



Svensk Teknikutveckling AB

AKUSTIK

HANDLÄGGARE
Norbert Fichter

DATUM
2017-05-19

REVIDERAD

RAPPORTNUMMER
AK 17020399-4

Beställare: Sigma Civil AB
Att: Mikael Yngvesson
Rådhusgatan 2 C
903 28 Umeå

Objekt: Galärvägen

TRAFIKBULLERUTREDNING

Systemhandling



\\Norb\IT\2017\AK 17020389 Galärvägen\6 Rapport\17020389-4.docx



Innehåll

1. SAMMANFATTNING	3
2. UPPDRAG	3
3. AKUSTISKA BEGREPP.....	3
3.1 NÅGRA LJUDBEGREPP	3
3.2 LJUDTRYCKSNIVÅ.....	3
3.3 FREKVENSNIVÅ.....	4
3.4 ÖRA.....	4
3.5 BULLER	5
4. LJUDUTBREDNING	6
4.1 PUNKT ELLER LINJEKÄLLA	6
4.2 METEOROLOGIS INVERKAN PÅ LJUDUTBREDNING	6
4.3 INVERSION	7
4.4 VIND.....	7
4.4.1 Regnets inverkan.....	8
4.4.2 Snöns dämpningseffekt.....	8
4.4.3 Växternas bullerreducerande förmåga.....	8
4.4.4 Växters inverkan på vår uppfattning av ljud	8
4.5 KÄLLAN TILL TRAFIKLJUD.....	9
4.6 TYSTARE DÄCK	9
4.7 TYST ASFALT.....	10
4.8 AVSKÄRMNING.....	11
4.9 BULLERREGN	12
5. BEDÖMNINGСУNDERLAG	12
6. RIKTLINJER	13
6.1 FÖRORDNING SFS 2015:216	13
6.2 FÖRORDNING OM OMGIVNINGSBULLER.....	13
6.3 BOVERKETS VÄGLEDNING	13
6.4 BOVERKETS BYGGREGLER.....	14
7. TRAFIKUPPGIFTER.....	14
8. BERÄKNINGSMETODER	15
9. RESULTAT	15
10. UTLÅTANDE	16
11. FASTIGHETER I RISKZONEN	17
12. BEDÖMNING FÖRSKOLEGÅRD GALÄRVÄGEN.....	18
13. NOGGRANHET.....	18

1. Sammanfattning

STU har fått i uppdrag att utföra en trafikbullerutredning för området kring Booskolan, innefattande Galärvägen, Boovägen, Husarvägen, Drabantvägen och Kornettvägen, samtliga i Nacka kommun. Utredningen analyserar beräknade trafikbullernivåer, riktlinjer enligt förordning SFS 2015:216.

På den relativt högtrafikerade Boovägen, vilken belastas av på- och avfart, erhålles bullernivåer kring 60 dBA, medan övriga områden domineras av bullerregnet från väg 222. På husens tysta sida beräknas dock att man klarar riktvärden enligt tabell 1.

2. Uppdrag

STU AB har på uppdrag av Sigma Civil AB utfört en trafikbullerutredning för Galärvägen, Nacka kommun. Utredningen analyserar beräknade trafikbullernivåer enligt riktlinjer för trafikbuller i Stockholms län. Galärvägen omfattar bostäder med totalt 27 huskroppar. Trafikbullret vid husen domineras av buller från just Galärvägen.

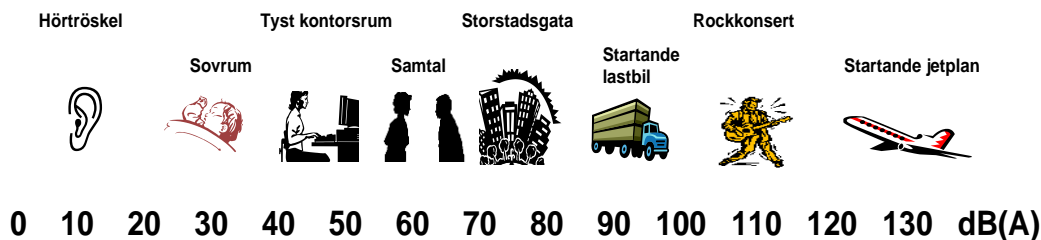
3. Akustiska begrepp

Ljud är mycket små tryckvariationer i luften som kan mätas i enheten Pascal (Pa) eller Newton per kvadratmeter (N/m²). Tryckvågorna kan skapas av en vibrerande yta, t.ex. ett högtalarmembran, en pulserande luftström, ett avgasrör eller en snabb förbränning som i en explosion. Dessa utbreder sig med en hastighet av ca 340 m/s och blir svagare när de utbreder sig i en större luftvolym.

