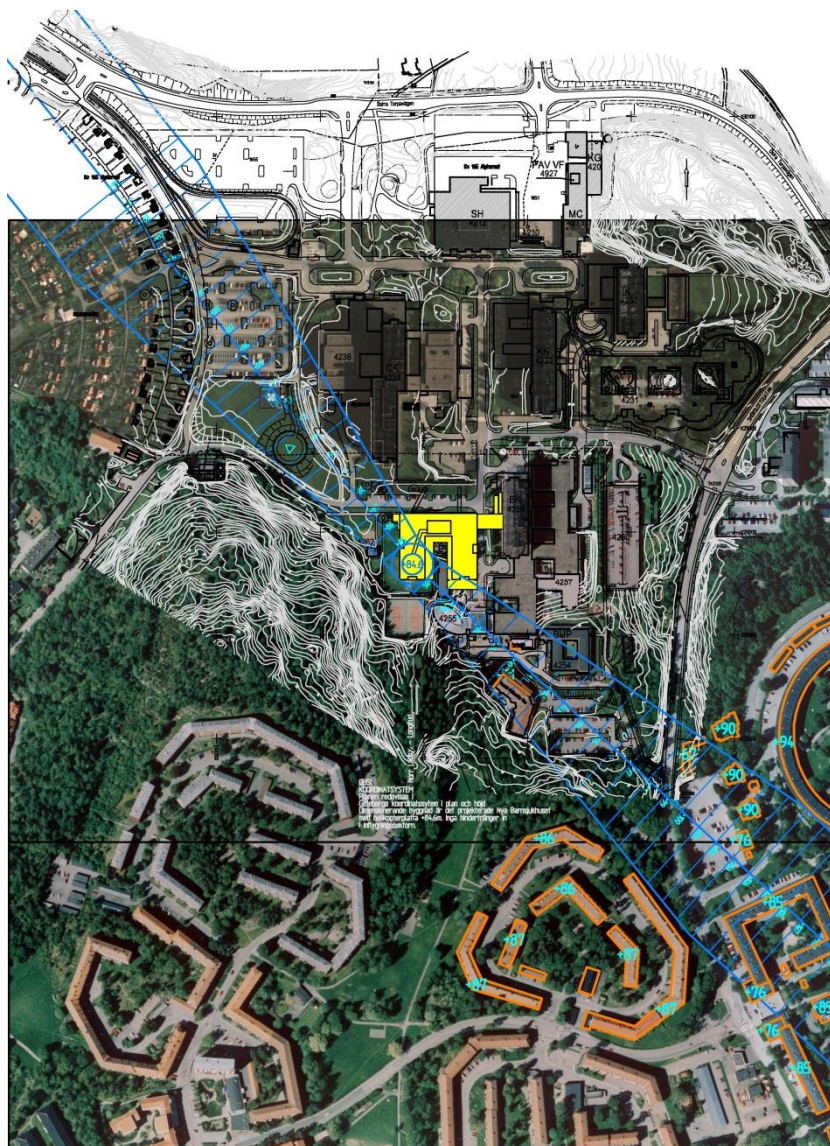
In- och utflygningsriktningen för helikopterplattan är 325° (mot nordväst) och 138° (mot sydost). I Figur 2 och Figur 3 redovisas in- och utflygningssektorerna för den studerade helikopterplattan inlagda i beräkningsprogrammet.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	



Figur 2 Översiktsbild av område med in- och utflygningsstråk.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbullen Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	



Figur 3 Detaljbild över området med in- och utflygningssektorer.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

2.4 Flygverksamhet omfattning

Helikopterflygplatsen är placerad på ett sjukhus och är avsedd för helikoptertransporter i samband med allvarliga sjukdoms- och olycksfall. ”Ambulans and rescue flights only”

Bedömning av frekvensen av landningar under överblickbar tid är, upp till i genomsnitt en landning om dagen, med variation på 0 – 4 landningar per dygn, mer än en landning kan ske nattetid.

3 Resultat

3.1 Beräkning

Beräkningarna har utförts enligt den nordiska modellen för beräkning av externt industribuller, DAL32. Beräkningarna har gjorts i beräkningsprogrammet SoundPLAN, version 7.1, update 2013-08-14.

Kartunderlag från SeSverige, Metria, har använts: Fastighetskartan samt höjddata.

3.2 Flygbullernivå (FBN)

Flygbullernivåer (FBN) har bedömts för en total volym av 750 rörelser/år. Verksamheten är av begränsad omfattning och det bedöms att området för $FBN > 55$ dBA överensstämmer med området som berörs av över L_{Amax} 90 dBA.

3.3 Maximal ljudnivå L_{Amax}

Redovisningen förutsätter normala atmosfärförhållanden (+ 15 °C, 70 % relativ fuktighet, normalt atmosfärstryck). Vindförhållanden förutsätter lätt medvind från helikopter till mottagare. Till temperaturvariationer tas ingen hänsyn. Hänsyn tas till markens dämpande effekter på grund av markytans beskaffenhet (gräsytor, träd och liknande). Marken har ansatts som mjuk. Hänsyn har tagits till topografin i form av terrängens höjdvariationer.

Resultater maximala ljudnivåer för in- och utflygningar för helikoptertypen EC 145 presenteras i Bilaga 1 vid in- och utflygning kring centrumlinjen.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

3.4 Sammanfattning av beräkningarna

EC145

Närmaste bostäder (delar av Torpa och Björkekärr) kan komma att erhålla nivåer över L_{Amax} 90 dB(A) i samband med flygningar till sjukhuset. Bostäder i områdena Torpa, Björkekärr, södra delen av Sävedalen och delar av Kviberg bedöms få över L_{Amax} 70 dBA. Vissa delar av områdena Torpa, Björkekärr, södra delen av Sävedalen bedöms även få över L_{Amax} 80 dBA.

Beräkning av ljudnivå på 2 m höjd över mark, samt högsta nivå på olika våningsplan vid några utvalda fastigheter redovisas i Bilaga 1.

S-76

Utgående från helikopter S-76 kommer respektive område nämnda ovan att utsättas för 5 dB högre bullernivå.

Beräkning av ljudnivå på 2 m höjd över mark, samt högsta nivå på olika våningsplan vid några utvalda fastigheter redovisas i Bilaga 2.

