

Kartläggning av bullerfria områden. Metodbeskrivning för Stockholms län

Författare: Andreas Novak, Tobias Gredenman, Roger Fred,
Tom Bellander och Charlotta Eriksson

Rapport 2016:04
ISBN: 978-91-88361-05-9

 **Centrum för arbets- och miljömedicin**
STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING

Titel: Kartläggning av bullerfria områden. Metodbeskrivning för Stockholms län.

Rapport: 2016:04

ISBN: 978-91-88361-05-9

Författare: Andreas Novak, Tobias Gredenman, Roger Fred, Tom Bellander och Charlotta Eriksson

Grafisk formgivning: Fidelity

Centrum för arbets- och miljömedicin arbetar för att minska arbets- och miljörelaterad ohälsa genom att identifiera och förebygga olika risker i arbets- och omgivningsmiljön. Vi arbetar med patientutredningar och kartläggning av risker, informationsspridning, undervisning och forskning. Läs mer på webben: camm.sll.se

Förord

Enligt det avtal som fastslogs i januari 2013 mellan Hälso- och sjukvårdsförvaltningen (HSF) och Stockholms Läns Sjukvårdsområde (SLSO) gällande verksamheten vid Centrum för arbets- och miljömedicin (CAMM) bedriver Enheten för Miljömedicin vid CAMM ett särskilt uppdrag om kartläggning av omgivningsbuller. Uppdragets syfte är att bidra till att karteringar av omgivningsbuller utförs på ett standardiserat sätt så att en högkvalitativ och harmoniserad karta över bullerutbredningen i länet kan upprättas. I och med att bullernivåerna i samhället ständigt ökar är det även av stor vikt att ha kontroll på vilka områden som är bullerfria, eller där störningarna i alla fall är begränsade, så att man kan planera för att bevara, utöka och skydda dessa områden.

Utredningar av bullerfria områden utförs ofta som komplement till bullerutredningar men görs i regel på olika sätt beroende på ambitionsnivå och tillgängligt underlag. Föreliggande rapport är en metodbeskrivning för att kartlägga bullerfria områden i Stockholms län på ett mer harmoniserat och tillämpligt sätt än vad som hittills varit möjligt. Rapporten har författats av WSP Akustik, projektledare TeknDr Andreas Novak, på uppdrag av CAMM och i dialog med ett flertal konsulter aktiva inom bullerkartering (Tyréns, Ramböll, Structor, ÅF och Sweco) samt med andra intressenter, t.ex. Trafikverket, Trafikförvaltningen, Naturvårdsverket och länets kommuner.

Det är vår förhoppning att denna metodbeskrivning kan bli ett användbart instrument för de kommuner och akustikkonsulter som kommer att genomföra framtida kartläggningar av bullerfria områden inom länet. Metodiken som beskrivs är dock inte regionspecifik utan kan med fördel användas även av andra städer runt om i Sverige som önskar kartlägga bullerfria områden på ett standardiserat sätt.

Stockholm i april 2016

Charlotta Eriksson och Tom Bellander,
Centrum för arbets- och miljömedicin,
Stockholms läns landsting

Innehåll

Förord	3
Bakgrund	6
Kriterier	7
Metod	8
Val av utredningsområden	8
Val av bullerkällor	8
Schabloner för beräkning	13
Beräkningsmodell	14
Beräkningssteg	17
Bullerregn	17
Noggrannhet	18
Referenser	19

Bakgrund

Syftet med denna rapport är att presentera en praktiskt tillämpar metod att bullerkartlägga bullerfria områden. Det skall gå att utföra en utredning med nu tillgängligt underlag, men ambitionsnivån skall vara att framöver förbättra och komplettera underlaget så utredningar framöver kan utföras med högre kvalitet. Om underlag samlas i databaser på lämpligt sätt kan det innebära både ökad kvalitet, men också lägre kostnad då en stor del av kostnaden idag läggs på insamling av underlag.

Det finns med den nya modellen fortfarande stora variationsmöjligheter när det gäller utförandet. Det är därför viktigt att beställaren och den som utför utredningen är överens om vilka källor som skall ingå och hur dessa skall tas hänsyn till. Eftersom det finns variationer i utförandet kommer sammanställning av exempelvis flera kommuners kartläggningar visa på olikheter i skarvarna. Detta anses vara ett mindre problem i fallet med

kartläggning av bullerfria områden än när det gäller bullerkartläggningar. Kartläggningar av bullerfria områden kommer aldrig ha samma precision som bullerkartläggningar där man har bättre kontroll på de ingående bullerkällorna. Vår bedömning är dock att det är bättre att med en rimlig arbetsinsats utföra en utredning än att kartläggningen prioriteras bort eller utförs enligt en odefinierad egen metod. Det finns naturligtvis inget hinder för att lägga in förbättringar i kartläggningen, men det är viktigt att alla förutsättningar och antaganden specificeras i en rapport som biläggs kartläggningen.

I denna utredning förutsätts beräkningar enligt metoden Nord2000 som ger bättre noggrannhet än gängse nordiska beräkningsmodeller, speciellt vid långa beräkningsavstånd. Denna metod kräver dock mer information när det gäller indata och beräkningstiden blir längre, i jämförelse med de nu använda nordiska beräkningsmetoderna.

Kriterier

När det gäller bullerfria områden är det avsaknaden av samhällsbuller som är målet. Följande indelning av områdena föreslås (L_{Aeq} mellan kl. 06-22) d.v.s. dag-kväll-fallet:

- 20 dBA mycket liten bullerpåverkan
- 25 dBA liten bullerpåverkan
- 30 dBA begränsad bullerstörning
- 40 dBA begränsad bullerstörning i närhet till bostadsområde

Flera källor räknas dock med andra storheter än A-vägd ekvivalentnivå och för t.ex. skottbuller med finkalibriga vapen mäts impulsvärdet mätt i dBAI. För att inte behöva införa en mängd olika kriterieskalor jämförs därför även skottbuller med ovanstående sifferskala. Vid en ljudnivå på 20 dBA från exempelvis trafikbuller kommer ett skott med ljudnivån 20 dBAI dock att vara hörbart. Vid så här låga ljudnivåer måste man också tänka på att de framräknade ljudnivåerna bara gäller själva störningarna. Normalt har vi en bakgrundsnivå från vinden som blåser i träden, fågelkvitter m.m. och ofta går det inte att mäta ljudnivåer under ca 30 dBA dagtid. Denna bakgrundsnivå maskerar delvis bullerkällorna.

