

Rapport: S-14838-r-A
Metodkopia
Datum: 2002-06-10
Antal sid: 34
Bilagor: S-14838/A01 - A22

Stockholms län Bullerkartläggning - Pilotprojekt

Uppdragsgivare: Länsstyrelsen i Stockholms län, Miljö- och planeringsavdelningen, genom Ulla Kujala, tel: 08-785 40 00.

Uppdrag: Genomföra ett pilotprojekt avseende kartläggning av alla bullerkällor i en kommun.

Handläggare:

Leif Åkerlöf

Kvalitetssäkrad:

Anne Hallin



Ingemansson Technology AB Akustik • Buller • Vibrationer

ISO 9001

Instrumentvägen 31, Box 47321, 100 74 Stockholm, Tel 08-744 57 80, Fax 08-18 26 78

Berlin	+49 30 2096 30 19	Helsingfors	+358 0692 74 67	Malmö	040-710 35	Umeå	090-13 70 70
Borlänge	0243-686 20	Jönköping	036-14 24 80	Norrköping	011-16 87 55	Uppsala	018-60 17 60
Gävle	026-10 29 29	Köpenhamn	+45 35 55 70 17	Skövde	0500-41 13 60	Örebro	019-12 11 95
Göteborg	031-774 74 00	Luleå	0920-23 08 60	Stockholm	08-744 57 80	Örnsköldsvik	0660-821 75
Kalmar	0480-49 18 90						

Org.nr: 556067-5067 Styrelsens säte: Göteborg

Innehåll

1	Bakgrund	4
1.1	Uppdrag	4
1.2	Val av kommun	5
1.3	Metoduppbyggnad.....	6
2	Sammanfattning.....	6
3	Insamlingsfasen	6
3.1	Kartunderlag.....	6
3.1.1	Kommentarer.....	7
3.2	Trafikuppgifter	7
3.2.1	Väg- och gatutrafik.....	7
3.2.2	Spårburen trafik.....	9
3.2.3	Flygtrafik.....	9
3.3	Industridata.....	10
4	Beräkningsfasen	11
4.1	Beräkningsmodeller.....	11
4.1.1	Vägrafikbuller	12
4.1.2	Buller från spårburen trafik	13
4.1.3	Flygbuller	14
4.1.4	Industribuller	14
4.2	Beräkningsprogram	14
4.3	Meteorologins inverkan.....	14
4.4	Beräkningspunkter.....	15
4.5	Avstånd till bullerkällor	15
4.6	Höjdkurvor	16
4.7	Beräkningshöjd.....	16
4.8	Marktyp	16
4.9	Bakgrundsbuller	17
4.10	Beräkningssvårigheter	17
4.11	Beräkningar	18
5	Redovisningsfasen.....	21
5.1	Val av storheter	21
5.2	Typ av redovisning.....	23
5.3	Redovisningsprogram.....	25
6	Verifieringsfasen	25
6.1	Plan.....	25
6.2	Utförande.....	26
6.3	Erfarenheter	26

6.4	Kommentarer	27
6.5	Slutsatser	27
7	Kommentarer	27
7.1	Erfarenheter	27
7.2	Tidsåtgång	28
7.3	Beräkningsomfattning	28
7.4	Onoggrannhet	28
7.5	Pris	28
7.6	Andra bullerkällor	29
8	Projektorganisation	29
9	Vad är ljud?	29
9.1	Ljudutbredning	29
9.2	Exempel på ljudnivåer	31
9.3	Störningsmått	32
9.4	Addition av ljud	33
9.5	Akustiska nyckeltal	34
9.6	Kommentarer	34

1 Bakgrund

Buller är, framförallt i större tätorter, ett stort folkhälsoproblem. I Europa utgör trafiken den vanligaste orsaken till bullerstörningar. När människan utsätts för buller är den vanligaste reaktionen en känsla av obehag men buller kan också orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation, blodtrycksförändringar och sömnstörningar samt störa samtal.

EU konstaterade i sin ”Grönbok” om framtidens bullerpolicy, november 1996, att ca 80 miljoner innevånare inom unionen har oacceptabla bullernivåer och att ytterligare 170 miljoner störs av buller.

I ett första steg för att på sikt minska bullernivåerna kommer EU under 2002 att besluta om bullerkartläggning av alla större tätbebyggelser. Dessa kartläggningar kan utföras på många olika sätt. För att belysa olika aspekter samt för att resultaten av olika kartläggningar skall kunna jämföras genomförs ett pilotprojekt.

1.1 Uppdrag

Uppdraget är att utarbeta en metod för kartläggning av en hel kommun med avseende på främst buller från

- vägtrafik
- spårburen trafik
- flygtrafik
- industriverksamhet

Hänsyn skall tas både till det buller som alstras i kommunen och buller från andra kommuner.

Det skall även vara möjligt att senare inkludera buller från andra källor, exempelvis

- skjutbanor
- motorsportbanor
- sjötrafik

Metoden skall bygga på kommersiella programvaror för beräkning och redovisning och uppfylla kraven i EU-direktivet och kunna tillgodogöras även av andra län och kommuner. Nordiska beräkningsmodeller skall användas och redovisningen skall kunna kopplas till GIS.

Resultaten skall kunna användas

- som underlag för uppföljning av miljömålen för buller
- för övervakning av bullersituationen i länet
- som underlag i olika planerings- och lokaliseringssituationer
- som underlag för forskning för att studera samband mellan buller och hälsa
- för att kunna jämföra situationen med uppgifter från andra län eller delar av landet etc.
- för att kunna göra kvalificerade hälsokonsekvensbedömningar av buller i regionplaneringen
- för information till allmänheten eller särskilt intresserade
- i arbetet med bullerbekämpning

Vidare skall pilotprojektet ge en uppfattning om behövliga arbetsinsatser och resursåtgång för fortsatt arbete i länsskala.

1.2 Val av kommun

Metoden skall kunna användas för valfri kommun men för pilotprojektet valdes Huddinge kommun av främst följande skäl:

- Kommunens storlek.
Huddinge kommun är både till ytan och invånarantalet en medelstor kommun.
- Bullerkällorna i kommunen.
I eller i Huddinges närhet finns en större järnväg (stambanan), en mindre järnväg (Nynäsbanan), tunnelbana, europaväg (E4/E20), riksväg (73), stor länsväg (Huddingevägen) samt stora och små industriområden. (Vidare finns skjutbanor och motorsportbanor som inte ingår i kartläggningen nu.)
- Kommunens struktur. I Huddinge finns stora områden med ny respektive äldre flerfamiljsbostäder, stora nya respektive äldre villaområden, områden med fritidsbebyggelse och stora grönområden. Samlad tät bebyggelse liksom gles bebyggelse finns.
- Kommunens läge. Huddinge ligger relativt centralt i länet. Kommunen ligger dessutom på "lagom" långt avstånd från Arlanda respektive Bromma flygplatser så att flygbullret inte beräknas dominera bullersituationen.

1.3 Metoduppbyggnad

Kartläggningsmetoden består av fyra faser

- Insamlingsfas
- Beräkningsfas
- Redovisningsfas
- Verifieringsfas

2 Sammanfattning

Metoduppbyggnaden kan sammanfattas enligt diagram i bilaga S-14838-A01.

3 Insamlingsfasen

Allt erforderligt underlag samlas in i denna fas, exempelvis

- kartunderlag
- trafikuppgifter
- industridata

Härvid behövs uppgifter inte bara från den aktuella kommunen utan även uppgifter från grannkommuner.

Alla insamlade data lagrades i ArcView.

3.1 Kartunderlag

Metoden kräver för beräkning och redovisning digitala kartor i dxf-format, 12 eller lägre.

Kartan måste innehålla minst följande separata lager.

- Höjdkurvor, x-, y-, och z- koordinater
- Byggnader x-, y-, och z- koordinater vid mark samt hushöjder
- Vägar och gator, x-, y-, och z- koordinater för vägmitt
- Järnvägar, x-, y-, och z- koordinater för spårmit
- Flygkorridorer, x-, y-, och z- koordinater samt bredd för flygkorridorerna
- Sjöar och vattendrag, x-, y-, och z- koordinater
- Industrier, x-, y-, och z- koordinater för central punkt i respektive industri
- Bullerskyddsskärmar, x-, y-, och z- koordinater samt höjder

3.1.1 Kommentarer

Den digitala kartan erhöjls från Huddinge kommun utan kostnad i detta pilotprojekt. Vissa justeringar och kompletteringar krävdes dock, exempelvis

Höjdkurvor.

Komplett med 1 m ekvidistans. För beräkningarna användes dock inte alla.

Byggnader

Hushöjder saknades och har lagts in för hand.

Vägar och gator

Komplett, dock förekom i några fall dubbla koordinater vilket inte upptäcktes här utan gav problem vid beräkningarna.

Järnvägar

Komplett med järnväg och tunnelbana

Flygkorridorer

Fanns inte i kommunens karta och stora svårigheter förelåg att få fram data från Luftfarsverket. Kartlager fick skapas av oss.

Sjöar och vattendrag

Komplett

Industrier

Fanns inte i kommunens karta. Kartlager skapades utan större svårigheter av oss.

Bullerskyddsskärmar

Skärmhöjder saknades i den digitala kartan och har lagts in för hand. Större skärningar och liknande nära bullerkällor lades in som skärmar. I bilaga S-14838-A02 redovisas de skärmar och skärmhöjder som använts för beräkningarna.

3.2 Trafikuppgifter

3.2.1 Väg- och gatutrafik

Från väghållaren inhämtades trafiksiffror för det år kartläggningen avser, uppmätta värden eller beräknade / bedömda värden för varje väg / gata i följande omfattning

- antal fordon / årsmedeldygn
- andel tung trafik
- skyltad hastighet
- trafikfördelningen över dygnet, dag 06 – 18, kväll 18 – 22 och natt 22 – 06.

Vid större än ca 25 % variation av trafiken eller vid olika hastigheter på en väg anges värden för olika delar. (25 % förändring av trafikmängden innebär 1 dB(A) skillnad i bullernivå.)

Samtliga trafikuppgifter redovisas i bilaga S-14838-A03. Totalt 3109 vägar eller delar av vägar ingår i vägdatabasen i och i anslutning till kommunen.

Kommentarer

Kommunen saknade organiserade trafikmätningar. För flera vägar har trafikuppgifterna uppskattats tillsammans med kommunen. För det mindre vägnätet, där siffror saknades helt, främst villagator, angavs generellt 500 fordon / vardagsdygn, 5 % tung trafik och 30 km/h.

För trafikfördelningen över dygnet används följande schablonvärden:

<i>Tidsrymd</i>	<i>Andel av dygnstrafiken</i>
Dag	72 %
Kväll	20 %
Natt	8 %

Vissa skillnader i fördelningen mellan olika vägtyper förekommer troligen i praktiken men normalt är skillnaderna mindre än 20 % (exempelvis 7 – 9 % nattrafik) vilket betyder mindre än 1 dB(A) skillnad i bullernivå.

Andelen tung trafik hämtades från kommunens trafikuppgifter eller uppskattades med kommunens hjälp. Då inga andra uppgifter erhöles användes schablonvärdet 10 %.

När det gäller hastigheten används skyltad hastighet om inget annat är uppenbart. Ingen hänsyn till sträckor med 30 km/h vid exempelvis skolor har tagits. Effekten på bullernivån är lokalt mindre än 1 dB(A).

3.2.2 Spårburen trafik

Från Banverket och SL inhämtades för varje bana och del av bana trafiksiffror för det år kartläggningen avser i följande omfattning

- typ av tåg
- totalt passerande tåglängd per vardagsdygn per tågtyp
- skyltad hastighet
- trafikfördelningen över dygnet, dag 06 – 18, kväll 18 – 22 och natt 22 – 06.

Samtliga trafikuppgifter redovisas i bilaga S-14838-A04. Totalt 6 banor eller delar av banor i och i anslutning till kommunen ingår i bandatabasen motsvarande ca 17 km.

Kommentarer

För trafikfördelningen över dygnet används erhållna trafikuppgifter. För tunnelbanan respektive järnvägarna är fördelningarna följande

<i>Tidsrymd</i>	<i>Andel av dygnstrafiken</i>	
	<i>tunnelbanan</i>	<i>järnvägarna</i>
Dag	74 %	58 %
Kväll	18 %	22 %
Natt	8 %	20 %

Vissa skillnader i fördelningen mellan stambanan och Nynäsbanan förekommer skillnaderna är mindre än 20 %.

När det gäller hastigheten används skyltad hastighet vilket ger en viss överskattning. Effekten på bullernivån bedöms dock vara mindre än 1 dB(A).

3.2.3 Flygtrafik

Från Luftfartsverket inhämtades trafiksiffror för de olika flygkorridorerna eller delar av flygkorridorerna för det år kartläggningen avser i följande omfattning.

- typ av plan
- typ av flygrörelse (start, landning eller överflygning)
- trafikfördelningen över dygnet, dag 06 – 18, kväll 18 – 22 och natt 22 – 06.

Samtliga trafikuppgifter redovisas i bilaga S-14838-A05. Endast flygtrafiken till / från Arlanda och Bromma ingår. Totalt 5 flygvägar eller delar av flygvägar i och i anslutning till kommunen ingår i flygvägsdatabasen motsvarande ca 35 km.