3.5 Beräkningsnoggrannhet

Noggrannheten i beräkningar utifrån de underlag avseende bullerdata, flygprofil, pådrag, meteorologiska förhållande (+ 15°C och 70 % relativ fuktighet) och svag medvind (<3 m/s) ligger inom ± 2 dB(A). Beräkningsresultaten förutsätter att helikoptern flyger enligt de förutsättningar som har gällt vid beräkningarna. Se vidare under avsnitt 5.5.2 avseende bland annat väderinverkan på ljudnivån i omgivningen av flygverksamhet.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

4 BEDÖMNING AV STÖRNING

4.1 Jämförelse med nuvarande in-/utflygning

WSP Akustik har år 2004 beräknat maximala ljudnivåer från den idag mest frekvent trafikerande helikoptertypen (Sikorsky S-76) till den befintliga helikopterplattan på mark, strax sydväst om Centralkliniken.

Med underlag från Göteborgs stad [1] har befolkningsstatistik tagits fram för områden kring Östra sjukhuset. Genom att jämföra beräkning av buller vid flygning till/från den befintliga helikopterplattan med motsvarande beräkning med helikopterplatta placerad på tak till nya barnsjukhuset, kan en grov jämförelse göras av hur många som drabbas av högre bullernivåer i det senare fallet. För att jämförelsen ska bli tydligare har samma helikoptertyp används i båda fallen, dvs. S-76. Jämförelseberäkningarna redovisas i Bilaga 3. Redovisade nivåer visar ungefärlig skillnad i bullernivå med den nya placeringen jämfört med befintlig.

Det är emellertid också av betydelse vilken typ av bostad som utsätts för bullret, eftersom det är höga ljudnivåer inomhus i fr.a. sovrum nattetid som utgör den största störningsrisken. Tunga fasader (tegel, betong etc) har generellt bättre ljudisolering än lätta (trä etc). Nya bostäder har också generellt bättre ljudisolering än äldre. Därför redovisas i Bilaga 4 en översiktlig bild över antalet boende och huvudsaklig bostadstyp.

Jämförelsen visar en delvis ökad belastning på trähusen i Sävenäs/Torpa (211:01-02), med i storleksordningen 5 dB. Å andra sidan minskar belastningen över Kålltorp där det bor många i trähus. I söder ökar belastningen över Björkekärr, men å andra sidan har dessa hus tunga fasader och är alltså lite mindre känsliga.

Totalt sett visar jämförelsen att hänsyn tagits till hustyp och antal drabbade med de nya in-och utflygningsriktningarna.

4.2 Dos-responssamband för helikopterbuller [2]

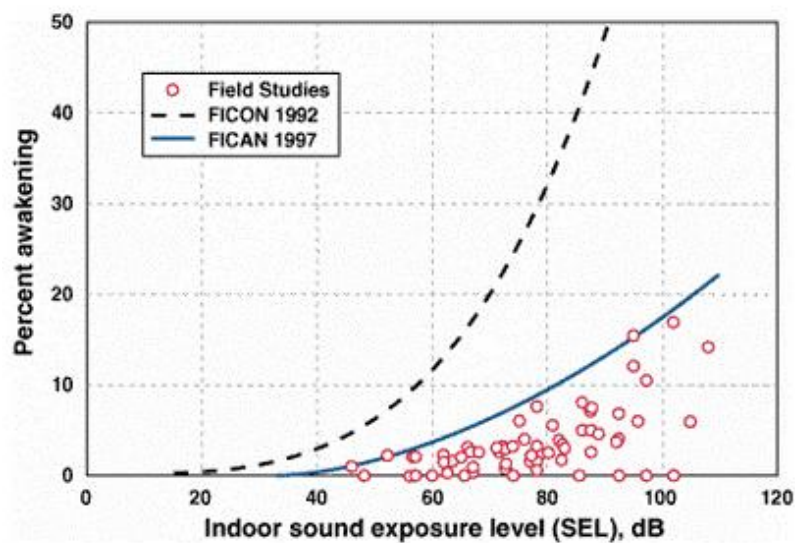
Det finns inga entydigt fastställda samband mellan bullernivåer från helikopter och grad av ljudstörning. Enligt flertalet studier är det ingen större skillnad mellan störning från flygplan och helikopter, medan enstaka studier anger ända upp till 15 dB högre grad av störning från helikopter.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

Ett sätt att beskriva antal uppvaknade som en funktion av den A-vägda ljud-exponeringsnivån (ASEL) från flygbuller inomhus görs i ANSI 2000:

$$P = 0,13 * ASEL - 6,64$$

ASEL är i storleksordningen 7-12 dB högre än L_{Amax} för flygbuller.



FICAN Recommended Sleep Disturbance Dose-Response Relationship

I en studie framkom att lågfrekvent ljudenergi under 50 Hz inte bidrar till störning, däremot lågfrekvent ljudenergi mellan 50-200 Hz.

Utgående från samma störningsgrad vid helikopterbuller som vid flygplansbuller, och omräknat till motsvarande maximalnivå så skulle det krävas en maximalnivå inomhus på ca 50 dBA för att ca 10% av de kringboende ska vakna. Detta ska också ställas i relation till antalet flyghändelser under ett år.

4.3 Faktorer som påverkar bullerstörning

4.3.1 In-/utflygningsriktning

I det förslag som har legat till grund för beräkningarna för nya barnsjukhuset har in- och utflygningsriktningar, samt start- och landningsprofil anpassats så att högt helikopterbuller ska drabba så få som möjligt.

En optimering av flygväg m.a.p. störningsminimering bör alltså ta hänsyn till såväl byggnadstyp som antalet boende.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

4.3.2 Low Noise Procedure

Tillverkaren har angett en rutin för tystast möjlig flygning, "Low Noise Procedure", vilken normalt ska följas. Denna är dock inte helt anpassad för kategori A-flygning, som bl.a. innebär att helikoptern lyfter/landar vertikalt (av säkerhetsskäl).

Detta innebär att helikoptern flyger på hög höjd under så lång tid som möjligt, vilket är positivt för kringboende, men kan innebära högre ljud under längre period kring själva landningsplatsen. I praktiken är det emellertid alltid omständigheterna kring flygsituationen som avgör flygsättet.