För flygbuller används begreppet flygbullernivå som även inkluderar nattflygningar. Att använda detta värde vid en direkt jämförelse med ovanstående riktvärden kommer innebära en liten över-skattning av ljudnivån. Detta kan man se som en liten kompensation, i alla fall i närheten till flygplatserna, för det faktum att landande flygplan på avstånd från flygplatserna inte finns medtagna i flygbullerkartläggningarna.

Att gå över till dag- och kvällsekvivalenta ljudnivåer underlättar utvärderingen och beräkningarna. Dock underskattar man ljudkällor som bara pågår under kortare tid då ljudet sprids ut över en längre tidsperiod. Om man i stället skulle beräkna ekvivalentnivån för varje källa bara under den tid störningen pågår skulle ljudnivån från flera källor ge en missvisande hög ljudnivå, då alla källor förmodligen inte pågår samtidigt.

Att många källor utvärderas i olika storheter innebär att en summering av den totala ljudnivån inte är möjlig. Presentation av resultaten måste därför göras källa för källa. Vissa källor kan dock summeras, vilket kan ge en enklare översiktlig överblick över ljudnivåerna i ett område.

Metod

Val av utredningsområden

Det första steget i en kartläggning av bullerfria områden är att välja ut vilka områden som skall inventeras. Normalt är det inte rimligt att kartlägga en hel kommun då detta antingen skulle innebära en mycket stor arbetsinsats eller att utredningen görs alltför översiktligt.

Om det redan finns en bullerutredning framgår där vilka områden som garanterat är bullerstörda, och dessa kan därmed tas bort.

Steg två är att hitta områden som redan idag är välbesökta eller områden som har andra kvaliteter som gör dem lämpliga som rekreationsområden t.ex. kustnära områden, orörda urskogar o.s.v. För områden nära tätorterna är kraven på områdets kvaliteter kanske inte lika höga som för ett område längre bort. Om det skall finnas skäl att åka långa sträckor till ett område måste det innehålla något speciellt för att locka besökare.

Valet av områden görs lämpligen av kommunen eller någon som har god lokalkännedom. När väl områdena är utvalda kan själva bullerutredningen starta.

Den nu aktuella utredningen syftar till att utreda befintliga förhållanden. Om det finns intresse av att se vad som händer om t.ex. en industri flyttas måste mindre källor runt platsen inventeras, vilka annars hade kunnat försummas. Detta är ett specialfall som inte tas upp i denna rapport.

Val av bullerkällor

Beställaren och beräkningskonsulten måste komma överens om vilka bullerkällor som skall inkluderas. Att industrier skall inkluderas är förmodligen självklart, liksom väg- och tågtrafik, men om t.ex. fritidsbåtar skall inkluderas eller ej beror på situationen. Om det inte finns farleder med betydande båttrafik nära land kanske just denna källa kan exkluderas utan att det påverkar noggrannheten på utredningen. Fritidsbåtsham-

nar kan dock behöva tas med. Lämpligen listar kommunen de ljudkällor de känner till runt de aktuella områdena.

Naturvårdsverkets modell, referens 1 och 2, skiljer på bullerkällor som tillhör området och sådana som inte hör dit. Detta sätt att exkludera vissa källor innebär problem då olika personer gör olika bedömningar. En person som åker till fjällvärlden för att åka skidor kan tycka att en snöskoter är en önskad bullerkälla medan rensköteraren som behöver skotern i sitt arbete anser att den hör hemma i fjällvärlden.

I denna utredning tolkas allt ljud orsakat av människor som buller d.v.s. alla typer av samhällsbuller. Åtminstone nedanstående bullerkällor bör övervägas att inkluderas om det är relevant och det går att få fram data (källstyrka, plats och drifttid). Om det inte går att få fram data får bullerkällan beskrivas i rapporten, eventuellt med en indikation på influensområdet.

- Vägtrafik
- Spårtrafik
- Flygtrafik, inklusive buller från flygplatserna
- Sjöfart inklusive reguljär trafik, fritidsbåtar, vattenskotrar m.m.
- Terrängkörning (bil, motocross, snöskoter m.m.)
- Skottbuller, civila skjutbanor
- Militära övningsområden
- Industribuller
- Motorsportbanor, inklusive radiostyrda bilar/flygplan
- Vindkraftverk
- Badstränder, konsertområden, idrottsanläggningar eller andra områden med stora folksamlingar eller högljudd verksamhet
- Trädgårdsmaskiner

När det gäller flygtrafik avses inte bara området runt en flygplats, vilket normalt ingår i en flygbullerkartläggning, utan även överflygning på högre höjd kan i vissa fall behöva inkluderas om

det gäller kartering av de allra lägsta bullernivåerna. Flygövningsområden och områden för t.ex. fallskärmsbrott bör övervägas när det gäller inkludering i utredningen.

I begreppet industribuller inkluderas många typer av verksamheter t.ex.:

- Jordbruk med traktorer, hötorkar m.m.
- Skogsbruksmaskiner
- Byggverksamhet
- Grus- och bergstäckor
- Snökanoner och pistmaskiner
- Ventilationsfläktar, kylmaskiner o.d. som kan sitta på bostäder, skolor, sjukhus etc.