Kommentarer

Uppgifter om flygtrafiken var mycket svår att erhålla. Utgående från uppgifter om flygvägarna nära Bromma respektive Arlanda samt lägen för flygfyrar har flygkorridorerna digitaliserats, x-, y- och z- koordinater. Med hjälp av uppgifter från flygledarna har trafikmängderna för ett årsmedeldygn 2001 beräknats.

Trafikfördelningen över dygnet är därvid följande. Samma dygnsfördelning har använts för alla flygvägar.

<i>Tidsrymd</i>	<i>Andel av dygnstrafiken</i>	
	<i>Arlandatrafiken</i>	<i>Brommatrafiken</i>
Dag	72 %	75 %
Kväll	18 %	25 %
Natt	10 %	0 %

3.3 Industridata

Från kommunen erhöles förteckning över all tillståndspliktig industri. Därutöver skedde en inventering på plats i större industriområden, köpcenter etc. Bulleralstringen, källstyrkan, för industrierna bestämdes genom översiktliga mätningar. I de fall mätningar inte var möjliga beräknades källstyrkan utgående från en antagen källstyrka motsvarande 50 dB(A) dagtid, 45 dB(A) kvällstid respektive 40 dB(A) nattetid i industrins tomtgräns alternativt används erfarenhetsvärden från liknande fall.

Utöver industrier i kommunen har även industrier som ligger utanför kommunen men närmare gränsen än ca 1 km medtagits.

Samtliga uppgifter lades in i databas ArcView. Här finns utöver koordinater för en central punkt för industrin eller olika bullerkällor inom industrin källdata avseende:

- Ekvivalentnivå för den tid verksamheten pågår dagtid 07 – 18
- Ekvivalentnivå för den tid verksamheten pågår kvällstid 18 – 22
- Ekvivalentnivå för den tid verksamheten pågår nattetid 22 – 07

Samtliga industriuppgifter redovisas i bilaga S-14838-A06. I databasen ingår totalt 38 industrier och här anges, utöver koordinater typ av industri, uppmätta eller bedömda bullernivåer. Av industrierna ligger 2 utanför kommungränsen.

Exempel på industrier är

- stormarknader
- åkerier
- mekanisk industri

Kommentarer

Endast vissa av industrierna är anmälningspliktiga. Bulleralstringen för industrierna var endast mätbar i ett fåtal fall. I de flesta fall har bedömningar gjorts.

4 Beräkningsfasen

Inför beräkningarna fanns många frågor som måste utredas och beslut fattas.

Exempel på frågor var.

- Lämpliga beräkningsmodeller
- Lämpligt beräkningsprogram
- Meteorologins inverkan
- Avstånd mellan beräkningspunkterna
- Största avstånd till bullerkällor
- Täthet mellan höjdkurvorna
- Marktyp
- Bakgrundsbuller

4.1 Beräkningsmodeller

Vid beräkningarna har fyra beräkningsmodeller varit aktuella

- Den samnordiska beräkningsmodellen för vägtrafikbuller, reviderad 1996. (Naturvårdsverkets rapport 4653).
- Den samnordiska beräkningsmodellen för buller från spårburen trafik, 1998, (Naturvårdsverkets rapport 4935).
- Nordisk beräkningsmodell för flygbuller.
- Den samnordiska beräkningsmodellen för externt industribuller.

Beräkningsmetoderna tar hänsyn till följande parametrar och har följande begränsningar:

<i>Ingångsdata / Begränsningar</i>	<i>Beräkningsmodell</i>			
	<i>Vägtrafik</i>	<i>Spårburen trafik</i>	<i>Flygtrafik</i>	<i>Industri- buller</i>
Giltighetsområde	10 – 300 m	10 – 300 m	> 10 m	> 10 m
Trafikuppgifter	x	x	x	
Källstyrka				x
Avstånd	x	x	x	x
Skärmning	x	x		x
Markdämpning	x	x	x	x
Luftabsorption			x	x

Eftersom kartläggningen omfattar ett så stort område att hänsyn måste tas till buller från vägar och järnvägar på större avstånd än 300 m kunde inte de sammordiska beräkningsmodellerna för trafikbuller användas fullt ut. För de många av trafikbullerberäkningarna används därför kombination av olika beräkningsmodeller.

Anm

En ny sammordisk beräkningsmodell redovisades under 2001 efter flera års arbete. Denna modell är ännu inte helt datoriserad och godkänd för användning. Syftet med den nya metoden har varit att skapa samma beräkningsmodeller för alla typer av buller.

4.1.1 Vägtrafikbuller

Samtliga vägar och gator delades in i tre kategorier

- Gator och vägar med högst 12 000 fordon och högst 50 km/h eller högst 5 000 fordon och 70 km/h
- Lokalgator med liten trafik
- Övriga gator och vägar

Bullret från gator och vägar med högst 12 000 fordon och högst 50 km/h beräknades enligt vägtrafikmodellen även på större avstånd än 300 m. Detta bedöms inte påverka resultatet med mindre än 1 dB och då endast på stora avstånd. På 300 m avstånd blir vid 12 000 fordon ekvivalentnivån ca 40 dB(A).

För övriga vägar gjordes beräkningarna i följande steg:

- Med hjälp av den samnordiska modellen beräknas ekvivalent ljudnivå på 25 m avstånd från vägmitt (hård mark).
- Det erhållna 25 m - värdet omräknades till källstyrka för en linjekälla. Källstyrkan anges i ljudeffektnivå per meter, dB(A) / m.
- Bullerutbredningen beräknades med industribullermodellen.

Sambandet mellan ljudnivå, L_p , (A-vägd ljudtrycksnivå) på ett visst avstånd, X , från vägen och källstyrka, L_w , (A-vägd ljudeffektnivå) är för en linjekälla

$$L_{p_x} = L_w - 20 \times \log(2\pi X/2)$$

På 25 m avstånd fås därvid källstyrkan $L_w = L_{p_{25}} + 38$ dB

En jämförande beräkning med trafikbullermodellen och industribullermodellen enligt ovan gjordes för att utreda skillnaderna i resultat. På avstånd kortare än ca 100 m gav trafikbullermodellen 1 – 2 dB lägre värden än industrimodellen. På avstånd över 300 m, där vägmodell egentligen inte gäller, gav vägmodellen högre värden än industrimodellen.

I bilaga S-14838-A07 visar resultatet av ett sådant prov.

4.1.2 Buller från spårburen trafik

För tunnelbanan utfördes beräkningarna enligt den samnordiska beräkningsmodellen för spårburen trafik.

För järnvägarna gjordes beräkningarna i följande steg:

- Med hjälp av den samnordiska modellen beräknas ekvivalent ljudnivå på 25 m avstånd från spårmitt (hård mark).
- Det erhållna 25 m - värdet omräknades till källstyrka för en linjekälla. Källstyrkan anges i ljudeffektnivå per meter, dB(A) /m.
- Bullerutbredningen beräknades med industribullermodellen.

Sambandet mellan ljudnivån på 25 m och källstyrkan sattes till $L_w = L_{p_{25}} + 38$ dB.

4.1.3 Flygbuller

För flygbullret gjordes beräkningarna på motsvarande sätt som för tågbullret, dvs i följande steg:

- Med hjälp av ljuddata för aktuella flygplanstyper samt trafikuppgifter beräknades källstyrkan för varje flygväg.
- Det med hjälp av den nordiska beräkningsmodellen erhållna värdet omräknades till källstyrka för en linjekälla. Källstyrkan anges i ljudeffektnivå per meter, dB(A) /m.
- Bullerutbredningen beräknades med industribullermodellen.

Vid beräkningarna läggs 50 % av trafiken på aktuell flygväg centriskt i flygkorridoren och 25 % längs vardera sidan av korridoren.

4.1.4 Industribuller

Buller från industrierna beräknades helt enligt industribullermodellen. Källstyrkan beräknades utgående från mätningar vid industrierna. Mätningarna var relativt översiktliga och för många industrier där bullernivåerna inte var mätbara gjordes bedömning utgående från erfarenheter av andra liknande anläggningar. I de fall erfarenhetsvärden saknades antogs källstyrkan utgående från den ekvivalenta ljudtrycksnivån 50 dB(A) vid tomtgräns dagtid.

4.2 Beräkningsprogram

Innan arbetet påbörjades gjordes en genomgång av de beräkningsprogram som fanns på marknaden. Med hänsyn till främst prestanda, beräkningshastighet, användarvänlighet och pris valde vi SoundPlan från Braunstein + Berndt GmbH.

4.3 Meteorologins inverkan

Meteorologin har stor inverkan på bullerutbredningen. Det kan skilja mer än 20 dB om det exempelvis blåser från bullerkällan (medvindsförhållande) jämfört med om det blåser mot bullerkällan (motvindsförhållande). Samma fenomen uppkommer vid så kallad temperaturinversion. (Jfr figur 9 i avsnitt ”9.1 Ljudutbredning”) Medvind betyder i detta fall att vinden ligger inom $\pm 60^\circ$ från bullerkällan till beräkningspunkten.

Samtliga beräkningsmodeller gäller för det värsta fallet, dvs medvindsfallet. Det innebär att vid exempelvis beräkning av buller i punkter mellan två vägar räknar programmet med medvind från båda hållen. Detta är naturligtvis omöjligt men måste accepteras. Om de båda vägarna ger samma bidrag i beräkningspunkten fås 3 dB(A) för hög nivå. Detta fenomen bedöms dock inte förekomma i någon större omfattning.

4.4 Beräkningspunkter

Det valda beräkningsprogrammet utför beräkningar i punkter jämnt fördelade i terrängen. Därefter interpolerar programmet nivåerna mellan punkterna. Avståndet mellan dessa punkter kan före beräkningarna bestämmas. Ju kortare avstånd desto ”noggrannare” beräkningar men samtidigt ökar beräkningstiden. Prov har gjorts med olika avstånd mellan punkterna för att uppnå en rimlig kompromiss.

Beräkningarna utförs nu med punkterna i 10 m rutnät, ”10 x 10 meters grid”. (Dock rekommenderas i ett första steg 100 x 100 meters grid för att kontrollera att allt fungerar.)

För kartläggningen av Huddinge innebär detta att beräkningar utförts i zz punkter.

4.5 Avstånd till bullerkällor

Vid beräkning av buller i de olika punkterna tar programmet hänsyn till buller från alla källor inom ett visst avstånd. Detta avstånd bestäms i programmet. Ju större avstånd desto fler bullerkällor tas med men desto längre blir beräkningstiden. Prov har gjorts med olika beräkningsavstånd för att uppnå en rimlig kompromiss.

Beräkningarna har för lokalgatorna utförts med 300 m avstånd, för de större vägarna och järnvägarna med 5 km avstånd. För den mest trafikerade vägen i kommunen eller kommunens närhet är ekvivalentnivån på 5 km avstånd lägre än 40 dB(A).

För flygtrafiken har beräkningar utförts med 10 km avstånd och för övriga bullerkällor med 1 km avstånd.

4.6 Höjdkurvor

I den ursprungliga kartan från kommunen fanns höjdkurvor med 1 m ekvidistans (skillnad i höjd mellan två kurvor). Denna täthet medför att hanteringen av kartan och beräkningarna blir mycket tidskrävande. Prover har gjorts med olika beräkningsavstånd för att uppnå en rimlig kompromiss. Noggrannheten i beräkningarna påverkas i princip endast av höjdkurvornas täthet nära bullerkällorna, exempelvis skärningar vid vägar och järnvägar.

Beräkningarna utfördes med 5 m ekvidistans.

Denna begränsning kan i praktiken endast lokalt ha inverkan på beräkningsresultaten. Det gäller då bullerkällan ligger i längre skärning med höjden < 5 m. Ett sätt att minska denna inverkan kan vara att ansätta en bullerskyddsskärm vid sådana längre skärningar. En genomgång av eventuella sådana lägen har gjorts varvid konstaterades att inga justeringar bedömdes motiverade.

4.7 Beräkningshöjd

Beräkningarna har utförts 2 m över mark samt 4 m över mark i enlighet med EU-direktivet.

4.8 Marktyp

Typ av mark har betydelse för markdämpningen. Normalt skiljs mellan mjuk och hård mark, men mellantyper förekommer. Exempel på hård mark är sjöar, asfalterade ytor, grusytor etc. Mjuk mark är skogsmark och annan mark med växtlighet.

Vid beräkningarna har marken angivits som mjuk med följande undantag som är hård mark, dvs mark utan markdämpning.

- sjöar
- större parkerings- och industriytor
- vägar, gator och torg

4.9 Bakgrundsbuller

Eftersom endast bullerkällor inom 5 km avstånd tas med i beräkningarna fås utöver detta ett allmänt "bakgrundsbuller" från ett mycket stort antal bullerkällor, både inom och utom kommunen. Detta bakgrundsbuller kan i beräkningsfasen endast uppskattas utgående från översiktliga mätningar. I verifieringsfasen kan bakgrundsbullret noggrannare bestämmas.

Utgående från en samlad bedömning, vissa stickprovsmässiga mätningar och regionens struktur bedöms bakgrundsbullret vara ca 30 dB(A) för Huddinge kommun. I beräkningen av det sammanlagrade bullret adderas därför 30 dB(A) till alla beräkningpunkter. Detta bakgrundsbuller har endast betydelse då övrigt buller är lägre än 40 dB(A).