4.3.3 Helikoptertyp

Den helikoptertyp som huvudsakligen trafikerar Östra sjukhuset idag avger höga ljudnivåer, inte minst vid låga frekvenser. Detta ställer höga krav på ljudisoleringen av bullerutsatta byggnader. Ett tänkbart framtida alternativ är EC 145, vilken avger i storleksordningen 5-10 dB lägre nivåer och innebär bättre förutsättningar för att åstadkomma lägre nivåer inomhus än idag pga ett gynnsammare frekvensspektrum.

4.3.4 Acceptans

I slutänden är det alltid upp till de kringboendes acceptans för bullerhändelserna som avgör störningsgraden. Därvid är god kommunikation och transparens viktigt, d.v.s. att så korrekt redovisning som möjligt görs av flygverksamheten, dess påverkan och av vilka åtgärder som vidtas för att reducera störning. Det finns studier [3] som påvisar att icke-akustiska faktorer har en mycket hög inverkan på acceptansen för flygbuller, se Tabell 1.

Tabell 1 Inverkan av icke-akustiska faktorer på acceptans

Table 1: 'Virtual noise' effect in terms of a equivalent A-weighted correction factor

Non-acoustic effect	Equivalent A-weighted correction factor
Negative reaction to leisure flying	+5 dBA
Poor community/airfield relations	+10 dBA
Fear of crashes	+10 dBA
Nobody acts on complaints	+20 dBA
Aircraft are flying too low	+20 dBA



Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

5 BULLER - FLYGBULLER ALLMÄNT [4,5]

Flygverksamhet ger upphov till buller från både propeller- och jetflygplan samt helikoptrar. Bullret kommer i huvudsak från motorn och dess olika delar. Det förekommer även aerodynamiskt buller som skapas kring flygplanskroppen vilket framträder främst vid landning.

Helikoptrars rotorblad genererar buller men även motorn medverkar i buller-genereringen. Jetmotorn alstrar buller i kompressor och turbin, samt från jetstrålen. Vilken del som dominerar beror på konstruktionen. Konstruktionen medför också att bullret får olika karaktär.

I en jetmotor passerar all luft genom kompressor och turbin och genererar därigenom en jetstråle. Bullret domineras i detta fall av jetstrålen. Jetstrålen alstrar ljud när den utströmmande luften med hög hastighet blandas med omgivande luft. Detta buller domineras av låga frekvenser. Kompressorn och turbinen genererar ett mer högfrekvent ljud. Motorutveckling har gått mot motorer med större "by-pass"-förhållanden (en del av luften från kompressorn passerar utanför turbinen), vilket innebär att bullret från jetstrålen minskar. För denna typ av motorer dominerar bullret från fläkten.

Frekvensen är avgörande för hur människoörat uppfattar buller. Örat störs framförallt av höga frekvenser.

5.1 Bullermått

Ljud - buller upplevs överallt i samhället. Fysikaliskt är ljud variationer i lufttrycket. Örat är mycket känsligt för dessa variationer. Man kan uppfatta variationer från 0,000 02 Pa upp till mer än 100 Pa. Hörseln spänner över ett stort område. Man har valt att ange ljudtryck i decibel (dB) som ljudtrycksnivå. Detta är ett logaritmiskt mått som beskriver ljudtrycket relativt människans normala hörröskel.

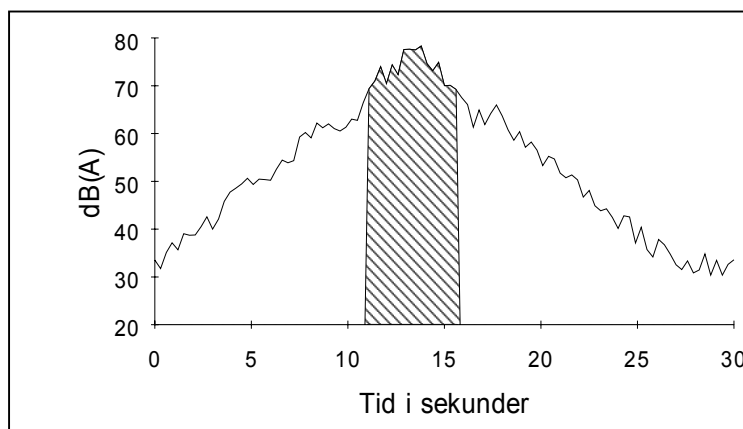
Allt ljud består av olika frekvenser. Låga frekvenser från stora dieselmotorer och höga frekvenser från visslingar och fågelläten. Undersökningar har visat att människan upplever låga och höga frekvenser olika. För att få en bedömning som är anpassad till människans upplevelse filtreras ljud i ett s.k. A-filter. Ljudtrycksnivån benämns då dB(A) vilket innebär att ljudet har frekvensfiltrerats för att i möjligaste mån anpassas till människans upplevelse av ljudet.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

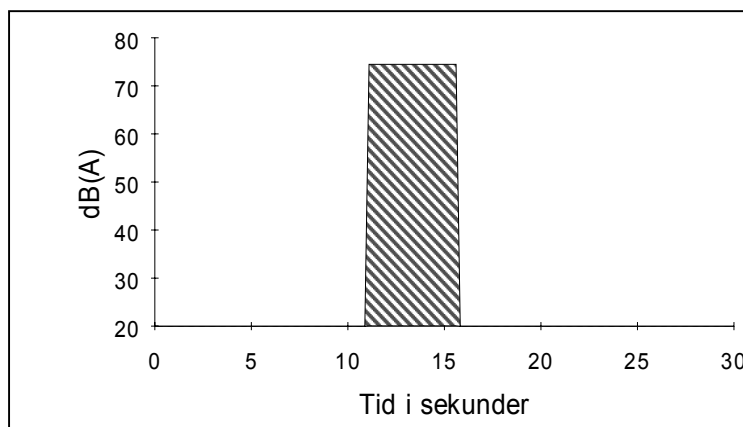
5.2 FBN Flygbullernivå

Inom flygbuller används begreppet "Flygbullernivå" FBN som också beskrivs i dB(A). Detta är ett s.k. ekvivalent ljudnivåvärde. Ekvivalent ljudnivå är ett medelvärde av ljudet under en bestämd tid, ett s.k. dosmått.