I Naturvårdsverkets skrift, referens 1 och 2, anges exempel på vilka källor som kan vara relevanta att ta med:

”Vanliga bullerkällor är mindre vägar, fritidsbåtar, vatten- och snöskotrar, sjöfart, flygtrafik, vindkraftverk, skjutbanor, industrier och motorsportbanor. Ibland bör man även försöka ta hänsyn till sociala ljudkällor som mobiltelefoner, skällande hundar, bärbara musikanläggningar och röster.”

För flera av dessa bullerkällor är det omöjligt att få fram data och det skiljer mycket beroende på vem som försöker ta fram data och vilka bedömningar som görs. I den typ av utredning av mer översiktlig karaktär som beskrivs här kan inte enstaka skällande hundar eller enstaka mobiltelefonssamtal inkluderas.

Vägrafik

Om en bullerutredning redan är gjord finns trafikflöden, andel tung trafik och hastighet redan inlagd i modellen, åtminstone för de större vägarna. När det gäller de mindre bullerstörda områdena måste man säkerställa att det finns trafikuppgifter även på de små vägarna och gatorna. Om dessa inte finns medtagna måste kompletteringar göras. Ofta finns det inget underlag för dessa mindre vägar utan schabloner måste användas. Bäst uppskattning erhålls om en trafikplanerare på kommunen anger trafikuppgifterna. Allt underlag bör levereras digitalt i

t.ex. en shape-fil för att det lätt skall kunna läggas in i bullerberäkningen.

Observera att även om en bullerutredning är utförd måste allt beräknas om, enligt Nord2000, för att komma ner till de nivåer som skall gälla i denna utredning.

Spårtrafik

På samma sätt som för vägrafik måste det kontrolleras att alla spårsträckor finns medtagna i bullerberäkningen. I annat fall måste det kompletteras. Förutom själva järnvägssträckan så skall depåer tas med i utredningen, men de klassas som industrier, se nedan.

Flygtrafik, inklusive buller från flygplatserna

Normalt görs inga bullerutredningar gällande flygplatser inom ramen för en kommunkartläggning då flygplatser utreds separat. Det bör därför gå att skaffa fram färdiga utredningar åtminstone för de större flygplatserna. Ett problem med dessa utredningar är att de bara redovisar buller ner till ca 50 dBA för FBN-nivån (en vägd ekvivalentnivå, FlygBullerNivå) samt 70 dBA maximal ljudnivå. Detta räcker inte för att inventera bullerfria områden utan beräkningar måste göras för att sträcka ut bullerkartan. För att inte vara tvungen att räkna om allt måste överslagsberäkningar tillämpas.

En linjekälla, med bubbla banlängden, läggs in över flygplatsen med en ljudeffekt som ger en bullerutbredning som är så nära den redan beräknade nivån som möjligt. Källan läggs in på höjden 15 meter som motsvarar den höjd flygplanen skall hålla över bantröskeln.

Ett annat problem med flygplatser är att allt buller på marken exkluderas från flygbullerutredningarna. Detta gäller förutom alla fordon som snöröjningsfordon, tankbilar, brandbilar, bilar med matleveranser m.m. även taxning och motoruppkörning av flygplan. Oftast ligger dock utpekade förväntade bullerfria områden så långt från flygplatser att buller från markfordon och taxande flygplan kan försummas i förhållande till själva flygbullret.

För mindre flygplatser finns kanske ingen utredning gjord och då måste det beslutas om en utredning skall göras eller ej inom ramen för utredningen av bullerfria områden. Här kan problem uppstå när det gäller att få fram indata såsom antal flygrörelser, flygplanstyper och flygvägar.

Det finns inga utredningar gällande flygbuller utanför flygplatsernas omedelbara närhet. När det gäller bullerfria områden kan dock flygplan på höjd ibland medföra hörbara nivåer. Eftersom flygplatser ofta är placerade relativt långt från tätbebyggda områden, där också de bullerfria områdena kan finnas, finns risk för att framförallt inpasserande flygplan flyger över intressanta områden på så låga höjder som 2-3000 meter flera mil från flygplatsen, se figur 1.

Det går att få tag på information om flygvägar, flygplanstyper etc. via radarspårning som utförs kontinuerligt. Flygbullerberäkningsprogrammen är dock inte anpassade att räkna buller från flygplan på hög höjd. Även om inga beräkningar utförs kan man ta viss hänsyn till läget på ofta använda flygkorridorer, under vilka det inte är helt bullerfritt, genom att bara markera dessa på resultatkartan.

All flygtrafik kommer aldrig att kunna tas hänsyn till då mycket av privatflyget sker okontrollerat. Även militärens flygningar är svårt att kunna ta hänsyn till. Speciella övningsområden är dock möjliga att ta med.