4.10 Beräkningssvårigheter

Vid de inledande beräkningarna upptäcktes många felaktigheter i underlaget och brister i datakapacitet, exempelvis

- vissa gator innehöll dubbla koordinater vilket medförde att beräkningarna avbröts. Ett stort detektivarbete för att finna felorsaken.
- datakapaciteten, minnet, var för litet vilket medförde mycket lång beräkningstid. Efter utökat minne minskade beräkningstiden till 1/10

4.11 Beräkningar

Följande beräkningar utfördes.

L_{eq} är därvid den ekvivalenta ljudnivån för angiven tidsperiod.

L_{DEN} enligt EU's kommande direktiv avser en vägd dygnsekvivalentnivå då kvällsekvivalentnivån ökas med 5 dB och nattekvivalentnivån ökas med 10 dB. Den logaritmiska summan, ekvivalentnivån, av dessa olika bidrag beräknas därefter.

<i>Bullerkälla</i>	<i>Delbullerkälla</i>	<i>Nivåtyp</i>	<i>Tidsperiod</i>	<i>Beräkningshöjd</i>
Vägtrafik	Större vägar	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
Vägtrafik	Mellanvägar	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
Vägtrafik	Lokalgator	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
Vägtrafik	Alla vägar	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
Vägtrafik	Större vägar	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m
Vägtrafik	Mellanvägar	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m

Metodkopia

Vägtrafik	Lokalgator	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Vägtrafik	Alla vägar	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Spårtrafik	T-bana	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	Järnväg	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	All spårtrafik	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	T-bana	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Spårtrafik	Järnväg	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Spårtrafik	All spårtrafik	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Flygtrafik	Arlanda	FBN L_{DEN}		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
Flygtrafik	Bromma	FBN L_{DEN}		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m

Metodkopia

Flygtrafik	Allt flyg	FBN L_{DEN}		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
Flygtrafik	Arlanda	FBN L_{DEN}		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
Flygtrafik	Bromma	FBN L_{DEN}		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
Flygtrafik	Allt flyg	FBN L_{DEN}		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
Industri		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Industri		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Alla		Dygnsbullernivå		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
		Dygnsbullernivå		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m

5 Redovisningsfasen

Inför redovisningen fanns flera frågor som måste utredas och beslut fattas.

Exempel på frågor var.

- Val av bullerstorheter
- Typ av redovisning
- Redovisningsprogram

5.1 Val av storheter

De olika beräkningsmodellerna redovisar samma ”bullerstorheter” som respektive riktvärden, dvs

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Flygbullernivå, FBN i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för dag, kväll respektive natt, L_{eq} i dB(A)

Inför beräkningen av det sammanlagrade bullret diskuterades olika sätt att dels beräkna bullret och dels redovisa bullret. Tre principer för beräkningen diskuterades

1. Addition av bullret från de olika källorna efter vägning enligt aktuella riktvärden. (För exempelvis en bullerkälla med riktvärdet 50 dB(A) ökades nivån med 5 dB innan nivån adderas till en bullerkälla med riktvärdet 55 dB(A).)
2. Addition av bullret från de olika källorna utan hänsyn till de olika bullerstorheterna
3. Beräkning av ”riktig” ekvivalent ljudnivå för dygnet.

Vi beslöt efter fundering att använda alternativ 3, dvs en logaritmisk addition enligt:

dygnsekvivalentnivån från vägtrafiken + dygnsekvivalentnivån från den spårburna trafiken + flygbullernivån + dagekvivalentnivån från industrin.

Eftersom industribullret i det flesta fall är betydligt lägre än annat buller benämns resultatet ”Dygnsbullernivå”

Utöver denna ”dygnsbullernivå” redovisas även ekvivalent ljudnivå för dag, kväll respektive natt samt L_{DEN} enligt EU’s kommande direktiv.

(I EU's förslag till bullerdirektiv värderas bullret olika utgående från vilken tid på dygnet som betraktas. Enkelt kan direktivet förklaras med att buller under kvällstid ökas med 5 dB och nattetid med 10 dB innan ekvivalentnivå beräknas.)

Dygnsbullernivå

Redovisningen av dygnsbullernivå avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Flygbullernivå, FBN i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)

Dagekvivalentnivån

Redovisningen av dagekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)

Kvällsekvivalentnivån

Redovisningen av kvällsekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)

Nattekvivalentnivån

Redovisningen av nattekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)

L_{DEN}

Redovisningen av L_{DEN} enligt EU's kommande direktiv avser en vägd dygns-ekvivalentnivå då kvällsekvivalentnivån ökas med 5 dB och nattekvivalentnivån ökas med 10 dB. Den logaritmiska summan, ekvivalentnivån, av dessa olika bidrag beräknas därefter.

5.2 Typ av redovisning

Redovisningen av de beräknade bullernivåerna gjordes i steg om 5 dB i flerfärgsfält på digital karta. Val av färg för de olika bullernivåerna har diskuterats.

Beslöts att välja färger och redovisningsintervaller enligt svensk och internationell standard SS-ISO 1996-2. Följande färger och indelning gäller därvid. För närmare färgbeskrivning hänvisas till bilaga S-14838–A08.

<i>Bullerintervall, dB(A)</i>	<i>Färg</i>
> 80	Mörkblå
75 – 80	Blå
70 – 75	Lila
65 – 70	Rödbrun
60 – 65	Röd
55 – 60	Orange
50 – 55	Ockra
45 – 50	Gul
40 – 45	Mörkgrön
35 – 40	Grön
< 35	Ljusgrön

Redovisning av nivåer skedde i form av dessa färger för 2 och 4 m över mark samt i form av ljudnivå vid fasad (frifältsvärde) i angivna punkter.

För att öka orienterbarheten markerades sjöar med två färger, randigt, blått för sjö och bullerfärg enligt ovan.

Vidare sker redovisning av bullernivåer vid fasad i ett antal punkter en digitala kartan.

Metodkopia

Bullernivåerna redovisas på totalt 46 digitala kartor enligt nedan. I denna rapport ges ett urval av kartorna i pappersformat.

Ritning nr	Bullerkälla	Nivåtyp	Tidsperiod	Beräkningshöjd
A09	Vägtrafik	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
	Vägtrafik	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m
A10	Spårtrafik	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
	Spårtrafik	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m
A11	Flygtrafik	FBN L_{DEN}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{eq}	4 m
			Flygtrafik	FBN L_{DEN}
	Flygtrafik	L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m
			L_{eq}	4 m
A12	Industri	L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
			L_{DEN}	2 m
			Industri	L_{eq}
	Industri	L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m
			L_{eq}	4 m
A13	Alla bullerkällor	L_{eq}	Dygn	2 m
A14			Dag	2 m
A15			Kväll	2 m
A16			Natt	2 m
A17	Alla bullerkällor	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
			L_{DEN}	4 m
A18		L_{DEN}		4 m

I denna rapport redovisas även vissa delförstoringar av ritning nr S-14838-A13, dygnsbullernivå 2 m över mark i pappersformat enligt nedan. Förstoringsgraden avser förhållandet till den ursprungliga ritningen i A3 format.

Ritning nr	Förstoringsgrad
A19	10 gångers förstoring
A20	100 gångers förstoring

5.3 Redovisningsprogram

För redovisning av beräknade nivåer används ArcView. För att möjliggöra detta måste först beräkningsfilerna från SoundPlan göras om till shapefiler.

6 Verifieringsfasen

6.1 Plan

För att verifiera beräkningarna planerades mätningar att i 10 punkter. Två typer av mätningar planerades

- obevakade långtidsmätningar
- bevakade korttidsmätningar

Vidare har jämförelse gjorts med tidigare kartläggningssuppdrag för Huddinge kommun, ”Kartläggning av tysta områden år 2000.”

Långtidsmätningarna skall ske under minst en veckas tid med långtidsregistrerande mätinstrument. Mätningarna skall utvärderas med hänsyn till de väderförhållanden som rådde under mättiden och resultaten jämförs med beräknade nivåer. Härvid kan de totala bullernivåerna under olika delar av dygnet bestämmas från alla bullerkällor liksom dimensionerande nivåer med hänsyn till vindriktning etc. Vidare kan ”bakgrundsnivån” bestämmas.

Korttidsmätningarna sker under några timmar och förutsätter medvindsförhållande från den dominerande bullerkällan. Härvid kan, under kontrollerbara förhållanden, bullernivåerna bestämmas på olika avstånd från dominerande bullerkällor vid dimensionerande väderförhållanden.

6.2 Utförande

Mätningar har utförts i 10 punkter. Mätpunkterna redovisas i bilaga S-14838-A21. Resultatet av mätningarna samt jämförelse med beräknade nivåer ges i tabell nedan.

Långtidsmätningar

Mätpunkt	Uppmätta nivåer, dB(A)				Jämförbara beräknade nivåer, dB(A)			
	Dag	Kväll	Natt	Dygn	Da	Kv	Na	Dy
Fräkenbotten	49	43	40	47	43	35	35	40
Gladö	42	36	32	40	46	43	35	45
Per Hjertas väg	56	58	50	55	59	55	50	58
Byggmästarvägen	49	48	42	47	50	45	40	47

Korttidsmätningar

Mätpunkt	Utförda mätningar			Beräknad nivå, dB(A)
	Trafikslag / avstånd, m	Vind	Resultat dB(A)	
Kolartorp	Häradsvägen / 1400	O 2	38	38
Kolartorp	Södertäljevägen / 1100	NV 5	45	47
Balingsholm	Lännavägen / 1000	SV 5	40	41
Balingsholm	Ågestavägen / 1200	O 2	34	36
Ågesta	Nynäsvägen / 1400	SO 4	42	42

6.3 Erfarenheter

Mätresultaten kan inte okritiskt användas men ger en erfaren akustiker möjlighet att verifiera vissa faktorer. Följande erfarenheter erhöles:

Långtidsmätningarna har begränsat värde på grund av

- störningar från andra "bullerkällor" exempelvis fågelsång och lekande barn
- svårigheter att kontrollera vindriktningar etc
- svårigheter att få representativa trafikfall för främst flyget och industrin

Korttidsmätningarna har visst värde då de ger en uppfattning om ljudutbredningen på större avstånd från en given bullerkälla. Vidare kan i stor omfattning ovälkomna ljud uteslutas.

En jämförelse mellan den nu utförda och den tidigare, år 2000, utförda kartläggningarna visar på god överensstämmelse i de flesta fall. Ingen närmare analys av smärre avvikelser har gjorts.

6.4 Kommentarer

Överensstämmelsen mellan uppmätta och beräknade nivåer är relativt god för långtidsmätningarna i mer bullriga miljöer men sämre för mätningarna i tysta miljöer.

6.5 Slutsatser

Med hänsyn till erfarenheterna i projektet föreslås att de beräknade nivåerna skall utgöra de ”riktiga” värden som används vid exempelvis bedömningar av åtgärder, jämförelse mellan olika kommuner etc. Mätningar är därvid inte nödvändiga annat än för kontroll av vissa speciella situationer. I dessa fall rekommenderas korttidsmätningar där kontroll på väder- och trafikförhållandena kan göras relativt enkelt.

7 Kommentarer

7.1 Erfarenheter

Projektet har varit mycket intressant och önskemål om fördjupning i många detaljer har förekommit men har av tids- och kostnadsskäl inte kunnat genomföras.

Det har varit mycket svårt att i förväg kunna bedöma alla frågeställningar som dykt upp under projektets gång. Det har dessutom krävts relativt många kompromisser mellan noggrannhet och tidsåtgång för att projektet skall kunna slutföras.

Projektet har tagit betydligt mer arbetstid i anspråk än vad som kunnat förutses. Detta gäller främst metoddelen men även den rena kartläggningen.

7.2 Tidsåtgång

Den tidskritiska faktorn för kartläggningsarbetet är beräkningsfasen. Enbart datortiden för beräkningarna som beskrivits ovan uppgår till ca 20 dygn.

Total tidsåtgång för kartläggning av pilotkommunen uppskattas till

Kartläggningsfasen	4 veckor
Beräkningsfasen	6 veckor
Redovisningsfasen	4 veckor
Verifieringsfasen	6 veckor

7.3 Beräkningsomfattning

Beräkningar av buller har utförts i ca 15.000.000 punkter i Huddinge kommun. Totalt antal beräkningar är ca 1.500.000.000.

7.4 Noggrannhet

Noggrannheten, eller onoggrannheten, i beräknade och redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).

Noggrannheten eller onoggrannheten i beräknade nivåer enligt använda nordiska beräkningsprogram bedöms enligt uppgift vara ± 2 dB(A). De förenklingar och kompromisser mellan noggrannhet och tidsåtgång som ingår i kartläggningsmetoden ökar onoggrannheten varför den totala noggrannheten, eller onoggrannheten, i beräknade och redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).

7.5 Pris

När nu metoden är färdig kan priset för en motsvarande kartläggning av annan medelstor kommun uppskattas. Följande priser kan anges.