Grundvärdet i flygbullersammanhang är L_{Aq1h} vilket innebär att ljudet från en flygplan/helikopterpassage har medelvärdesbildats under 1 timme. I nedanstående figurer beskrivs hur L_{Aq1h} framräknas. I första figuren beskrivs en yta under L_{Amax} -kurvan. Denna yta beskriver bullerdosen för en flygplan/helikopterrörelse. Dosen domineras av energin från den högsta nivån och 10 dB under denna. Nästa figur visar hur bullerdosen har omräknats till en konstant nivå för tiden vilken nivån varit mer än högsta värde minskat med 10 dB. Till sist har bullerdosen omräknats till en konstant nivå under en timme vilket motsvarar L_{Aq1h} för aktuell passage.

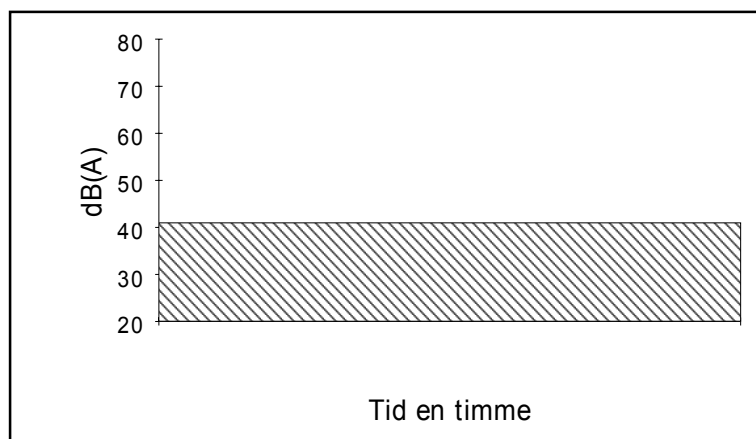


Figur 4 Ljudnivåvariation med avseende på tid för en flygplan/helikopterrörelse. Streckad yta motsvarar den bullerdos som detta buller skapar.



Figur 5 Bullerdosen från Figur 4 omräknad till konstant nivå (L_{AqT})

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	



Figur 6 Bullerdosen i Figur 5 omräknad till konstant nivå under en timme (L_{Aq1h}). Detta är det underlag som används vid FBN-beräkning.

Man bestämmer L_{Aq1h} för olika flygplan/helikoptertyper som trafikerar en flygplats. Därefter summeras L_{Aq1h} -nivåer för samtliga bullerhändelser under ett helt år. Man erhåller som slutresultat ett årsmedelvärde av flygbullret vilket benämns FBN i dB(A).

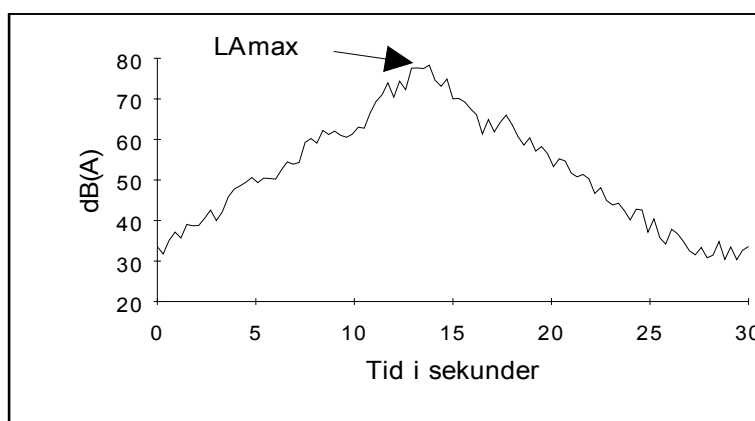
Beräknade bullermattor har viktats med avseende på vilken tid på dygnet trafiken sker. Kvällsrörelser (19-22) uppräknas med en faktor 3 och nattrörelser (22-07) uppräknas med en faktor 10. Detta motsvarar +5 dB(A)-enheter respektive 10 dB(A)-enheter uppvägning av kvälls- och nattrafiken, se ref 2. De för respektive flygplan/helikopterstyp viktade dosbullermattorna har sedan lagts ut längs respektive flygvägar och summeras till total flygbullernivå (FBN). Metoden är avsedd att användas vid planering av bebyggelse kring flygplatser samt vid planering av flygplatser [6].

Det pågår en EU-anpassning av olika bullermått och man använder då begreppet L_{den} vilket är närmast identiskt med FBN. Det som skiljer är hur dag, kväll- och nattperioden definieras samt hur kvällsperiod vägs (3 ggr = 4,8 dB relativt 5 dB påslag). I Sverige har man valt att definiera dag till 06-18, kväll 18-22 och natt 22-06. För flygbuller avses även fortsättningsvis att benämna vägd ekvivalentljud L_{den} för flygbullernivå, FBN, med ovanstående förändring.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

5.3 Maximal ljudnivå L_{Amax}

Bullret varierar när ett flygplan/helikopter passerar. Under en passage erhålls en högsta ljudnivå. Värdet är medelvärdesbildat över ungefär en sekund och man använder uttrycket "slow" som benämning. Denna benämns i flygbuller-sammanhang L_{Amax} och med tillägget slow om man skall vara noga.



Figur 7 Ljudnivåvariation med avseende på tid för en flygplanrörelse.

Högsta värdet under passagen motsvarar L_{Amax} .

När den maximala ljudnivån L_{Amax} beskrivs gäller den i en punkt och från en bestämd flygplantyp/helikoptertyp och förutsatt att flygplanet/helikoptern följer angiven flygväg.

Den generella benämningen är genomsnittlig maximal ljudnivå, L_{Amax} , för en viss flygplantyp/helikoptertyp i en punkt. Detta för att skilja den från beskrivningen i Figur 7 som avser den högsta nivå för en bullerhändelse. Man menar inte med maximal ljudnivå det absolut högsta värdet i en punkt. Genomsnittlig maximal ljudnivå beskriver ett medelvärde för en bestämd flygplantyp/helikoptertyp i en viss punkt när givna förutsättningar följs.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

5.4 Bullerriktvärden

5.4.1 Regeringsproposition

I regeringens proposition 1996/97:53 Infrastrukturinriktning för framtida transporter [7] anges att följande riktvärden för trafikbuller bör normalt inte överskridas vid nybyggnation av bostadsbebyggelse eller vid nybyggnation eller vid väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur:

- 30 dB(A) ekvivalentnivå inomhus,
- 45 dB(A) maximalnivå inomhus nattetid,
- 55 dB(A) ekvivalentnivå utomhus (vid fasad),
- 70 dB(A) maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad.

För utomhusnivån avses för flygbuller FBN 55 dB(A).