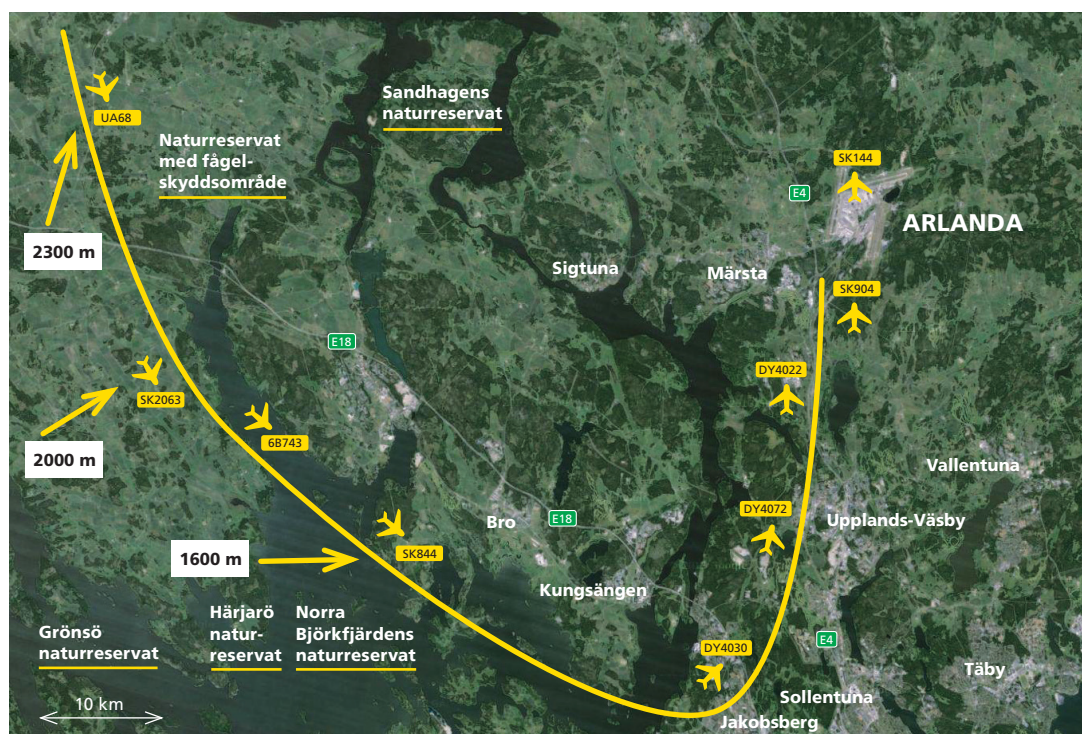
I figur 1 visas exempel på inpasserande flygplan till bana 01L på Arlanda som en ögonblicksbild vid 8-tiden en morgon. Ungefärlig flygväg är markerad. Höjden på flygplanen är också markerad liksom ett par naturreservat och fågelskyddsområden.

Industribuller

Oftast utförs inga beräkningar av industribuller inom ramen för en kommunkartläggning, uppskattningar görs eller så inkluderas de ej.

IPPC-anläggningar skall egentligen tas med, i EU-kartläggningar, men det är inte säkert dessa är viktiga ur bullersynpunkt och andra viktigare anläggningar försummas. I en kartläggning av bullerfria områden måste industrierna tas med i utredningen.

I vissa fall finns utredningar redan utförda för industrierna, åtminstone för de större industrierna som har tillståndsprövats eller där klagomål



Figur 1. Ungefärlig flygväg med exempel på inpasserande flygplan till Arlanda bana 01L vid 8-tiden en morgon. Flyghöjder i meter. Naturreservat och fågelskyddsområden markerade.

på störningar förekommit. Idag samlas ofta inte dessa utredningar på ett strukturerat sätt, vilket kan innebära att det är svårt att sammanställa alla utredningar. Om det finns utredningar så finns dessa oftast inte lagrade digitalt hos kommunen. En databas för industribullerutredningar bör tas fram och resultatfiler i shape-format bör alltid ingå i en leverans av en industribullerkartläggning.

Olika former av uppskattningar och schabloner måste oftast användas. Ett exempel är att förut-sätta att industrin uppfyller Naturvårdsverkets riktvärden vid närmsta bostad. Eftersom utredning av bullerfria områden innebär studier av områden långt ifrån bostäder kan denna typ av schablon bli missvisande. Det måste utredas från fall till fall hur industrin skall tas hänsyn till och det kan bli nödvändigt att utföra kontrollmätningar nära industrin för att få fram en översiktlig källstyrka som representerar industrin. Här måste det beslutas hur omfattande utredningar som skall göras.

I denna utredning föreslås att beräkningar av industrier utförs på liknande sätt som indikeras för flygplaster ovan. I fallet med en industri förut-sätts dock att den utgörs av en ytkälla. Antingen hämtas den totala källstyrkan från en tidigare utredning eller så används schablonen i tabell 2 nedan. När ytkällan är inlagd kan beräkning enligt Nord2000 utföras.

Till industriverksamhet kan man här räkna in flera typer av verksamheter, som tidigare nämnts.

För bergtäkter skulle en utredning översiktligt kunna göras enligt metoden beskriven i referens 3. Där beskrivs bl.a. en beräkning av en fiktiv bergtäkt. Om man inte väljer de ljuddämpade maskinerna så kan denna metod ge ett acceptabelt närmevärde gällande bullerspridningen. Alternativt används schablonen i tabell 2.

För byggfordon och andra maskiner kan ljudeffekter enligt referens 4 användas om inte källstyrkan är känd. Detta gäller områden av icke tillfälligt karaktär där det regelbundet förekommer sådan trafik.

Sjöfart inklusive reguljär trafik, fritidsbåtar, vattenskotrar m.m.

I jämförelse med väg- och tågtrafik är det mycket svårare eller t.o.m. omöjligt att få fram uppgifter gällande sjöfart. Tidtabeller för reguljärtrafik wgår att få fram och passager genom slussar loggas också på många ställen. I övrigt finns ofta inga data.

I de fall det finns farleder i närheten av de områden som skall utredas måste det diskuteras vilka antagande som skall göras eller om kontrollmätningar skall utföras.

Likaså om det finns områden med förekommande vattenskoteråkning, vattenskidåkning m.m. måste det bestämmas hur detta buller skall tas om hand.

Hamnbuller räknas som industribuller, se ovan samt tabell 2.

För fritidsbåtar finns inga krav gällande äldre båtar. Nya skall uppfylla direktiv 2003/44/EG, referens 5. Detta gäller både båtar och vattenskotrar. I direktivet anges att:

Fritidsbåtar (2,5 m–24 m) med inombordsmotorer eller motorer med inu-drev utan inbyggd avgassystem, vattenskotrar samt utombordsmotorer och motorer med inu-drev med inbyggd avgassystem skall vara så utformade, tillverkade och monterade att bullret från dem, mätt i enlighet med provningar enligt den harmoniserade standarden (EN-ISO 14509), inte överstiger gränsvärdena i nedanstående tabell (tabell 1).