Fullständig kartläggning	200 000,-
Förnyad beräkning med nya data	50 000,-
Översiktlig verifiering	50 000,-

7.6 Andra bullerkällor

Buller från andra källor kan utan större tekniska svårigheter tas med i kartläggningsmetoden och redovisas var för sig. Exempelvis buller från

- båttrafik
- helikoptertrafik
- skjutbanor
- motorbanor
- idrottsplatser
- hundgårdar

Om någon form av sammanlagrat buller även med några av dessa källor önskas kan svårigheter uppstå eftersom beräkningsresultatet i flera fall redovisas som exempelvis maximala ljudnivåer, impulsbuller etc. Vidare är skillnaderna i riktvärdesnivåer stora mellan olika typer av bullerkällor. I andra mindre projekt har denna sammanlagring löst genom någon form av vägt bullervärde.

8 Projektorganisation

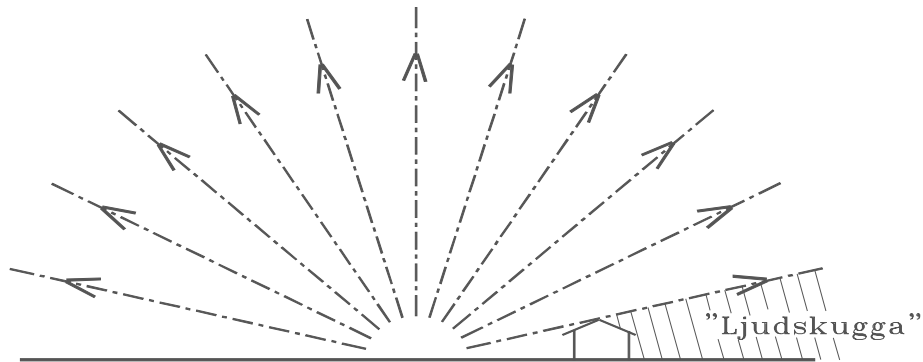
9 Vad är ljud?

En sommardag i trädgården, några hundra meter från trafikleden, hörs bara vindens sus i grenar och löv, vinden som blåser mot trafikleden, och så emellanåt en bil på lokalgatan eller grannarnas gräsklippare. På natten, med öppet fönster i sovrummet, hörs emellertid ett evigt brus från trafiken. Det har många noterat och undrat varför trafikbullret hörs mer på natten trots glesare trafik än på dagen. Förklaringar till fenomenet finns i ljudets olika egenskaper.

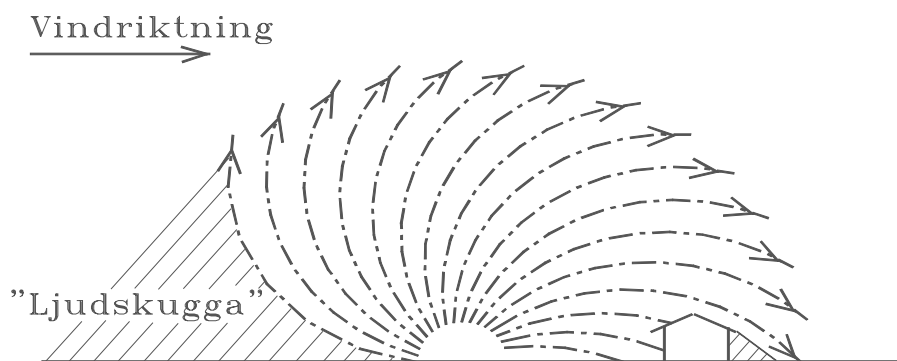
9.1 Ljudutbredning

Om luftmassan över en ljudkälla är helt ostörd kommer ljudet att utbreda sig sfäriskt, som ett expanderande halvklot, se *figur 8*. Om vinden blåser kommer luftmassans hastighet att öka med höjden över marken och ljudutbredningen kan då komma att se ut som i *figur 9*. Ljudet förstärks i lä om ljudkällan och dämpas på vindsidan. Liknande effekter kan uppstå då ljudhastigheten ändrar sig med höjden över marken. Om det är varmast vid marken och temperaturen faller med

höjden, som under en högsommardag, kommer ljudhastigheten också att avta med höjden och ljudet kommer att böjas bort från marken så att det blir tystare i omgivningen. Om det motsatta inträffar, s k temperaturinversion, vilket är vanligt under nätter med klar himmel, kommer ljudet att böjas av mot marken, så att ljud hörs på stort avstånd, även bakom skärmande föremål.



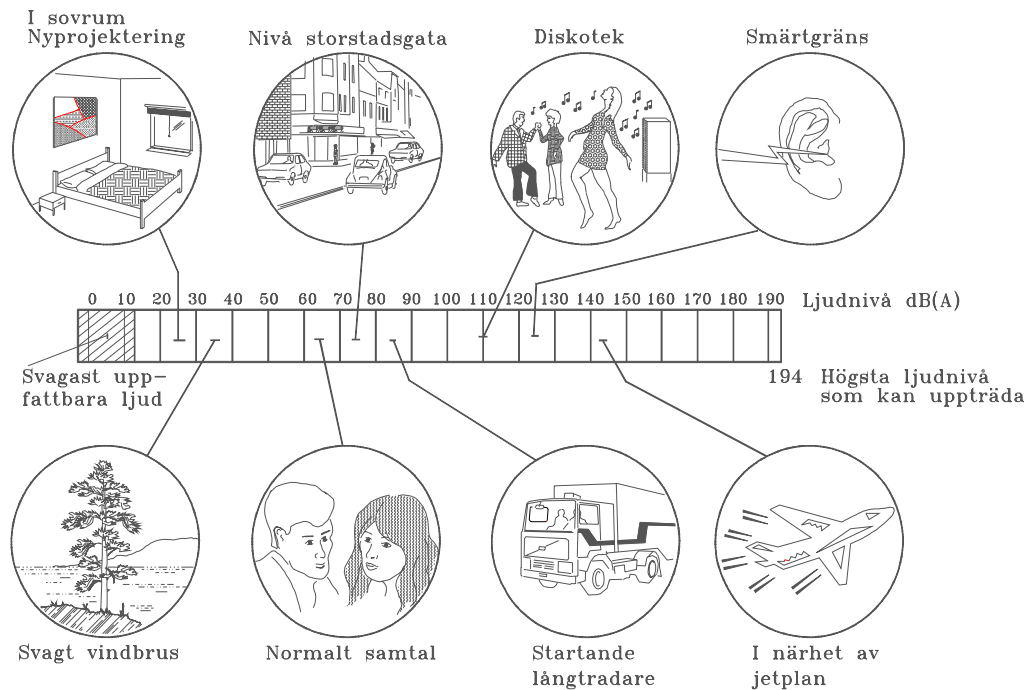
Figur 8 Principskiss för ljudutbredning utan inverkan av vind



Figur 9 Principskiss för ljudutbredning vid inverkan av vind

9.2 Exempel på ljudnivåer

För att ge en viss uppfattning av vad olika ljudnivåer innebär ges nedan exempel på ljudnivåer vid olika aktiviteter.



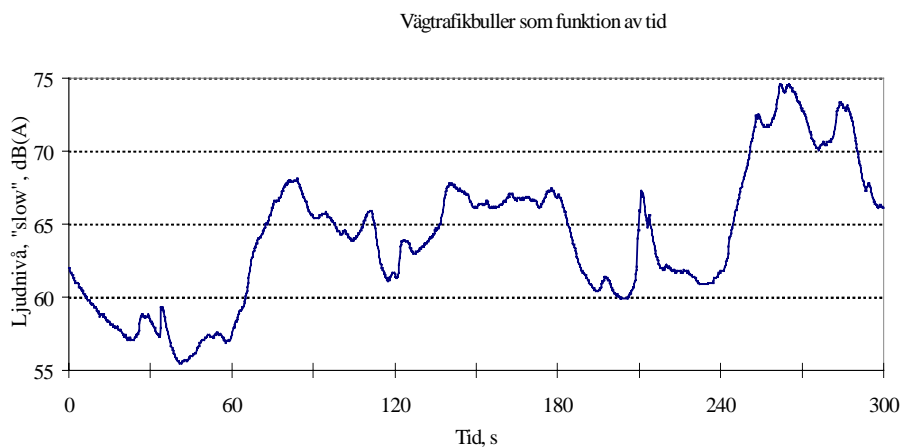
Figur 16 Exempel på ljudnivåer

9.3 Störningsmått

För beskrivning av buller vars styrka är konstant i tiden används ljudnivå i dB(A). Det är ett enkelt störningsmått att arbeta med och kan direkt mätas med ljudnivåmätare. Ingående undersökningar har visat att ljudnivån kan användas som grund för mera sofistikerade störningsmått, för att beskriva fluktuerande buller. I Sverige används bland annat *ekvivalent* respektive *maximal ljudnivå* för trafikbuller och externt industribuller. När det gäller buller från flygtrafik används en form av vägd ekvivalent ljudnivå som kallas *flygbullernivå*, FBN.

Ekvivalent ljudnivå avser en medelljudnivå under en given tidsperiod, för trafikbuller oftast ett dygn.

Maximal ljudnivå avser den högsta ljudnivån under en viss period, exempelvis för en serie fordonspassager. Har normalt endast betydelse nattetid, kl 22 - 06.



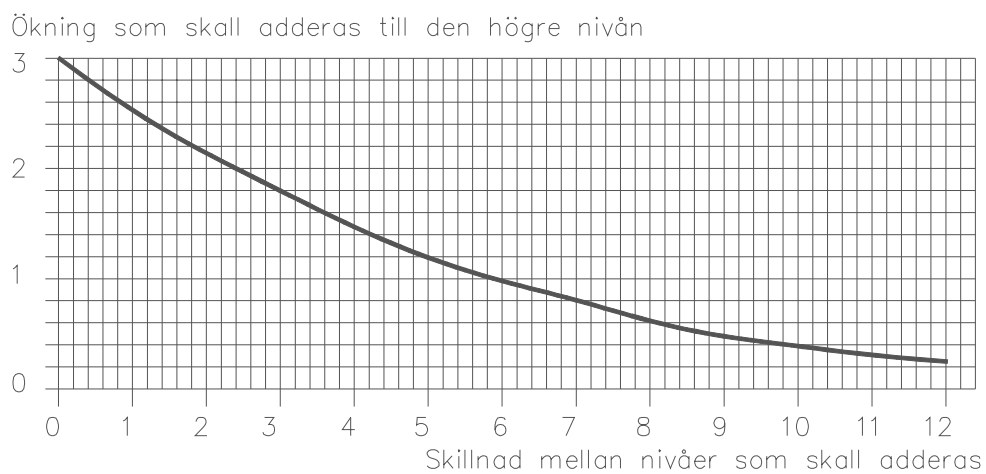
Figur 17 Ljudnivåns variation under 15 minuter på en innerstadsgata. Ekvivalentnivå 66 dB(A) maximalnivå 74 dB(A)

Flygbullernivån, FBN är ett viktat mått på ekvivalentnivån under ett år. FBN tar hänsyn till när på dygnet en bullerhändelse sker. Trafiken kvällstid (kl 19 - 22) vägs med en faktor tre och trafiken nattetid (kl 22 - 07) med en faktor 10. Exempelvis blir sex flygrörelser dagtid, fem kvällstid och fyra nattetid 61 ”flygbullerrörelser” per dygn.

9.4 Addition av ljud

Decibel är ett logaritmiskt begrepp. Det innebär bl a att vid addition av buller från två lika starka bullerkällor, ökar ljudnivån med 3 dB(A). På samma sätt ger en fördubbling/ halvering av trafikmängden 3 dB(A) högre/lägre ekvivalent ljudnivå.

Addition av bullerkällor som inte är lika starka kan överslagsmässigt ske enligt *figur 18.*



Figur 18 Addition av ljudnivåer

Exempel:

<i>Skilnad mellan två nivåer som skall adderas</i>	<i>Ökning av det högsta värdet</i>
0 - 1 dB(A)	3 dB(A)
2 - 3 dB(A)	2 dB(A)
4 - 9 dB(A)	1 dB(A)
≥ 10 dB(A)	0 dB(A)

9.5 Akustiska nyckeltal

Upplevelsen av skillnader i bullernivå kan sammanfattas som att:

- 3 dB(A) kan förnimmas som en knappt hörbar förändring.
- 8 - 10 dB(A) upplevs som en fördubbling/halvering av ljudet.

En fördubbling eller halvering av trafikmängden ändrar den ekvivalenta ljudnivån med

3 dB(A). Den maximala nivån berörs ej av mängden trafik. Det bullrigaste fordonet bestämmer nivån.

En hastighetsminskning från 70 km/h till 50 km/h ger teoretiskt ca 4 dB(A) lägre ekvivalentnivå. En minskning från 50 km/h till 30 km/h ger 2 dB(A) lägre nivå.

9.6 Kommentarer

Åter till sommardagen i trädgården. När vinden blåser mot trafikleden böjer ljudvågorna uppåt så att trädgården hamnar i "ljudskugga". Även en vindstilla sommardag fås motsvarande fenomen. Tack vare att luften är varmast närmast marken böjs ljudvågorna uppåt. En ytterligare orsak är den högre bakgrundsnivån dagtid, orsakad av vindens sus, lövens prasslande, fågelkvitter och många andra av dagens ljud. Dessa bakgrundsljud döljer de rester av trafikbuller som vi annars skulle ha hört, de maskerar trafikbullret. På natten är de maskerande ljuden borta. Det är vindstilla och lufttemperaturen är lägst nära markytan vilket gör att ljudet böjs ned mot marken. Vi hör trafiken nattetid men inte dagtid.