Bullernivåerna är en teoretisk beräkning utifrån vilken riksdagen angett vilken nivå som samhället kan acceptera. Det verkliga bullret i en bestämd punkt vid ett bestämt tillfälle kan inte mätas annat än som stickprovsmätningar under varierande yttre förhållanden och blir därför svår att jämföra med en beräknad bullerkurva som utgår från standardiserade meteorologiska förhållanden.

5.4.2 Naturvårdsverket

I syfte att konkretisera riktvärdena har Naturvårdsverket fått regeringens uppdrag att i samråd med trafikverken och Boverket utveckla definitionerna av riktvärden för buller för de olika trafikslagen så att de blir mer jämförbara. Naturvårdsverket [8] föreslår följande definitioner för flygtrafik:

- 30 dB(A) dygnsekvivalentnivå inomhus, avser ett bullervärde beräknat som ett typvärde för ett trafikårsmedeldygn. Riktvärdet gäller för bostäder för permanentboende, fritidshus och vårdlokaler.
- 45 dB(A) maximalnivå inomhus nattetid, avser ett beräknat bullervärde av den mest bullrande flygplanstypen under en årsmedelnatt. Riktvärdet får överskridas högst tre gånger per natt och

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

gäller för bostäder för permanentboende, fritidshus och vårdlokaler.

- 55 dB(A) dygnsekvivalent ljudtrycksnivå utomhus, avser ett bullervärde som tillämpas för såväl uteplats som bostadsområdet i övrigt. Riktvärdet gäller för bostäder för permanentboende, fritidshus samt vård- och undervisningslokaler.
- 70 dB(A) maximalnivå utomhus, avser ett beräknat bullervärde av den mest bullrande flygplanstypen under ett årsmedeldygn. I avvaktan på resultat av fortsatt utredningsarbete får riktvärdet tills vidare överskridas högst tre gånger under dag/kväll (kl. 06-22) Riktvärdet gäller främst för planering av bostäder för permanentboende, fritidshus, vårdlokaler och bebyggelsekoncentrationer.

Med uteplats avses iordningställt område/yta såsom altan, terrass, balkong eller liknande som ligger i anslutning till bostäder, fritidshus eller vårdlokal.

Med bostadsområdet i övrigt avses de vistelseytor som finns runt huset och som definieras av inhägnade, hävdade ytor eller hemfridszon.

Med rum i bostaden avses alla rum i bostaden för permanentboende och fritidshus där en låg bullernivå eftersträvas. Här ingår rum för sömn och vila, rum för daglig samvaro samt i förekommande fall matplats.

Med vårdlokaler avses alla de rum i en vårdinrättning där vistelse sker under bostadsliknande former och där en låg bullernivå eftersträvas. Här ingår rum för sömn och vila samt rum för daglig samvaro.

Med undervisningslokaler avses de rum där undervisning bedrivs och där en låg bullernivå eftersträvas. Med begreppet avses inte gymnastiksalor etc.

5.4.3 Detaljplan nya bostäder

I detaljplan för nya bostäder vid Torpagatan mfl [9] sägs följande: "Naturvårdsverket och Socialstyrelsen anger att maximal ljudnivå inomhus ska vara 45 dBA och tillåter inte att det överskrids. Om fasaden skulle dimensioneras för 45 dBA maximal ljudnivå inomhus skulle det för vissa fasader ställas hårda ljudisoleringskrav på väggar och fönster för en händelse som förekommer sällan. Därför är kravnivån i detaljplanen angiven till 50 dBA och gäller endast nattetid i sovrum."

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

5.5 Allmänt om flygbullerberäkningar

5.5.1 Markdämpning - varaktighet

Under ljudets utbredning bidrar ett flertal faktorer till att dess nivå dämpas. Man skiljer här vanligen mellan avståndets, atmosfärens och markens inverkan. I beräkningen av bullermattorna i denna utredning har avstånds- och atmosfärdämpning (+ 15°C och 70 % relativ fuktighet) beaktats.

Marken har en dämpande inverkan så länge flygplanet/helikoptern befinner sig mindre än 15 grader över horisontallinjen, sett från den punkt där ljudnivån skall bestämmas. Markdämpningen är därför lokalt betingad och kan variera kraftigt från punkt till punkt. Det är möjligt att göra detaljerade analyser av mindre planområden, där man tar hänsyn till faktorer som bebyggelse, topografi, växtlighet m m. Det finns en internationell beräkningsrutin för bestämning av markdämpning från flygplan/helikopter (SAE 1751). Denna modell är något generaliserad då den förutsätter nollvind och platt terräng. Det finns dock en modifierad variant av denna modell som förutsätter 2 m/s medvind och platt mark. Denna är accepterad inom Norden.

I denna utredning har beräkningarna av maximal ljudnivå L_{Amax} utförts med hänsyn till markdämpningen, enligt SAE 1751 modifierad för 2 m/s medvind.

5.5.2 Väderinverkan på bullerutbredning

Ovan nämns att ljudutbredningen påverkas av bland annat atmosfären. Som nämnts är värden beräknade för en temperatur av 15°C, 70 % relativ fuktighet, vindstilla, lufttryck 1 013,25 hPa. I aktuellt område är detta sannolikt värden som förekommer endast vid enstaka tillfällen. Dessutom är dessa parametrar ingalunda konstanta. De varierar från timme till timme och över ett helt år är variationen stor.

Detta innebär att de framräknade resultaten stämmer överens endast vid enstaka tillfällen med verkligheten. Vindhastighets- och temperaturgradienter är de faktorer som påverkar ljudutbredningen kraftigast. Absolut temperatur och luftfuktighet påverkar främst de högre frekvenserna hos bullret och ger därför mindre påverkan på dB(A)-värdet.

Beroende på vädersituationen, med olika vindriktningar och övriga faktorer som nämnts, kan resultaten påverkas med upp till + 10 dB(A) -enheter ner till - 15 dB(A) -enheter relativt redovisade maximala ljudnivåer.