Om man förutsätter en punktkälla med motsvarande ljudnivåer som i tabell 1 och halvsfärisk utstrålning erhålls följande ljudeffektnivåer: 103, 108 och 111 dBA. Efter att ha bestämt antalet båtar kan ovanstående ljudeffekter fördelas ut i farleden på en linje.

Terrängkörning (bil, motocross, snöskoter m.m.)

Om det finns utpekade skoterleder eller vägar som ofta används för rallykörning, eller motocrosskörning skall dessa tas med i bedömningen. Dock kan det vara mycket svårt eller omöjligt att

Tabell 1. Tillåtna ljudtrycksnivåer enligt 2003/44/EG. Gäller ej kommersiell sjöfart eller tävlingsbåtar.

Effekt i en enmotorig* enhet kW	Maximal ljudtrycksnivå, $L_{pA_{Smax}}$ dB mätt vid passage på 25 meters avstånd
$PN \leq 10$	67
$10 < PN \leq 40$	72
$PN > 40$	75

* För flera motorer accepteras 3 dB högre nivåer

erhålla underlag gällande typer eller antal. Det måste därför beslutas om vilka antaganden som skall göras från fall till fall.

För snöskotrar finns inga ljudkrav idag. I referens 6 finns det dock värden som kan utgöra underlag för beräkningar. Här anges 85 dBA vid passage på 7,5 meters avstånd, d.v.s. $L_{WA}=111$ dB. Högre ljudnivåer förekommer dock.

För rallybilar eller motocrosscyklar finns inga bestämda källstyrkor utan här kan inmätningar behöva utföras.

Skottbullen, civila skjutbanor

För vissa civila skjutfält finns bullerutredningar utförda. Om detta inte finns måste det diskuteras om en utredning skall tas fram eller om bara bullret skall uppskattas.

Om en utredning skall tas fram måste använda vapentyper inventeras, antal skott som skjuts varje år per vapentyp, tider då verksamheten pågår m.m. Källstyrkor kan exempelvis hämtas från referens 7.

Skottbullen för finkalibriga vapentyper mäts i dBAI d.v.s. impulsljudsmätning. Detta är inte en ekvivalentnivå som efterfrågas i denna utredning. Detta är inte ens detsamma som de maximalnivåer som används för t.ex. tågbuller. Detta gör det omöjligt att sammanlagra skottbullret med övrigt buller.

Om det finns en bullerutredning används samma princip som för industrier där bullret räknas om till en ny källstyrka. I detta fall kan man räkna

ihop allt buller till att motsvara en punktkälla. Om ingen utredning finns används schablonvärden enligt tabell 2.

Även i detta fall borde utförda utredningar lagras digitalt i en databas hos kommunen.

Militära övningsområden

På de militära övningsområdena kan det förekomma en mängd bullrande verksamhet såsom körning med stridsvagnar, helikopterflygning, skytte med både fin- och grovkalibriga vapen, sprängning av minor etc.

För vissa typer av verksamhet finns det bullerutredningar utförda, men det kan vara svårt att få tillgång till dessa. I övrigt får uppskattningar göras. I tabell 2 anges schabloner.

Även här uppstår problem med sammanlagring då flygbuller räknas i FBN och grovkalibriga vapen mäts i dB L_{cx}.

Motorsportbanor, inklusive radiostyrda bilar/flygplan

För vissa motorsportbanor finns det bullerutredningar utförda. I annat fall måste bullret uppskattas utifrån typ av verksamhet.

Även i detta fall borde utförda utredningar lagras digitalt i en databas hos kommunen.

Vindkraftverk

Ofta utförs bullerutredningar när ett vindkraftsverk byggs. Då studeras bara ett så stort område att man kan visa att bullernivåerna vid närmsta bostad uppfyller riktvärdena. Bullerberäkningarna måste därför överslagsmässigt förlängas ut till de aktuella ljudnivåerna för bullerfria områden. Om det finns en utredning utförd används samma princip som för industri- och skottbullen där en källstyrka räknas fram utgående från den befintliga utredningen. Ljudeffekten räknas om till en punktkälla som placeras i navhöjd. Om ingen utredning finns används schablon enligt tabell 2.

Även i detta fall borde utförda utredningar lagras digitalt i en databas hos kommunen.

Badstränder, konsertområden, idrottsanläggningar eller andra områden med stora folksamlingar eller högljudd verksamhet

Tidvis kan höga ljudnivåer uppstå på badstränder, idrottsanläggning eller andra ställen där mycket personer vistas. För konsertområden är ljudnivåerna extremt höga under den mycket begränsade tid då konserten pågår. För konserter kan förutsättas att Folkhälsomyndighetens riktvärden precis uppnås för publiken närmast scenen, dvs $L_{Aeq}=100$ dB respektive $L_{AFmax}=115$ dB, se referens 8.

Schabloner enligt tabell 2 kan användas om bättre uppgifter inte finns tillgängliga.

Jordbruk och skogsbruk med traktorer, avverkningsmaskiner, hötorkar m.m.

För jordbruk uppstår buller vid de tillfällen när åkrarna plöjs, sås, besprutas, skördas m.m. Dessutom kan det finnas större bullerkällor på bondgården såsom t.ex. hötorkar. På skogsbruk bullrar det framförallt vid avverkning.

Bullrande verksamhet på åkrar bedöms förekomma så pass sällan att det inte är rimligt att lägga in bullerkällor på alla åkrar. Om någon speciell verksamhet motiverar avsteg från detta kan källstyrkor eventuellt uppskattas utifrån referens 4 om inte bättre data finns tillgängliga.

Bondgården kan behöva räknas som en industri om det finns större maskinell utrustning som regelbundet är i drift.

Även skogsverksamhet bedöms förekomma så sällan att det inte kan tas hänsyn till även om det tidvis kan förekomma höga ljudnivåer vid t.ex. slyröjning eller avverkning.