Rapport: S-14838-r-B
Metodkopia
Datum: 2002-06-10
Antal sid: 20
Bilagor: S-14838/B01 - B02

Stockholms län Metod för bullerkartläggning

Uppdragsgivare: Länsstyrelsen i Stockholms län, Miljö- och planeringsavdelningen, genom Ulla Kujala, tel: 08-785 40 00.

Uppdrag: Beskrivning av en metod för fullständig bullerkartläggning av en hel kommun.

Handläggare:

Leif Åkerlöf

Kvalitetssäkrad:

Anne Hallin



Ingemansson Technology AB Akustik • Buller • Vibrationer

ISO 9001

Instrumentvägen 31, Box 47321, 100 74 Stockholm, Tel 08-744 57 80, Fax 08-18 26 78

Berlin	+49 30 2096 30 19	Helsingfors	+358 0692 74 67	Malmö	040-710 35	Umeå	090-13 70 70
Borlänge	0243-686 20	Jönköping	036-14 24 80	Norrköping	011-16 87 55	Uppsala	018-60 17 60
Gävle	026-10 29 29	Köpenhamn	+45 35 55 70 17	Skövde	0500-41 13 60	Örebro	019-12 11 95
Göteborg	031-774 74 00	Luleå	0920-23 08 60	Stockholm	08-744 57 80	Örnsköldsvik	0660-821 75
Kalmar	0480-49 18 90						

Org.nr: 556067-5067 Styrelsens säte: Göteborg

Innehåll

1	Bakgrund	4
2	Metoduppbyggnad.....	4
3	Datainsamling.....	5
3.1	Kartunderlag.....	6
3.1.1	Höjdkurvor	6
3.1.2	Byggnader	6
3.1.3	Vägar och järnvägar	6
3.1.4	Flygkorridorer	7
3.1.5	Sjöar och vattendrag.....	7
3.1.6	Industrier	7
3.1.7	Bullerskyddsskärmar	7
3.2	Trafikuppgifter	7
3.2.1	Väg- och gatutrafik.....	7
3.2.2	Spårburen trafik.....	8
3.2.3	Flygtrafik.....	8
3.3	Industridata.....	9
4	Beräkningsfasen	9
4.1	Beräkningsmodeller.....	9
4.1.1	Vägtrafikbuller	10
4.1.2	Buller från spårburen trafik	10
4.1.3	Flygbuller	11
4.1.4	Industribuller	11
4.2	Beräkningspunkter.....	11
4.3	Beräkningshöjder.....	11
4.4	Avstånd till bullerkällor	11
4.5	Höjdkurvor	12
4.6	Marktyp	12
4.7	Bakgrundsbuller	12
4.8	Beräkningar	12
5	Redovisningsfasen.....	16
5.1	Varje bullerslag för sig.....	17
5.2	Sammanlagrat buller.....	18
5.2.1	Dygnsbullernivå	18
5.2.2	Dagekvivalentnivån.....	18
5.2.3	Kvällsekvivalentnivån	18
5.2.4	Nattekvivalentnivån.....	18
5.2.5	L_{DEN}	19

6	Verifieringsfasen	19
7	Kommentarer	20
7.1	Tidsåtgång	20
7.2	Onoggrannhet	20

1 Bakgrund

Buller är, framförallt i större tätorter, ett stort folkhälsoproblem. I Europa utgör trafiken den vanligaste orsaken till bullerstörningar. När människan utsätts för buller är den vanligaste reaktionen en känsla av obehag men buller kan också orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation, blodtrycksförändringar och sömnstörningar samt störa samtal.

EU konstaterade i sin ”Grönbok” om framtidens bullerpolicy, november 1996, att ca 80 miljoner innevånare inom unionen har oacceptabla bullernivåer och att ytterligare 170 miljoner störs av buller.

I ett första steg för att på sikt minska bullernivåerna kommer EU under 2002 att besluta om bullerkartläggning av alla större tätbebyggelser. Dessa kartläggningar kan utföras på många olika sätt. Här beskrivs en metod för denna kartläggning.

2 Metoduppbyggnad

Metoden avser kartläggning av en hel kommun med avseende på främst buller från

- vägtrafik
- spårburen trafik
- flygtrafik
- industriverksamhet

I ett senare skede är det möjligt att inkludera buller även från andra källor, exempelvis

- skjutbanor
- motorsportbanor
- sjötrafik

Metoden bygger på kommersiella programvaror för beräkning och redovisning och uppfylla kraven i EU-direktivet och kan användas i alla län och kommuner. Nordiska beräkningsmodeller används och redovisningen är kopplad till GIS.

Resultaten kan användas

- som underlag för uppföljning av miljömålen för buller
- för övervakning av bullersituationen i länet
- som underlag i olika planerings- och lokaliseringssituationer
- som underlag för forskning för att studera samband mellan buller och hälsa
- för att kunna jämföra situationen med uppgifter från andra län eller delar av landet etc.
- för att kunna göra kvalificerade hälsokonsekvensbedömningar av buller i regionplaneringen
- för information till allmänheten eller särskilt intresserade
- i arbetet med bullerbekämpning

Kartläggningsmetoden består av fyra moment

- Datainsamling
- Beräkningar
- Redovisningar
- Eventuell verifiering

3 Datainsamling

Allt erforderligt underlag från den aktuella kommunen och till viss del från grannkommunerna samlas in;

- kartunderlag
- trafikuppgifter
- industridata

Alla insamlade data lagras i ArcView.

3.1 Kartunderlag

Metoden kräver för beräkning och redovisning digitala kartor i dxf-format, 12 eller lägre. Kostnaden för dessa kartor kan vara mycket stor och kostnadsfördelningen måste lösas innan projektet börjar.

Kartan måste innehålla minst följande separata lager.

- Höjdkurvor, x-, y-, och z- koordinater
- Byggnader x-, y-, och z- koordinater vid mark samt hushöjder
- Vägar och gator, x-, y-, och z- koordinater för vägmitt
- Järnvägar, x-, y-, och z- koordinater för spårmit
- Flygkorridorer, x-, y-, och z- koordinater samt bredd för flygkorridorerna
- Sjöar och vattendrag, x-, y-, och z- koordinater
- Industrier, x-, y-, och z- koordinater för central punkt i respektive industri
- Bullerskyddsskärmar, x-, y-, och z- koordinater samt höjder

Vissa av dessa uppgifter och lager kan fås direkt från kommunen medan för andra delar måste vissa antaganden göras och egna lager upprättas.

3.1.1 Höjdkurvor

Höjdkurvorna måste, för att beräkningarna skall kunna göras vara sammanhållna och innehålla z – koordinater. Vid behov måste kurvorna slutas ”för hand” och z – koordinaterna läggas in för hand.

För att få en rimlig beräkningstid rekommenderas att endast höjdkurvor motsvarande 5 m ekvidistans tas med.

3.1.2 Byggnader

Hushöjderna måste normalt läggas in för hand. Beroende på typ av bebyggelse görs vissa generaliseringar. Oftast kan utan att det påverkar resultatet i alltför stor grad alla byggnader ges en generell höjd av 6 m höjd. För speciellt högs hus, där nivå vid fasad önskas, anges högre höjd.

3.1.3 Vägar och järnvägar

Uppgifterna om vägar och järnvägar är oftast komplett, dock kan det förekomma dubbla koordinater vilket inte enkelt kan upptäckas. Kan vara en orsak till att beräkningar inte kan slutföras.

3.1.4 Flygkorridorer

Flygvägar finns normalt inte i kommunens karta utan måste skapas med uppgifter från Luftfartsverket. In- och utflygningsvägar i form av korridormitt och korridorsidor ritas och koordinatsätts som linjer i luften.

3.1.5 Sjöar och vattendrag

Särskilt lager med sjöar underlättar.

3.1.6 Industrier

Aktuella industrier, större köpcenter etc läggs in för hand.

3.1.7 Bullerskyddsskärmar

Bullerskärmar kan finnas på kommunens kartor men oftast saknas skärmhöjd som måste läggas in för hand. Även större skärningar och liknande nära bullerkällorna bör läggas in som skärmar.

3.2 Trafikuppgifter

3.2.1 Väg- och gatutrafik

Från väghållaren inhämtas trafiksiffror för det år kartläggningen avser, uppmätta värden eller beräknade / bedömda värden för varje väg / gata i följande omfattning

- antal fordon / vardagsmedeldygn
- andel tung trafik
- skyltad hastighet
- trafikfördelningen över dygnet, dag 06 – 18, kväll 18 – 22 och natt 22 – 06.

Vid större än 25 % variation av trafiksiffrorna på en väg anges värden för olika delar.

Omfattningen av trafikmätningar varierar från kommun till kommun. För flera vägar måste ofta trafikuppgifterna uppskattats. I de fall siffror saknades helt, främst lokalgator / villagator, anges en generell trafikmängd på 500 fordon / vardagsdygn, 10 % tung trafik och 30 km/h.

Saknas uppgifter om trafikfördelningen över dygnet kan följande schablonvärden användas.

<i>Tidsrymd</i>	<i>Andel av dygnstrafiken</i>
Dag	72 %
Kväll	20 %
Natt	8 %

Om uppgifter om andelen tung trafik inte kan fås eller uppskattas med kommunens hjälp används schablonvärdet 10 %.

När det gäller hastigheten används skyltad hastighet om inget annat är uppenbart. Ingen hänsyn till sträckor med 30 km/h vid exempelvis skola behöver tas. Effekten på bullernivån är lokalt mindre än 1 dB(A).

Samtliga trafikuppgifter läggs in i databas ArcView.

3.2.2 Spårburen trafik

Från Banverket respektive SL inhämtas för varje bana och del av bana trafiksiffror för det år kartläggningen avser i följande omfattning

- typ av tåg
- totalt passerande tåglängd per vardagsdygn per tågtyp
- skyltad hastighet
- trafikfördelningen över dygnet, dag 06 – 18, kväll 18 – 22 och natt 22 – 06.

Dessa uppgifter, som är lätta att få fram, läggs in i databas ArcView.

3.2.3 Flygtrafik

Från Luftfartsverket inhämtas trafiksiffror för de olika flygvägarna eller delar av flygvägarna för det år kartläggningen avser i följande omfattning.

- typ av plan
- typ av flygrörelse (start, landning eller överflygning)
- trafikfördelningen över dygnet, dag 06 – 18, kväll 18 – 22 och natt 22 – 06.

Dessa uppgifter, som inte är helt lätta att få fram, läggs in i databas ArcView.

3.3 Industridata

Kommunen har förteckning över tillståndspliktig industri. Möjligen finns då även bulleruppgifter. I övrigt bestäms bulleralstringen, källstyrkan, för industrierna genom översiktliga mätningar. I de fall mätningar inte är möjliga beräknas källstyrkan utgående från en antagen källstyrka motsvarande 50 dB(A) dagtid, 45 dB(A) kvällstid respektive 40 dB(A) nattetid i industrins tomtgräns alternativt används erfarenhetsvärden från liknande fall.

Samtliga trafikuppgifter läggs in i databas ArcView. Härvid skall utöver koordinater för en central punkt för industrin eller olika bullerkällor inom industrin ingå källdata avseende:

- Ekvivalentnivå för den tid verksamheten pågår dagtid 07 – 18
- Ekvivalentnivå för den tid verksamheten pågår kvällstid 18 – 22
- Ekvivalentnivå för den tid verksamheten pågår nattetid 22 – 07

Dessa uppgifter läggs in i databas ArcView.

4 Beräkningsfasen

4.1 Beräkningsmodeller

Vid beräkningarna är fyra beräkningsmodeller aktuella

- Den samnordiska beräkningsmodellen för vägtrafikbuller, reviderad 1996. (Naturvårdsverkets rapport 4653).
- Den samnordiska beräkningsmodellen för buller från spårburen trafik, 1998, (Naturvårdsverkets rapport 4935).
- Nordisk beräkningsmodell för flygbuller.
- Den samnordiska beräkningsmodellen för externt industribuller.

Eftersom kartläggningen omfattar ett så stort område att hänsyn måste tas till buller från vägar och järnvägar på större avstånd än 300 m kunde inte de samnordiska beräkningsmodellerna för trafikbuller användas fullt ut. För många av trafikbullerberäkningarna används därför kombination av olika beräkningsmodeller.

4.1.1 Vägtrafikbuller

Samtliga vägar och gator delas in i tre kategorier

- Gator och vägar med högst 12 000 fordon och högst 50 km/h eller högst 5 000 fordon och 70 km/h
- Lokalgator med liten trafik
- Övriga gator och vägar

Bullret från gator och vägar med högst 12 000 fordon och högst 50 km/h beräknades enligt vägtrafikmodellen även på större avstånd än 300 m. Detta bedöms inte påverka resultatet med mindre än 1 dB och då endast på stora avstånd. På 300 m avstånd blir vid 12 000 fordon ekvivalentnivån ca 40 dB(A).