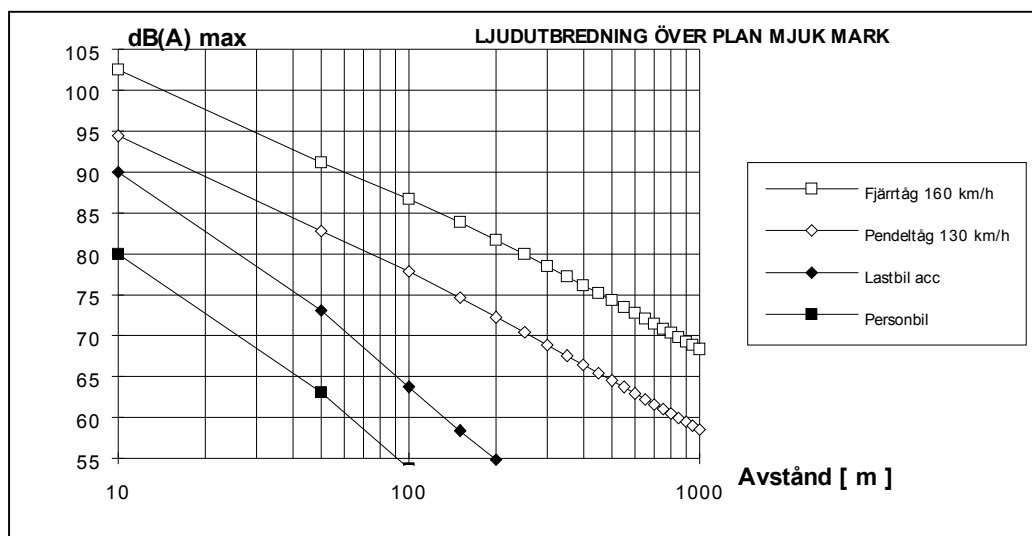
Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

Den markdämpning som nämnts påverkas kraftigt av väderparametrarna. Endast vissa exempel med markdämpning redovisas i denna utredning.

Dessa beskrivningar är förklaringar till varför man vissa dagar upplever bullret från flygverksamheten som mycket kraftigt och störande. Andra dagar kan vädersituationen var en helt annan och då upplever man knappt bullret alls från flygverksamheten. Dessutom påverkas upplevelsen av hur hög bakgrunds-nivån är vid den aktuella platsen. Är det tyst i omgivningen upplever man ett passerande flygplan/helikopter som mer störande än om man befinner sig i centrala stadsdelar där det förekommer annan bullrande verksamhet.

5.5.3 Maximalt buller för andra transportsystem

För att få en uppfattning och jämförelse med andra bullerkällor redovisas maximala ljudnivåer för tåg, lastbil och personbil för olika avstånd i figur 11 nedan. Figuren ger information hur mycket 70 – 100 dB(A) o s v motsvarar för källor som man känner väl till. Samtidigt fås en uppfattning om hur andra transportsystem i samhället bullrar. Förutsättningen för denna sammanställning är ljudutbredning över plan "mjuk" mark (jämförbar med den modell för dämpning via markytan som används för flygbullret).

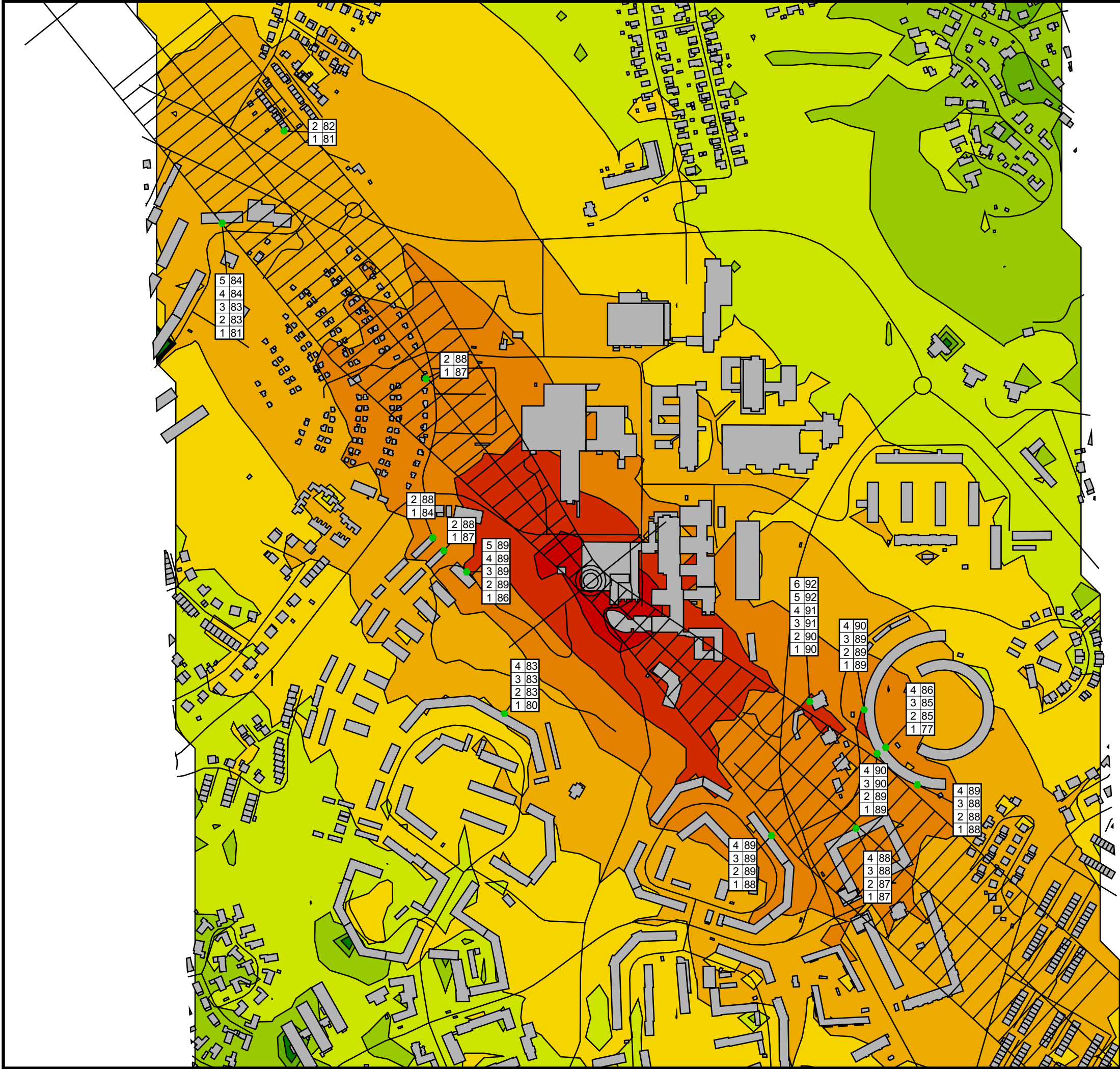


Figur 8 Ljudnivå uppritad för olika avstånd för tåg, lastbil och personbil. Observera att avståndsskalan är logaritmisk vilket betyder att skalstrecken avser 20, 30, 40, 50 meter osv.