Byggverksamhet

Byggen medför höga eller mycket höga ljudnivåer under en begränsad tid. För ett större husprojekt kanske de bullrande verksamheterna pågår under ½ till 1 år men för större samhällsbyggnadsprojekt så som t.ex. Norra Länkenbygget, överdäckningen av Norra Stationsområdet eller större järnvägsprojekt kan tiden vara både 5 och 10 år. För de dessa projekt finns oftast byggbullerutredningar utförda och då kan de tas med i

utredningen enligt samma princip som industriverksamhet.

Även i detta fall borde utförda utredningar lagras digitalt i en databas hos kommunen.

Vintersportanläggningar

På vintersportanläggningar förekommer snökanoner, pistmaskiner m.m. som avger buller. Snökanoner förekommer inte bara i skidbackarna utan kan även användas ute i terrängen för att t.ex. anlägga längdskidspår.

I enstaka fall finns bullerutredningar utförda och då kan de utgöra underlag. I annat fall kan schabloner enligt tabell 2 användas. För pistmaskiner kan ljudeffekter uppskattas enligt referens 6.

Finns utredningar utförda bör dessa lagras digitalt hos kommunen.

Tätortsljudkällor

Inom tätbebyggt område förekommer en mängd ljudkällor som inte kan tas hänsyn till var och en för sig. Det kan t.ex. vara gräsklippare, trimmer, häcksax, motorsåg, snöslunga, jordfräs, elverktyg, hundskall, billarm, prat i mobiltelefoner, järnvägsövergång, utryckningsfordon, sopsug, mopeder, ventilationsfläktar m.m.

För att ta hänsyn till detta buller används schablon enligt tabell 2.

Övriga bullerkällor

Det finns många andra ljudkällor än de som tas upp ovan. I samråd med beställaren måste beslut tas om det finns fler källor än ovanstående som skall tas med i utredningen.

Schabloner för beräkning

Om inte bättre uppgifter finns tillgängliga kan nedanstående schabloner användas, se tabell 2. De ytor som det refereras till i tabellen är verksamhetsområdets hela yta enligt fastighetskartan.

Tabell 2. Schabloner för källstyrkor

Bullerkälla	Ljudeffektnivå (L_{WA})	Geometri (yta/linje/punkt)
Industri		
Generell industri: tillverkning, värmeproduktion m.m.	55 dB/m ²	Yta
Mycket bullrande verksamhet, t.ex. stålverk, bergtäkt	65 dB/m ²	Yta
Liten industri: lantbruk, djurhållning, verkstad m.m.	95 dB	Punkt
Sjöfart		
Hamn med verksamhet såsom containerhantering eller färjetrafik	55 dB/m ²	Yta
Fritidsbåttrafik i farled (även vattenskoter)	55 dB/m	Linje
Civila skjutbanor		
Finkalibrig	150 dB	Punkt
Militära övningsområden		
Grovkalibrig	160 dB	Punkt
Finkalibrig	150 dB	Punkt
Vindkraftverk		
Effekt: 200–2000 kW, rotordiameter: 25–70 m, navhöjd: 30–130 m	105 dB	Punkt, h = 130 m
Anläggningar		
Badstränder	55 dB/m ²	Yta
Konsertområden, mindre yta (< 10 000 m ²)	140 dB	Punkt
Konsertområden, större yta (> 10 000 m ²)	100 dB/m ²	Yta
Idrottsanläggningar, mindre yta (< 10 000 m ²)	130 dB	Punkt
Idrottsanläggningar, större yta (> 10 000 m ²)	90 dB/m ²	Yta
Vintersportanläggningar		
Skidbacke med snökanon inklusive pistmaskin och annan verksamhet, dock inte musik	40 dB/m ²	Yta
Tätbebyggt område		
Tätortsljudkällor (elverktyg, moped, ventilationsfläkt etc)	50 dB/m ²	Yta

Beräkningsmodell

Om det finns en bullerkartläggning över kommunen kan man utifrån denna bedöma vilka områden som inte är bullerfria. Normalt görs bullerkartläggningar bara ner till ca 45 dBA. Det finns två anledningar till att man inte räknar lägre ljudnivåer. De nordiska beräkningsmodellerna är inte giltiga på långa avstånd. För exempelvis vägtrafikmodellen anges 300 m som övre gräns. Detta innebär att man gör större eller mindre fel om man räknar på så långa avstånd att nivåerna ligger under 45 dBA från t.ex. en större väg.

När det gäller beräkningsmodellen Nord2000 klarar den av att räkna på lite längre avstånd bl.a. beroende på mer avancerad modellering av ljudutbredningen ovan mark. Nord2000 har varit standardmetod för bullerberäkningar i Danmark under en längre tid.

Det finns ytterligare en beräkningsmodell, CNOSSOS, som hanterar lite längre beräkningsavstånd än de gängse nordiska beräkningsmodellerna. Enligt beslut skall strategiska bullerkartläggningar, EU-kartläggningar, från och med 31 december 2018 utföras enligt den nya metoden,

Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). Denna är betydligt mer avancerad än de nordiska beräkningsmodellerna från 1996 men enklare att hantera än Nord2000.

Beräkningsmodellen CNOSSOS behandlar enbart tåg-, väg- och industribuller.

Ursprungligen var det tänkt att CNOSSOS skulle innehålla en översiktlig del för de strategiska kartläggningarna och en frivillig del för mer detaljerade beräkningar. Den senare har dock inte tagits med i slutversionen av CNOSSOS.

CNOSSOS kommer behöva vidareutvecklas och anpassas för svenska förhållanden.

Eftersom beräkningar av bullerfria områden alltid medför beräkningar på stora avstånd förordas beräkning enligt Nord2000.