För övriga vägar görs beräkningarna i följande steg:

- Med hjälp av den samnordiska modellen beräknas ekvivalent ljudnivå på 25 m avstånd från vägmitt (hård mark).
- Det erhållna 25 m - värdet omräknades till källstyrka för en linjekälla. Källstyrkan anges i ljudeffektnivå per meter, dB(A) / m.
- Bullerutbredningen beräknas med industribullermodellen.

Sambandet mellan ljudnivån på 25 m och källstyrkan sattes till $L_w = L_{p25} + 38$ dB

4.1.2 Buller från spårburen trafik

För tunnelbanan utförs beräkningarna enligt den samnordiska beräkningsmodellen för spårburen trafik.

För järnvägarna görs beräkningarna i följande steg:

- Med hjälp av den samnordiska modellen beräknas ekvivalent ljudnivå på 25 m avstånd från spårmitt (hård mark).
- Det erhållna 25 m - värdet omräknades till källstyrka för en linjekälla. Källstyrkan anges i ljudeffektnivå per meter, dB(A) / m.
- Bullerutbredningen beräknades med industribullermodellen.

Sambandet mellan ljudnivån på 25 m och källstyrkan sattes till $L_w = L_{p25} + 38$ dB.

4.1.3 Flygbuller

För flygbullret görs beräkningarna i följande steg:

- Med hjälp av ljuddata för aktuella flygplanstyper samt trafikuppgifter beräknades källstyrkan för varje flygväg.
- Det med hjälp av den nordiska beräkningsmodellen erhållna värdet omräknades till källstyrka för en linjekälla. Källstyrkan anges i ljudeffektnivå per meter, dB(A) / m.
- Bullerutbredningen beräknades med industribullermodellen.
- Vid beräkningarna läggs 50 % av trafiken på aktuell flygväg centriskt i flygkorridoren och 25 % längs vardera sidan av korridoren.

4.1.4 Industribuller

Buller från industrierna beräknades helt enligt industribullermodellen. Källstyrkan beräknas utgående från mätningar vid industrierna.

4.2 Beräkningspunkter

Beräkningarna skall utföras med punkterna i 10 m rutnät, ”10 x 10 meters grid”. (Dock rekommenderas i ett första steg 100 x 100 meters grid för att kontrollera att allt fungerar.)

4.3 Beräkningshöjder

Beräkningar skall utföras för höjderna

- 2 m över mark
- 4 m över mark

4.4 Avstånd till bullerkällor

Vid beräkningar skall hänsyn tas till bullerkällor upp till följande avstånd.

- Lokalgator 300 m
- Större vägar och järnvägarna, 5 km
- Flygtrafik, 10 km
- Övriga bullerkällor 1 km

4.5 Höjdkurvor

Beräkningarna skall utföras med 5 m ekvidistans.

4.6 Marktyp

Vid beräkningarna anges marken som mjuk om inte annat är uppenbart. Exempel på undantag, dvs hård mark är

- sjöar
- större parkerings- och industriytor
- vägar, gator och torg

4.7 Bakgrundsbuller

Eftersom endast bullerkällor inom 5 km avstånd tas med i beräkningarna fås utöver detta ett allmänt "bakgrundsbuller" från ett mycket stort antal bullerkällor, både inom och utom kommunen. Detta bakgrundsbuller kan i beräkningsfasen endast uppskattas utgående från översiktliga mätningar. I verifieringsfasen kan bakgrundsbullret noggrannare bestämmas.

Bakgrundsbullret bedöms från fall till fall utgående från mätningar och / eller överslagsberäkningar. I exempelvis Huddinge kommun ansattes 30 dB(A) i bakgrundsnivå. I beräkningen av det sammanlagrade bullret skall därför adderas 30 dB(A) till alla beräkningspunkter.

4.8 Beräkningar

Antalet beräkningar varierar beroende på hur många bullerkällor och delbullerkällor kartläggningen avser. Följande beräkningar skall exempelvis göras för kommuner i Stockholms län.

L_{eq} är därvid den ekvivalenta ljudnivån för angiven tidsperiod.

L_{DEN} enligt EU's kommande direktiv avser en vägd dygnsekvivalentnivå då kvällsekvivalentnivån ökas med 5 dB och nattekvivalentnivån ökas med 10 dB. Den logaritmiska summan, ekvivalentnivån, av dessa olika bidrag beräknas därefter.

<i>Bullerkälla</i>	<i>Delbullerkälla</i>	<i>Nivåtyp</i>	<i>Tidsperiod</i>	<i>Beräkningshöjd</i>
Vägtrafik	Större vägar	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Vägtrafik	Mellanvägar	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Vägtrafik	Lokalgator	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m

Vägtrafik	Alla vägar	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Vägtrafik	Större vägar	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Vägtrafik	Mellanvägar	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Vägtrafik	Lokalgator	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Vägtrafik	Alla vägar	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Spårtrafik	T-bana	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	Järnväg	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	All spårtrafik	L_{eq}	Dygn	2 m
			Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	T-bana	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Spårtrafik	Järnväg	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m

Spårtrafik	All spårtrafik	L_{eq}	Dygn	4 m
			Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Flygtrafik	Arlanda	FBN L_{DEN}		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
Flygtrafik	Bromma	FBN L_{DEN}		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
Flygtrafik	Allt flyg	FBN L_{DEN}		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
Flygtrafik	Arlanda	FBN L_{DEN}		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
Flygtrafik	Bromma	FBN L_{DEN}		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
Flygtrafik	Allt flyg	FBN L_{DEN}		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
Industri		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Industri		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m
Alla		Dygnsbullernivå		2 m
		L_{eq}	Dag	2 m
			Kväll	2 m
			Natt	2 m
		L_{DEN}		2 m
Alla		Dygnsbullernivå		4 m
		L_{eq}	Dag	4 m
			Kväll	4 m
			Natt	4 m
		L_{DEN}		4 m

5 Redovisningsfasen

Exempel på redovisning ges i bilaga S-14838-B03.

Redovisningen av beräknade bullernivåer sker i flerfärg i ArcView i steg om 5 dB enligt svensk och internationell standard SS-ISO 1996-2.

Följande färger och indelning gäller därvid. För närmare färgbeskrivning hänvisas till bilaga S-14838-B01.

<i>Bullerintervall, dB(A)</i>	<i>Färg</i>
> 80	Mörkblå
75 – 80	Blå
70 – 75	Lila
65 – 70	Rödbrun
60 – 65	Röd
55 – 60	Orange
50 – 55	Ockra
45 – 50	Gul
40 – 45	Mörkgrön
35 – 40	Grön
< 35	Ljusgrön

Redovisningen visar nivå 2 respektive 4 m över mark samt vid fasad för byggnader högre än 2 våningar.

För att öka orienterbarheten markeras sjöar med två färger, randigt, blått för sjö och bullerfärg enligt ovan.

Exempel på redovisning ges i bilaga S-14838-B02.

5.1 Varje bullerslag för sig

Redovisningen skall avse

<i>Bullerkälla</i>	<i>Nivåtyp</i>	<i>Tidsperiod</i>	<i>Beräkningshöjd</i>
Vägtrafik	L_{eq}	Dygn	2 m
		Dag	2 m
		Kväll	2 m
		Natt	2 m
	L_{DEN}		2 m
Vägtrafik	L_{eq}	Dygn	4 m
		Dag	4 m
		Kväll	4 m
		Natt	4 m
	L_{DEN}		4 m
Spårtrafik	L_{eq}	Dygn	2 m
		Dag	2 m
		Kväll	2 m
		Natt	2 m
	L_{DEN}		2 m
Spårtrafik	L_{eq}	Dygn	4 m
		Dag	4 m
		Kväll	4 m
		Natt	4 m
	L_{DEN}		4 m
Flygtrafik	FBN L_{DEN}		2 m
	L_{eq}	Dag	2 m
		Kväll	2 m
		Natt	2 m
Flygtrafik	FBN L_{DEN}		4 m
	L_{eq}	Dag	4 m
		Kväll	4 m
		Natt	4 m
Industri	L_{eq}	Dag	2 m
		Kväll	2 m
		Natt	2 m
	L_{DEN}		2 m
Industri	L_{eq}	Dag	4 m
		Kväll	4 m
		Natt	4 m
	L_{DEN}		4 m
Alla bullerkällor	L_{eq}	Dygn	2 m
	L_{eq}	Dag	2 m
	L_{eq}	Kväll	2 m
	L_{eq}	Natt	2 m
	L_{DEN}		2 m
Alla bullerkällor	L_{eq}	Dygn	4 m
	L_{eq}	Dag	4 m
	L_{eq}	Kväll	4 m
	L_{eq}	Natt	4 m
	L_{DEN}		4 m

5.2 Sammanlagrat buller

5.2.1 Dygnsbullernivå

Redovisningen av dygnsbullernivå avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Flygbullernivå, FBN i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)

2 respektive 4 m över mark.

5.2.2 Dagekvivalentnivån

Redovisningen av dagekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)

2 respektive 4 m över mark.

5.2.3 Kvällsekvivalentnivån

Redovisningen av kvällsekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för kväll, L_{eq} i dB(A)

2 respektive 4 m över mark.

5.2.4 Nattekvivalentnivån

Redovisningen av nattekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för natt, L_{eq} i dB(A)

2 respektive 4 m över mark.

5.2.5 L_{DEN}

Redovisningen av nattekvivalentnivån avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: L_{DEN} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: L_{DEN} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: L_{DEN} (FBN) i dB(A)
- Buller från industrier: L_{DEN} i dB(A)

2 respektive 4 m över mark.

6 Verifieringsfasen

Med hänsyn till erfarenheterna i projektet föreslås att det normalt inte genomförs mätningar. De beräknade nivåerna bör utgöra de värden som används vid exempelvis bedömningar av åtgärder, jämförelse mellan olika kommuner etc.

Skall mätningar utföras kan två typer av mätningar vara aktuella.

- obevakade långtidsmätningar
- bevakade korttidsmätningar

Långtidsmätningarna skall ske under minst en veckas tid med långtidsregistrerande mätinstrument. Mätningarna skall utvärderas med hänsyn till de väderförhållanden som rådde under mättiden och resultaten jämförs med beräknade nivåer. Härvid kan de totala bullernivåerna under olika delar av dygnet bestämmas från alla bullerkällor liksom dimensionerande nivåer med hänsyn till vindriktning etc. Vidare kan ”bakgrundsnivån” bestämmas.

Korttidsmätningarna sker under några timmar och förutsätter medvindsförhållande från den dominerande bullerkällan. Härvid kan, under kontrollerbara förhållanden, bullernivåerna bestämmas på olika avstånd från dominerande bullerkällor vid dimensionerande väderförhållanden.

Erfarenheterna av framförallt långtidsmätningarna är dock dåliga på grund av att störningar från andra ”bullerkällor” exempelvis fågelsång och lekande barn ofta förekommer samt att det är svårt att exempelvis få representativa trafikfall för främst flyget.

Korttidsmätningarna har visst värde då de ger en uppfattning om ljudutbredningen på större avstånd från en given bullerkälla. Vidare kan i stor omfattning ovälkomna ljud uteslutas.

De beräknade nivåerna skall utgöra de ”riktiga” värden som används vid exempelvis bedömningar av åtgärder, jämförelse mellan olika kommuner etc. Mätningar är därvid inte nödvändiga annat än för kontroll av vissa speciella situationer. I dessa fall rekommenderas korttidsmätningar där kontroll på väder- och trafikförhållandena kan göras relativt enkelt.

7 Kommentarer

7.1 Tidsåtgång

Den tidskritiska faktorn för kartlägningsarbetet är beräkningsfasen. Enbart datortiden för beräkningarna som beskrivits ovan uppgår för en medelstor kommun till ca 20 dygn.

Total tidsåtgång för kartläggning av pilotkommunen uppskattas till

Kartlägningsfasen	4 veckor
Beräkningsfasen	6 veckor
Redovisningsfasen	4 veckor
Verifieringsfasen	6 veckor

7.2 Onoggrannhet

Noggrannheten, eller onoggrannheten, i beräknade och redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).

Noggrannheten eller onoggrannheten i beräknade nivåer enligt använda nordiska beräkningsprogram bedöms enligt uppgift vara ± 2 dB(A). De förenklingar och kompromisser mellan noggrannhet och tidsåtgång som ingår i kartlägningsmetoden ökar onoggrannheten varför den totala noggrannheten, eller onoggrannheten, i beräknade och redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).

Rapport: S-14838-r-C
Datum: 2002-06-10
Antal sid: 16
Bilagor: S-14838/C01 - C53

Stockholms län **Huddinge kommun - Bullerkartläggning**

Uppdragsgivare: Länsstyrelsen i Stockholms län, Miljö- och planeringsavdelningen, genom Ulla Kujala, tel: 08-785 40 00.

Uppdrag: Kartläggning av buller i Huddinge kommun.