Uppdragsnr: 10155678	Helikopterbuller Östra sjukhuset, Göteborg	
Daterad: 2013-12-16		
Reviderad:		
Handläggare: Ulf Lewin	Status: Rapport	

6 REFERENSER

- 1 <http://www4.goteborg.se/prod/G-info/statistik.nsf>
- 2 Report to Congress – Nonmilitary Helicopter Urban Noise Study; Federal Aviation Administration, 2004.
- 3 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (IC-BEN) 2008, Foxwoods, CT et al.
- 4 Miljöstörningar från flygverksamhet, Statens naturvårdsverk, Rapport 3709, 1990.
- 5 Hälsoeffekter av samhällsbuller, Statens naturvårdsverk, Rapport 3513.
- 6 ECAC.CEAC Doc. No 29 ("Standard method of computing noise contours around civil airports"), April 1986.
- 7 Infrastrukturinriktning för framtida transporter, Regeringens proposition 1996/97:53.
- 8 Riktvärden för trafikbuller vid nyanläggning eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur – förslag till utveckling av definitioner, Naturvårdsverket rapport Dnr 540-355-01 Rv 2001
- 9 Detaljplan för Bostäder vid Torpagatan delar av Sävenäs 165:3-4 och 747:88 inom stadsdelen Sävenäs, SDN Örgryte-Härlanda

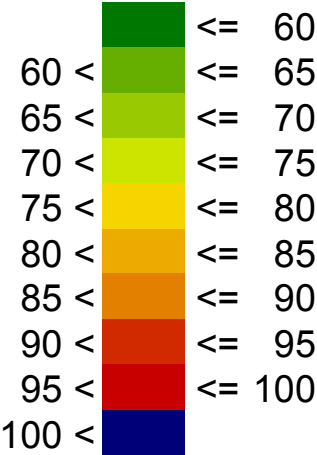


WSP Akustik
Box 13033
SE-402 51 Göteborg
Tel +46 10 7225000

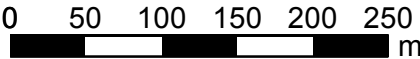


VÄSTFASTIGHETER

Maximal A-vägd ljudnivå
dBA ref. 20 µPa



Skala 1:5000



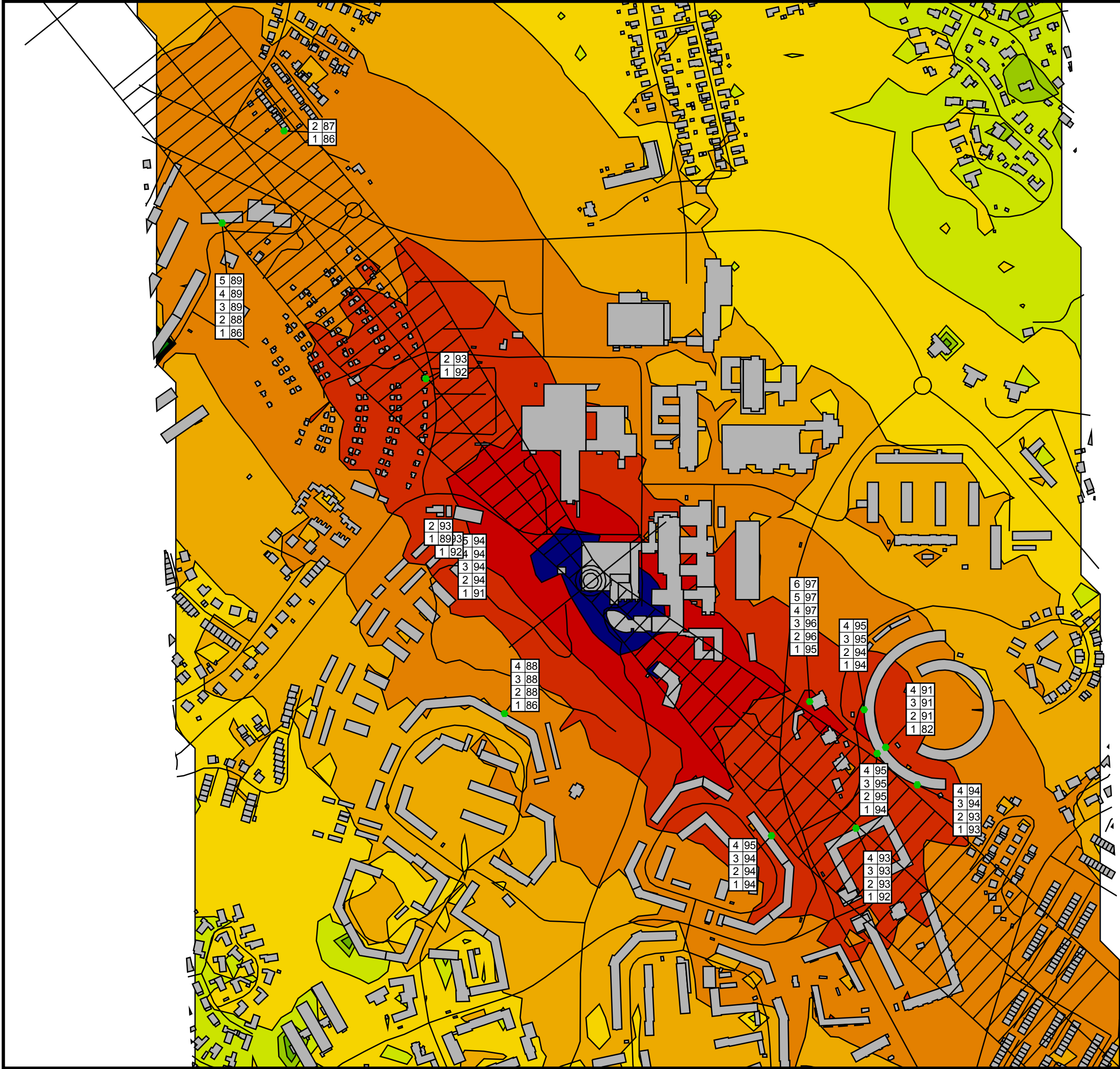
Beräkning av helikopterbuller
EC 145

Östra Sjukhustet, Göteborg

Ljudnivå 2 m över mark

Bilaga 1

Projektnr	10155678	Uppdragsledare	Ulf Lewin
Handläggare	Peter Cornnell	Granskad	
Ort och datum	Storstaden 2013-11-14		