Indata

Både för bullerkartläggningar och kartläggningar av bullerfria områden läggs mycket tid på att samla in underlag. Det finns databaser av varierande kvalitet för vissa indata. Databaser skulle behöva förbättras och kompletteras, se referens 9 och kommentarer i kapitlen om bullerkällor ovan. När detta arbete är gjort skulle det innebära bättre kartläggningar som kan utföras på kortare tid med mindre arbetsinsats för både beställare och beräkningskonsult.

Sammanfattande tabell gällande in- och utdata

I tabell 3 anges krav på in- och utdata, samt beräkningsinställningar, som behövs för beräkningarna. För källor gäller det här industri, vägtrafik och tågtrafik.

Tabell 3. Krav på indata och beräkningsparametrar

Parameter	Kvalitet	Format
Indata till digital beräkningsmodell		
Terräng	GRID 2+/kurvor ekvidistans 0,5 m	ASC/Shp, dwg
Markabsorption	Fastighetskarta, skikt MY	Shp, dwg
Byggnader, befintliga	Fastighetskarta	Shp, dwg
Byggnadshöjder, befintliga	Faktiska höjder eller schablon utifrån typ, antal våningar, storlek m.m.	Shp, dwg
Bullerskärmar	Uppgift från kommun/väghållare	Shp, dwg
Indata till industribullerberäkningar		
Industribullerkällor, emission	Uppmätt eller beräknad ljudeffekt	–
Läge	Ritning eller egen observation	Shp, dwg
Drifttid	Uppgifter från industrin	Valfritt tabellformat
Lokal avskärmning	Egen observation	Foto
Indata till beräkning av vägtrafikbuller		
Trafikmängd väg, under aktuell tidsperiod	Uppmätt/bedömd enligt väghållaren	Shp, tabell, karta
Andel tung trafik bedömd av väghållare	Uppmätt/bedömd av väghållare	Shp, tabell, karta
Hastighet väg	Skyltad/NVDB	Shp, valfritt tabell- eller kartformat
Broar	Höjd på broar måste vara angiven så de får rätt höjd över mark/vatten	–

Fortsättning på nästa sida

Parameter	Kvalitet	Format
Tunnlar	Vägen skall ha en höjd så den ligger under marknivå	–
Vägbeläggning	Schablon, d.v.s. ingen korrektion	–
Väghöjd	Schablonhöjd på 0,2 m över mark förutom vid tunnel	–
Indata till beräkning av spårtrafikbuller		
Tågtyper, under aktuell tidsperiod	Tågplan/tidtabell från TRV/SL	Valfritt tabellformat
Tåglängd medel, under aktuell tidsperiod	Tågplan från banhållare (TRV/TF)	Valfritt tabellformat
Tåglängd max, under aktuell tidsperiod	Tågplan från banhållare (TRV/TF)	Valfritt tabellformat
Tåghastigheter	Linjebok/banbok från TRV/SL	Valfritt tabellformat
Växlar/korsningar	BIS från TRV eller information från TF	–
Broar	BIS från TRV eller information från TF. Speciell korrektion för stålbro kan behöva läggas in	–
Tunnlar	Spåren skall ha en höjd som ligger under marknivå	–
Järnväghöjd	Schablonhöjd på 1,0 m över mark förutom vid tunnel	–
Utdata bullerberäkningar		
Grid	Ytor i 5 dB-steg	Shp
Beräkningsinställningar		
Gridhöjd	2 m	
Gridtäthet mark	10×10	
Reflektioner	1	
Sökavstånd källa – mottagare	5 000 m	
Sökavstånd källa – reflektor	100 m	
Sökavstånd mottagare – reflektor	200 m	

Byggnadshöjder, befintliga

Faktiska byggnadshöjder bör användas. Om uppgift om höjd på taknock och takfot finns, används medelvärde av dessa. Om byggnadshöjder inte finns framtagna används istället LAS-data för att beräkna höjden för varje byggnad. Detta är ofiltrerade höjdpunkter från laserskanning, levererad av Lantmäteriet eller någon av deras återförsäljare. En risk med denna metod är att höjden på vissa byggnader kommer att beräknas för högt p.g.a. andra höga objekt, särskilt träd, som växer över små låga byggnader, exempelvis förråd och liknande. För att justera sådana fel rekommenderas att för bostadsbyggnader med en yta mindre än 100 m² och höjd över 12 m sätts höjden 9 m

och att komplementbyggnader med en yta mindre än 50 m² och höjd över 6 m sätts till höjden 3 m.

Om det inte är rimligt eller möjligt att använda LAS-data används istället schablonhöjder, se tabell 4. Viss manuell justering utifrån flygbilder från exempelvis Google Maps görs i de fall där schablonhöjderna anses orimliga, exempelvis kända byggnader som idrottsstadion, kyrkor, höga flerbostadshus m.m. För bullerberäkningar i tätbebyggt område är det viktigt att höjderna blir rätt så den skärmande effekten inte blir fel. För kartläggning av bullerfria områden är byggnadshöjderna mindre kritiska.

Tabell 4. Förslag till schablonhöjder.

Byggnadstyp	Höjd, meter
Bostad; Flerfamiljshus	9
Bostad; Ospecificerad	6
Bostad; Småhus friliggande	6
Bostad; Småhus kedjehus	6
Bostad; Småhus med flera lägenheter	6
Bostad; Småhus radhus	6
Ekonomibyggnad; Ospecificerad	9
Industri; Samtliga typer	9
Komplementbyggnad; Ospecificerad	3
Samhällsfunktion; Samtliga typer	9
Verksamhet; Ospecificerad	9
Övrig byggnad; Ospecificerad	3

Om en databas med hushöjder saknas i kommunen bör en sådan tas fram. Detta för att öka noggrannheten i kartläggningarna och minimera kostnaderna med manuell höjdsättning. Denna databas kan användas både för bullerkartläggningar och för kartläggning av bullerfria områden.