Handläggare:

Leif Åkerlöf

Kvalitetssäkrad:

Anne Hallin



Ingemansson Technology AB Akustik • Buller • Vibrationer

ISO 9001

Instrumentvägen 31, Box 47321, 100 74 Stockholm, Tel 08-744 57 80, Fax 08-18 26 78

Berlin	+49 30 2096 30 19	Helsingfors	+358 0692 74 67	Malmö	040-710 35	Umeå	090-13 70 70
Borlänge	0243-686 20	Jönköping	036-14 24 80	Norrköping	011-16 87 55	Uppsala	018-60 17 60
Gävle	026-10 29 29	Köpenhamn	+45 35 55 70 17	Skövde	0500-41 13 60	Örebro	019-12 11 95
Göteborg	031-774 74 00	Luleå	0920-23 08 60	Stockholm	08-744 57 80	Örnsköldsvik	0660-821 75
Kalmar	0480-49 18 90						

Org.nr: 556067-5067 Styrelsens säte: Göteborg

Innehåll

1	Bakgrund	2
2	Sammanfattning.....	3
3	Kartläggningsmetod	3
4	Underlag	4
5	Resultat.....	4
6	Verifiering	7
6.1	Långtidsmätningar.....	7
6.2	Korttidsmätningar.....	7
6.3	Tidigare kartläggningar	8
6.4	Kommentarer.....	8
7	Bedömningsgrunder	8
7.1	Vad är ljud?	8
7.1.1	Ljudutbredning.....	9
7.1.2	Exempel på ljudnivåer.....	10
7.2	Störningsmått	11
7.2.1	Addition av ljud.....	12
7.2.2	Akustiska nyckeltal	13
7.2.3	Kommentarer.....	13
7.3	Riktvärden	13
7.3.1	Buller från vägtrafik.....	14
7.3.2	Buller från spårburen trafik	14
7.3.3	Buller från flygtrafik	15
7.3.4	Buller från industriverksamhet.....	15
8	Kommentarer.....	16
8.1	Onoggrannhet.....	16

1 Bakgrund

Buller är, framförallt i större tätorter, ett stort folkhälsoproblem. I Europa utgör trafiken den vanligaste orsaken till bullerstörningar. När människan utsätts för buller är den vanligaste reaktionen en känsla av obehag men buller kan också orsaka stressreaktioner, trötthet, irritation, blodtrycksförändringar och sömnstörningar samt störa samtal.

I ett första steg för att på sikt minska bullernivåerna kommer EU under 2002 att besluta om bullerkartläggning av alla större tätbebyggelser. Bullerkartläggningen av Huddinge i Stockholms län är i delprojekt i detta arbete.

2 Sammanfattning

Bullersituationen i Huddinge kommun har kartlagts genom beräkningar och verifierande mätningar med hjälp av en metod som framtagits i pilotprojekt under 2001 - 2002.

Buller från följande källor ingår i kartläggningen

- vägtrafik
- spårburen trafik
- flygtrafik
- industriverksamhet

Hänsyn tas både till det buller som alstras i kommunen och buller från andra kommuner. Beräkningar har därvid utförts i ca 15 miljoner beräkningspunkter.

Resultatet i kartläggningen redovisas på 46 kartbilder. Noggrannheten i redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).

3 Kartläggningsmetod

Bullerkartläggningen har skett enligt den i ett pilotprojekt åt länsstyrelsen år 2001 – 2002 framtagna metoden.

Kartläggningsmetoden består av fyra moment

- Datainsamling
- Beräkningar
- Redovisningar
- Verifiering

och avser kartläggning av hela Huddinge kommun med avseende på buller från

- vägtrafik
- spårburen trafik
- flygtrafik
- industriverksamhet

Hänsyn tas både till det buller som alstras i kommunen och buller från andra kommuner.

Metoden bygger på kommersiella programvaror för beräkning och redovisning, SoundPlan för bullerberäkningar och ArcView för datalagring och kartredovisning.

4 Underlag

Kartläggningen bygger på insamlade data. Allt insamlat underlag redovisas i bilagor enligt nedan.

Bullerkälla	Bullerunderlag	Bilaga S-14838-
Väg- och gatutrafik	Antal fordon på respektive gata / väg etc	C01
Spårburen trafik	Antal tåg på stambanan respektive tunnelbanetåg	C02
Flygtrafik	Antal flygrörelser och flygvägar	C03
Industrier	Typ av industri, plats och bullermätningar	C04
Bullerskyddskärmar	Aktuella bullerskyddsskärmar	C05

5 Resultat

Bullersituationen redovisas i steg om 5 dB, från < 35dB(A) - > 80 dB(A), på digitala och analoga ritningar enligt följande

L_{eq} är därvid den ekvivalenta ljudnivån för angiven tidsperiod.

L_{DEN} enligt EU's kommande direktiv avser en vägd dygnsekvivalentnivå då kvällsekvivalentnivån ökas med 5 dB och nattekvivalentnivån ökas med 10 dB. Den logaritmiska summan, ekvivalentnivån, av dessa olika bidrag beräknas därefter.

Ritning nr	Bullerkälla	Nivåtyp	Tidsperiod	Beräkningshöjd
C06	Vägtrafik	L _{eq}	Dygn	2 m
C07			Dag	2 m
C08			Kväll	2 m
C09			Natt	2 m
C10		L _{DEN}		2 m
C11	Vägtrafik	L _{eq}	Dygn	4 m
C12			Dag	4 m
C13			Kväll	4 m
C14			Natt	4 m
C15		L _{DEN}		4 m
C16	Spårtrafik	L _{eq}	Dygn	2 m
C17			Dag	2 m
C18			Kväll	2 m
C19			Natt	2 m
C20		L _{DEN}		2 m
C21	Spårtrafik	L _{eq}	Dygn	4 m
C22			Dag	4 m
C23			Kväll	4 m
C24			Natt	4 m
C25		L _{DEN}		4 m
C26	Flygtrafik	FBN L _{DEN}		2 m
C27		L _{eq}	Dag	2 m
C28			Kväll	2 m
C29			Natt	2 m
C30	Flygtrafik	FBN L _{DEN}		4 m
C31		L _{eq}	Dag	4 m
C32			Kväll	4 m
C33			Natt	4 m
C34	Industri	L _{eq}	Dag	2 m
C35			Kväll	2 m
C36			Natt	2 m
C37		L _{DEN}		2 m
C38	Industri	L _{eq}	Dag	4 m
C39			Kväll	4 m
C40			Natt	4 m
C41		L _{DEN}		4 m
C42	Alla bullerkällor	"L _{eq} " ¹⁾	Dygn	2 m
C43		L _{eq}	Dag	2 m
C44		L _{eq}	Kväll	2 m
C45		L _{eq}	Natt	2 m
C46		L _{DEN}		2 m
C47	Alla bullerkällor	"L _{eq} " ¹⁾	Dygn	4 m
C48		L _{eq}	Dag	4 m
C49		L _{eq}	Kväll	4 m
C50		L _{eq}	Natt	4m
C51		L _{DEN}		4 m

¹⁾ Redovisningen av dygnsbullernivå avser den logaritmiska summan av:

- Vägtrafikbuller: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från spårburen trafik: Ekvivalent ljudnivå för dygn, L_{eq} i dB(A)
- Buller från flygtrafik: Flygbullernivå, FBN i dB(A)
- Buller från industrier: Ekvivalent ljudnivå för dag, L_{eq} i dB(A)

Redovisningen av beräknade bullernivåer har skett i flerfärg i ArcView i steg om 5 dB enligt svensk standard SS-ISO 1996-2.

<i>Bullerintervall, dB(A)</i>	<i>Färg</i>
> 80	Mörkblå
75 – 80	Blå
70 – 75	Lila
65 – 70	Rödbrun
60 – 65	Röd
55 – 60	Orange
50 – 55	Ockra
45 – 50	Gul
40 – 45	Mörkgrön
35 – 40	Grön
< 35	Ljusgrön

6 Verifiering

För att verifiera beräkningarna har mätningar utförts i 10 punkter. Två typer av mätningar genomfördes

- obevakade långtidsmätningar
- bevakade korttidsmätningar

Vidare har jämförelse gjorts med tidigare kartläggningsuppdrag för Huddinge kommun, ”Kartläggning av tysta områden år 2000.”

Långtidsmätningarna skedde under en veckas tid med långtidsregistrerande mätinstrument. Mätningarna har utvärderas med hänsyn till de väderförhållanden som rådde under mättiden och resultaten jämförs med beräknade nivåer.

Korttidsmätningarna har skett under några timmar vid medvind från en dominerande bullerkällan.

Mätpunkterna redovisas i bilaga S-14838-C52. Resultatet av mätningarna samt jämförelse med beräknade nivåer ges i tabell nedan.

6.1 Långtidsmätningar

Mätpunkt	Uppmätta nivåer, dB(A)				Jämförbara beräknade nivåer, dB(A)			
	Dag	Kväll	Natt	Dygn	Da	Kv	Na	Dy
Fräkenbotten	49	43	40	47	43	35	35	40
Gladö	42	36	32	40	46	43	35	45
Per Hjertas väg	56	58	50	55	59	55	50	58
Byggmästarvägen	49	48	42	47	50	45	40	47

6.2 Korttidsmätningar

Mätpunkt	Utförda mätningar			Beräknad nivå, dB(A)
	Trafikslag / avstånd, m	Vind	Resultat dB(A)	
Kolartorp	Häradsvägen / 1400	O 2	38	38
Kolartorp	Södertäljevägen / 1100	NV 5	45	47
Balingsholm	Lännavägen / 1000	SV 5	40	41
Balingsholm	Ågestavägen / 1200	O 2	34	36
Ågesta	Nynäsvägen / 1400	SO 4	42	42

6.3 Tidigare kartläggningar

En jämförelse mellan den nu utförda och den tidigare, år 2000, utförda kartläggningarna visar på god överensstämmelse i de flesta fall. Ingen närmare analys av smärre avvikelser har gjorts.

6.4 Kommentarer

Långtidsmätningarna har begränsat värde på grund av

- störningar från andra "bullerkällor" exempelvis fågelsång och lekande barn
- svårigheter att kontrollera vindriktningar etc
- svårigheter att få representativa trafikfall för främst flyget och industrin

Korttidsmätningarna har visst värde då de ger en uppfattning om ljudutbredningen på större avstånd från en given bullerkälla. Vidare kan i stor omfattning ovälkomna ljud uteslutas.

Överensstämmelsen mellan uppmätta och beräknade nivåer är relativt god för långtidsmätningarna i mer bullriga miljöer men sämre för mätningarna i tysta miljöer.

Med hänsyn till erfarenheterna i projektet föreslås att de beräknade nivåerna skall utgöra de "riktiga" värden som används vid exempelvis bedömningar av åtgärder, jämförelse mellan olika delar av kommunen etc.

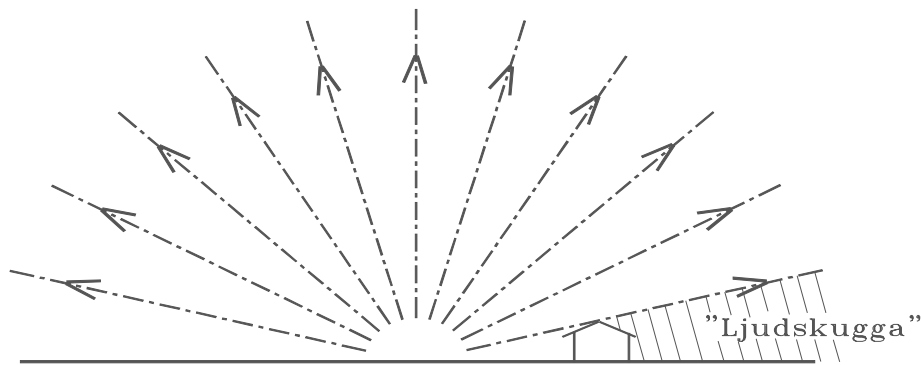
7 Bedömningsgrunder

7.1 Vad är ljud?

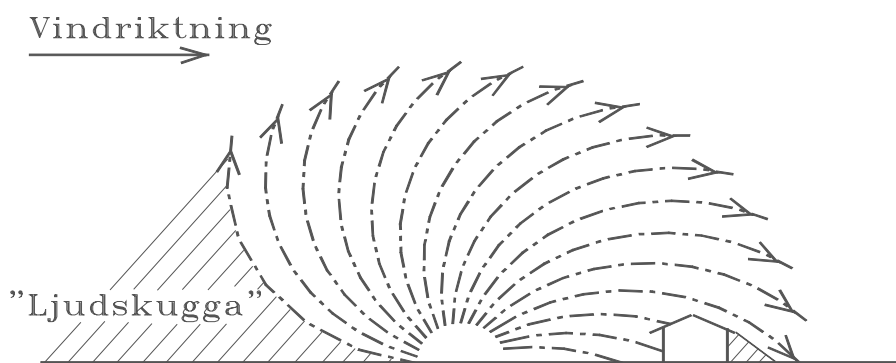
En sommardag i trädgården, några hundra meter från trafikleden, hörs bara vindens sus i grenar och löv, vinden som blåser mot trafikleden, och så emellanåt en bil på lokalgatan eller grannarnas gräsklippare. På natten, med öppet fönster i sovrummet, hörs emellertid ett evigt brus från trafiken. Det har många noterat och undrat varför trafikbullret hörs mer på natten trots glesare trafik än på dagen. Förklaringar till fenomenet finns i ljudets olika egenskaper.