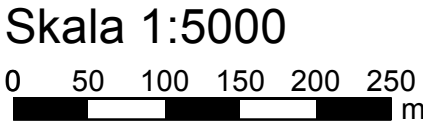
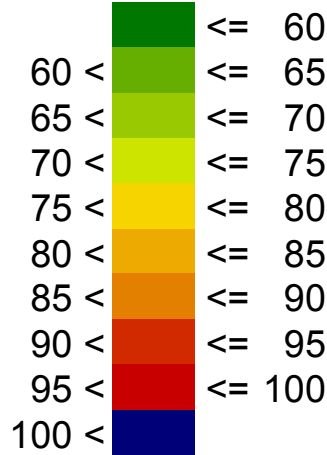


WSP Akustik
Box 13033
SE-402 51 Göteborg
Tel +46 10 7225000



VÄSTFASTIGHETER

Maximal A-vägd ljudnivå
dBA ref. 20 µPa



Beräkning av helikopterbuller
Sikorsky S76C

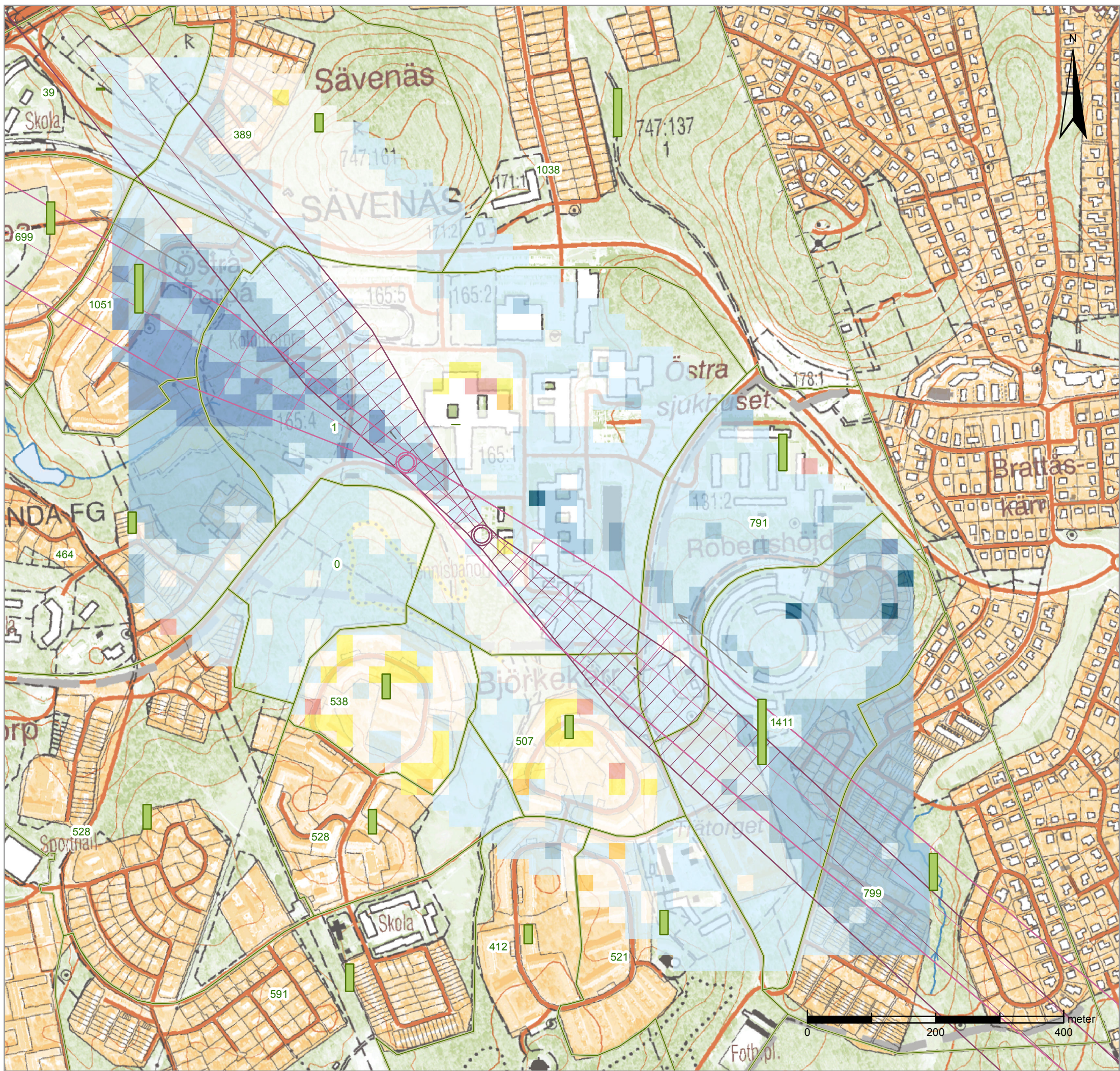
Östra Sjukhustet, Göteborg

Ljudnivå 2 m över mark

Bilaga 2

Projektnr	10155678	Uppdragsledare	Ulf Lewin
Handläggare	Peter Cornnell	Granskad	
Ort och datum	Storstaden 2013-11-14		

L:\5515\Västfastigheter\10123961_ÖS Helikopterlandningsplats6_Gis\62_A_Data\Databaser\Akustik buller 131129 EvF.mxd



Västfastigheter Östra sjukhuset

Bullerspridningskarta jämförelse mellan befintlig och ny helikopterlandningsplats Sikorsky S76C

Teckenförklaring

- Befintlig helikopterlandningsplats
- Ny helikopterlandningsplats
- Delområde
- 710

Antal boende inom delområde

Förändring av ljudnivå

- Diff dB(A)
- <-15
 - 15 - 10
 - 10 - 5
 - 5 - 0
 - 0 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 15
 - >15

Skala 1:6 000
Datum: 2013-12-10
Utskriftsformat: A3