Beräkningsinställningar

Beräkningar enligt Nord2000 kräver lite mer underlag än vad som krävs för beräkning enligt de nu använda nordiska beräkningsmodellerna. Gällande marken behövs mer information än att marken är mjuk eller hård. Om inte annan information finns tillgänglig angående aktuella markförhållanden kan värden enligt tabell 5 förutsättas.

Gällande vädret skall "moderat worst case" enligt definitionen i Nord2000 förutsättas.

Beräkningssteg

Beräkning kan göras steg för steg där t.ex. inledningsvis bara väg- och tågbuller tas hänsyn till. I de områden som är bullerstörda av dessa källor behöver andra källor därmed inte inventeras. På detta sätt kan man kontinuerligt minska de undersökta områdena och minimera arbetet som måste läggas på att söka indata och källstyrkor.

Bullerregn

Ett annat problem med nuvarande beräkningsmodeller är hur bullerspridningen på långa avstånd är modellerad. Detta kan medföra för låga prediktioner. Ett sätt att ta hänsyn till detta är att lägga på ett så kallat bullerregn.

En konstant ljudnivå adderas helt enkelt till de framräknade nivåerna. Exakt vilket värde som skall adderas är svårt att ange och det skiljer från plats till plats.

Exempel på ljudnivåer, bullerregn, på avstånd till större trafikleder anges i referens 10. Att i detalj ange en tillskottsnivå för varje plats i en större kartläggning är omöjligt. Exempelvis kan ett värde (45 dBA) adderas i närhet till större trafikleder och ett annat värde (40 dBA) adderas längre bort. På mycket stort avstånd görs ingen korrektion.

Eftersom beräkningar i detta fall görs enligt Nord2000 och det redan är pålagt en korrektion i tätorter behöver ingen hänsyn tas till bullerregnet.

Till varje kartläggning skall följa en textrapport som levereras i pdf-format. Denna skall minst ta upp följande information:

- En generell beskrivning av uppdragets omfattning
- Hur studerade områden valts ut
- Vilka typer av bullerkällor som inkluderas och vilka som exkluderas
- Varifrån underlag har hämtats
- Kvalitet på underlaget utifrån tabell 3
- Vilken typ av bearbetning och granskning som skett av underlaget
- Vilka egna antaganden som gjorts
- Eventuella inmätningar av källstyrkor
- Använt beräkningsprogram med versionsnummer och beräkningsmetod
- Beräkningsinställningar
- Resultat, sammanfattat i text och i bilagda resultatfiler i shape-format
- Slutsatser

Tabell 5. Markskikt MY i fastighetskartan med förslag till markabsorption.

Skiktnamn	Detaljtyp	Flödesresistivitet [kNs/m4]	Råhetsklass [m] N (≤0,25), S (±0,5), M (±1) eller L (±2)
VATTEN	Vatten (sjöar och större vattendrag)	200 000	N
BEBYGG	Bebyggelse, ospecificerad (yta)	200	N
BEBLÅG	Låg bebyggelse (yta)	200	N
BEBHÖG	Hög bebyggelse (yta)	2 000	N
BEBSLUT	Sluten bebyggelse (yta)	20 000	N
BEBIND	Industriområde (yta)	20 000	N
ODLÅKER	Åker (yta)	80	S
ODLFRUKT	Fruktodling/fröplantage (yta)	80	S
ODLEJÅK	Ej brukad åker (yta)	80	S
ÖPMARK	Annan öppen mark (yta)	200	S
ÖPKFJÄLL	Kalfjäll (yta)	500	M
ÖPGLAC	Glaciär (yta)	200 000	N
SKOGBARR	Barr- och blandskog (yta)	200	S
SKOGLÖV	Lövskog (yta)	200	S
SKOGFBJ	Fjällbjörkskog (yta)	200	S
MRKO	Ej karterat område (Yta)	2 000	N
MRKÖVR	Övrig mark, oklassificerad (Yta)	2 000	S
ÖPTORG	Torg (Yta)	20 000	N
OSPEC	Ospecificerad yta, ofta kod på felaktig yta	20 000	N

Resultaten redovisas digitalt för respektive bullerkälla. Dessutom görs en summering av alla kontinuerliga källor såsom väg- och tågtrafik, flyg, industri, vindkraftverk o s v. Detta ger en grov överblick även om de olika källorna inte är helt jämförbara.

Färgskalor

Följande färgskala skall användas, se figur 2.

Ljudnivå, dBA	Markering	R	G	B
< 20		130	255	255
< 25		110	255	120
< 30		255	255	20
< 40		255	170	50
< 50		255	0	0

Figur 2. Skala för ekvivalent ljudnivå.

Noggrannhet

Det finns en mängd orsaker till att någon större precision, likt den för bullerberäkningar, inte kan erhållas när det gäller kartläggning av bullerfria områden. Beräkningsmodellerna är inte avsedda för aktuella beräkningsavstånd och stora osäkerheter finns när det gäller bullerkällorna. Av denna anledning skall inte större noggrannhet än ett par hundra meter förutsättas i presentationen av resultaten.

Referenser

1. Ljudkvalitet i natur och kulturmiljöer - God ljudmiljö, Naturvårdsverket, rapport 5709, 2007
2. Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer - Utvärdering och utveckling av mått, mätetal och inventeringsmetod, Naturvårdsverket, rapport 5440, 2005
3. TemaNord 2013:588, Best Available Technique, Buller från bergtäkter
4. Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/14/EG
5. Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/44/EG
6. VVFS 2003:17, Vägverkets föreskrifter om terrängmotorfordon
7. Statens Naturvårdsverk, Meddelande 7/1984, Buller från finkalibriga vapen, beräkningsmodell
8. FoHMFS 2014:15, Folkhälsomyndighetens allmänna råd om höga ljudnivåer, 2014.
9. Kvalitetssäkring och harmonisering av bullerkartläggningar i Stockholms län – Utformning av en regional vägledning samt krav för underlags- och resultatdata, WSP, 2015
10. Trafikbuller och planering III, Länsstyrelsen i Stockholms län, 2006