7.1.1 Ljudutbredning

Om luftmassan över en ljudkälla är helt ostörd kommer ljudet att utbreda sig sfäriskt, som ett expanderande halvklot, se *figur 8*. Om vinden blåser kommer luftmassans hastighet att öka med höjden över marken och ljudutbredningen kan då komma att se ut som i *figur 9*. Ljudet förstärks i lä om ljudkällan och dämpas på vindsidan. Liknande effekter kan uppstå då ljudhastigheten ändrar sig med höjden över marken. Om det är varmast vid marken och temperaturen faller med höjden, som under en högsommardag, kommer ljudhastigheten också att avta med höjden och ljudet kommer att böjas bort från marken så att det blir tystare i omgivningen. Om det motsatta inträffar, s k temperaturinversion, vilket är vanligt under nätter med klar himmel, kommer ljudet att böjas av mot marken, så att ljud hörs på stort avstånd, även bakom skärmande föremål.



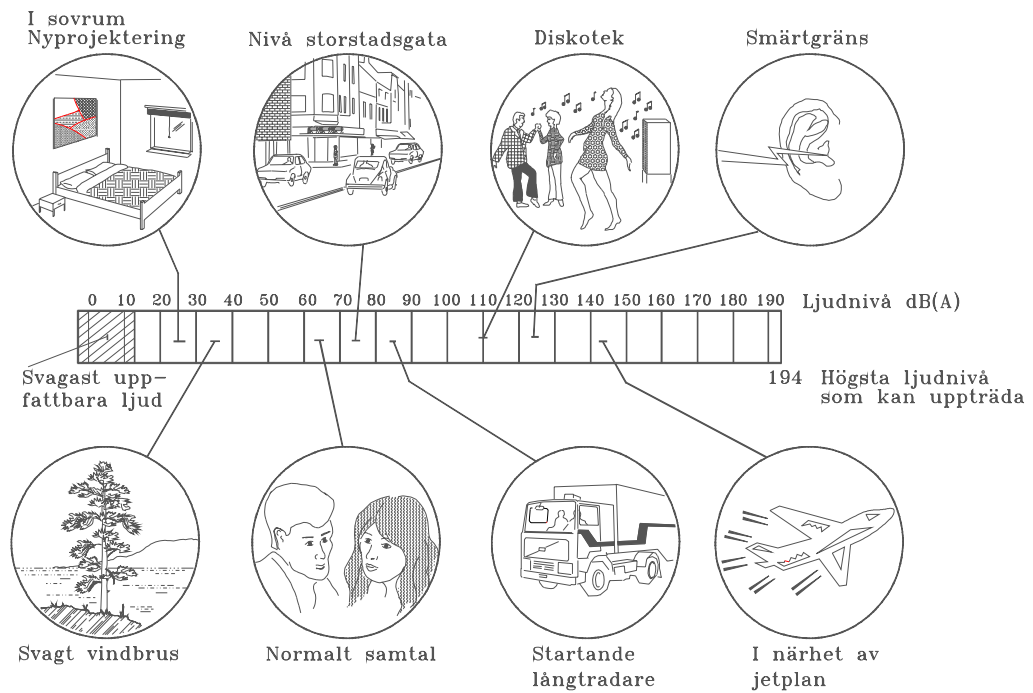
Figur 8 Principskiss för ljudutbredning utan inverkan av vind



Figur 9 Principskiss för ljudutbredning vid inverkan av vind

7.1.2 Exempel på ljudnivåer

För att ge en viss uppfattning av vad olika ljudnivåer innebär ges nedan exempel på ljudnivåer vid olika aktiviteter.



Figur 16 Exempel på ljudnivåer

7.2 Störningsmått

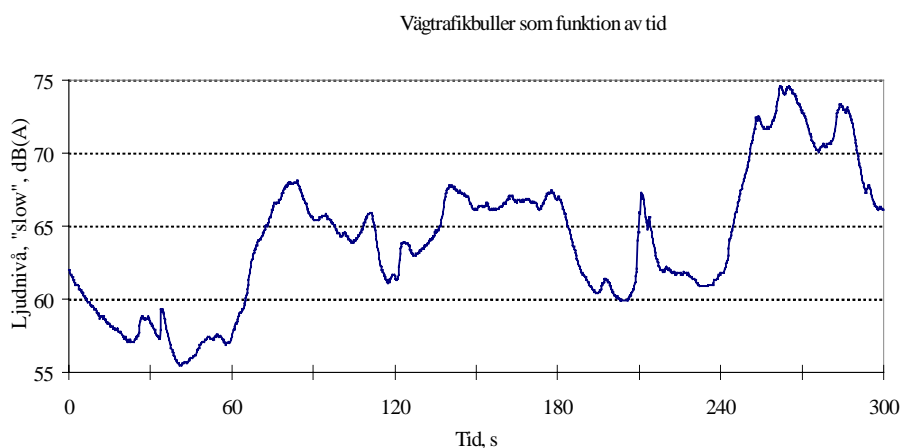
För beskrivning av buller vars styrka är konstant i tiden används ljudnivå i dB(A). Det är ett enkelt störningsmått att arbeta med och kan direkt mätas med ljudnivåmätare.

Ingående undersökningar har visat att ljudnivån kan användas som grund för mera sofistikerade störningsmått, för att beskriva fluktuerande buller. I Sverige används bland annat *ekvivalent* respektive *maximal ljudnivå* för trafikbuller och externt industribuller.

När det gäller buller från flygtrafik används en form av vägd ekvivalent ljudnivå som kallas *flygbullernivå*, FBN.

Ekvivalent ljudnivå avser en medelljudnivå under en given tidsperiod, för trafikbuller oftast ett dygn.

Maximal ljudnivå avser den högsta ljudnivån under en viss period, exempelvis för en serie fordonspassager. Har normalt endast betydelse nattetid, kl 22 - 06.



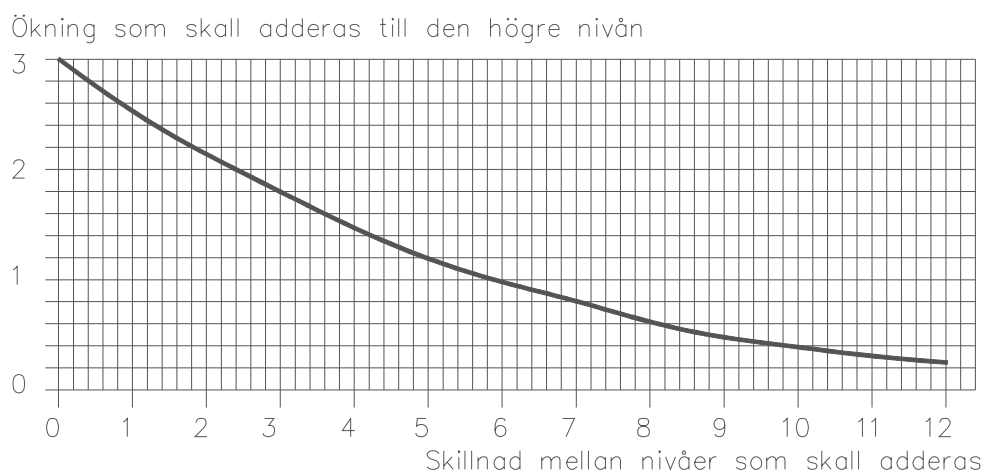
Figur 17 Ljudnivåns variation under 15 minuter på en innerstadsgata. Ekvivalentnivå 66 dB(A) maximalnivå 74 dB(A)

Flygbullernivån, FBN är ett viktat mått på ekvivalentnivån under ett år. FBN tar hänsyn till när på dygnet en bullerhändelse sker. Trafiken kvällstid (kl 19 - 22) vägs med en faktor tre och trafiken nattetid (kl 22 - 07) med en faktor 10. Exempelvis blir sex flygrörelser dagtid, fem kvällstid och fyra nattetid 61 "flygbullerrörelser" per dygn.

7.2.1 Addition av ljud

Decibel är ett logaritmiskt begrepp. Det innebär bl a att vid addition av buller från två lika starka bullerkällor, ökar ljudnivån med 3 dB(A). På samma sätt ger en fördubbling/ halvering av trafikmängden 3 dB(A) högre/lägre ekvivalent ljudnivå.

Addition av bullerkällor som inte är lika starka kan överslagsmässigt ske enligt *figur 18.*



Figur 18 Addition av ljudnivåer

Exempel:

Skilnad mellan två nivåer som skall adderas	Ökning av det högsta värdet
0 - 1 dB(A)	3 dB(A)
2 - 3 dB(A)	2 dB(A)
4 - 9 dB(A)	1 dB(A)
≥ 10 dB(A)	0 dB(A)

7.2.2 Akustiska nyckeltal

Upplevelsen av skillnader i bullernivå kan sammanfattas som att:

- 3 dB(A) kan förnimmas som en knappt hörbar förändring.
- 8 - 10 dB(A) upplevs som en fördubbling/halvering av ljudet.

En fördubbling eller halvering av trafikmängden ändrar den ekvivalenta ljudnivån med 3 dB(A). Den maximala nivån berörs ej av mängden trafik. Det bullrigaste fordonet bestämmer nivån.

En hastighetsminskning från 70 km/h till 50 km/h ger teoretiskt ca 4 dB(A) lägre ekvivalentnivå. En minskning från 50 km/h till 30 km/h ger 2 dB(A) lägre nivå.

7.2.3 Kommentarer

Åter till sommardagen i trädgården. När vinden blåser mot trafikleden böjer ljudvågorna uppåt så att trädgården hamnar i "ljudskugga". Även en vindstilla sommardag fås motsvarande fenomen. Tack vare att luften är varmast närmast marken böjs ljudvågorna uppåt. En ytterligare orsak är den högre bakgrundsnivån dagtid, orsakad av vindens sus, lövens prasslande, fågelkvitter och många andra av dagens ljud. Dessa bakgrundsljud döljer de rester av trafikbuller som vi annars skulle ha hört, de maskerar trafikbullret. På natten är de maskerande ljuden borta. Det är vindstilla och lufttemperaturen är lägst nära markytan vilket gör att ljudet böjs ned mot marken. Vi hör trafiken nattetid men inte dagtid.

7.3 Riktvärden

Följande riktvärden gäller för buller från de enskilda bullerkällor som ingår i kartläggningen. För den sammanlagrade bullernivån finns inga riktvärden.

7.3.1 Buller från vägtrafik

Riktvärden för buller från vägtrafik

Riktvärden för trafikbuller som normalt inte bör överskridas vid nybyggnad av bostäder eller vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur

Utrymme	Högsta trafikbullernivå, dB(A)	
	Ekvivalentnivå	Maximalnivå
Inomhus	30	45 (nattetid)
Utomhus (frifältsvärden)		
Vid fasad	55	
På uteplats		70

Källa: Infrastrukturpropositionen 1996/97:53

7.3.2 Buller från spårburen trafik

Riktvärden för buller från spårburen trafik

Riktvärden för trafikbuller som normalt inte bör överskridas vid nybyggnad av bostäder eller vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur

Utrymme	Högsta trafikbullernivå, dB(A)	
	Ekvivalentnivå	Maximalnivå
Inomhus	30	45 (nattetid)
Utomhus (frifältsvärden)		
Vid fasad	60 (55) ¹⁾	
På uteplats	55	70
Bostadsområdet i övrigt	60 (55) ¹⁾	

Källa: Infrastrukturpropositionen 1996/97:53

¹⁾ 55 dB(A) gäller vid nybyggnad av bostäder

7.3.3 Buller från flygtrafik

Riktvärden för buller från flygtrafik

Riktvärden för trafikbuller som normalt inte bör överskridas vid nybyggnad av bostäder eller vid nybyggnad eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur

Utrymme	Högsta trafikbullernivå, dB(A)	
	Ekvivalentnivå	Maximalnivå
Inomhus	30	45 (nattetid)
Utomhus (frifältsvärden)		
Vid fasad	55 (FBN)	
På uteplats		70

Källa: Infrastrukturpropositionen 1996/97:53

7.3.4 Buller från industriverksamhet

I Statens Naturvårdsverks publikation Råd och Riktlinjer 1978:5 anges följande riktvärden för buller från industrier, nyetablering, vid bostäder etc.

Områdesanvändning	Ekvivalent ljudnivå, dB(A)			Högsta ljudnivå, dB(A)
	Dag kl 07-18	Kväll kl 18-22 samt sön- och helgdag kl 07-18	Natt kl 22-07	
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap samt utbildningslokaler och vårdbyggnader	50	45	40 ¹⁾	55
Områden för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv där naturupplevelsen är en viktig faktor ²⁾	40	35	35	50

¹⁾ Värdet för natt behöver ej tillämpas för utbildningslokaler

²⁾ Avser områden som *planlagts* för fritidsbebyggelse och rörligt friluftsliv

8 Kommentarer

8.1 Onoggrannhet

Noggrannheten, eller onoggrannheten, i beräknade och redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).

Noggrannheten eller onoggrannheten i beräknade nivåer enligt använda nordiska beräkningsprogram bedöms enligt uppgift vara ± 2 dB(A). De förenklingar och kompromisser mellan noggrannhet och tidsåtgång som ingår i kartläggningsmetoden ökar onoggrannheten varför den totala noggrannheten, eller onoggrannheten, i beräknade och redovisade nivåer uppskattas till ± 3 dB(A).