3.1 Några ljudbegrepp

Buller mäts oftast i decibel A, dBA, där A står för att mätetalet anpassats till hur människor uppfattar ljud med olika frekvens (tonhöjd). Enheten dBA är sådan att en sänkning/ökning med 8-10 dBA oftast upplevs som en halvering/fördubbling av bullerstyrkan. Den minsta förändring som normalt kan uppfattas är 2-3 dBA.

En viss uppfattning om bullernivåer fås av följande värden:



Figur 1 Exempel på ljudnivåstyrka

3.2 Ljudtrycksnivå

Ljudtrycksnivåns variation över tid kan generellt beskrivas som stationärt, kontinuerligt, intermittert eller impulsjud. Kontinuerligt ljud har små variationer i nivå till skillnad från intermittert ljud som varierar i nivå under tiden. Ljudet upplevs som att det är närvarande

hela tiden utan tysta pauser. Exempel på ett kontinuerligt ljud är ljudet från en fläkt eller ljudet från en avlägsen och kraftigt trafikerad gata. Intermittent ljud uppträder med regelbundna eller oregelbundna tidsintervall, t.ex. ljudet från enstaka fordon på en gata eller en maskin som startar och stoppar. Impuls ljud karakteriseras av att det är "plötsligt", dvs. det har en kort stigtid och kort varaktighet, t.ex. skottljud eller ljud från pålning.

3.3 Frekvens

Ett ljuds frekvens är antalet tryckvariationer per sekund och mäts i enheten Hertz (Hz). Hörbara ljud ligger inom frekvensintervallet 20-20 000 Hz. Ljud med högre frekvenser kallas ultraljud och ljud med frekvenser under 16 Hz kallas infraljud. Med lågfrekvent ljud avses ljud med dominerande frekvensspektra mellan 16 och 200 Hz. Ljud som domineras av energistarka frekvenser under 16 Hz upplevs som vibrationer och skakningar och kan också under vissa förhållanden upplevas hörbara. Lågfrekvent ljud kan uppfattas på mycket stora avstånd från källan p.g.a. att bullret inte dämpas av olika hinder på samma sätt som övrigt buller. Av ett ljud som färdats över en lång sträcka återstår därför bara ljudet i de lägsta frekvenserna. Åskan kan t.ex. höras som ett pistolskott på nära håll och ett muller på avstånd.

De flesta ljud i vår omgivning är sammansatta av olika frekvenser med olika ljudnivåer. Ett ljuds spektrum beskriver fördelningen av ljudnivån i olika frekvenser. För att bestämma frekvensspektrum görs en frekvensanalys där ljudtrycksnivån för varje enskild frekvens bestäms. Frekvensspektrum kan bestämmas med en s.k. oktavbandsanalys där varje frekvensband är en oktav bred. För mer detaljerad information kan tersband, 1/3 oktav, eller smalbandsanalys göras.

Det mänskliga hörselsinnet kan uppfatta tryckvariationer från 20 μ Pa till 20 Pa (1 miljon gånger starkare). På grund av denna stora spännvidd är det opraktiskt att mäta ljudtryck i enheten Pa. Man använder istället den logaritmiska enheten decibel (dB) där 0 dB svarar mot hörtröskeln, dvs. det svagaste ljud en normalhörande person kan uppfatta vid 1 000 Hz.

3.4 Öra

Örat är mest känsligt vid frekvenserna 2 000-4 000 Hz och mindre känsligt för högre respektive lägre frekvenser. Normal hörtröskelnivå över hela det hörbara frekvensområdet har standardiserats (ISO CD 226-1) och anger de lägsta nivåer en genomsnittlig ung person kan höra. Avvikelser från denna normala hörtröskelnivå förekommer normalt beroende på ålder och andra individuella skillnader.

Ljudnivåmätningar görs ofta med standardiserade vägningsfilter för att efterlikna människoörats känslighet. Det mest använda filtret kallas A-filter, vilket ger en kraftig dämpning av lågfrekvent buller. Ljud uppmätt med detta vägningsfilter ges enheten dBA. Ljud mätta utan vägningsfilter ges enheten dB linjär (dBlin). Andra standardiserade filter är B- och C-filtren.

För att avgöra om ett buller är lågfrekvent kan en första översiktlig kontroll vara att jämföra dBC- och dBA-nivån. Är skillnaden större än 15-20 dB kan bullret anses vara lågfrekvent. Detta tillvägagångssätt kan användas när dBA-nivån är högre än ca 30 dBA. Vid lägre nivåer bör man tolka en sådan skillnad med försiktighet.

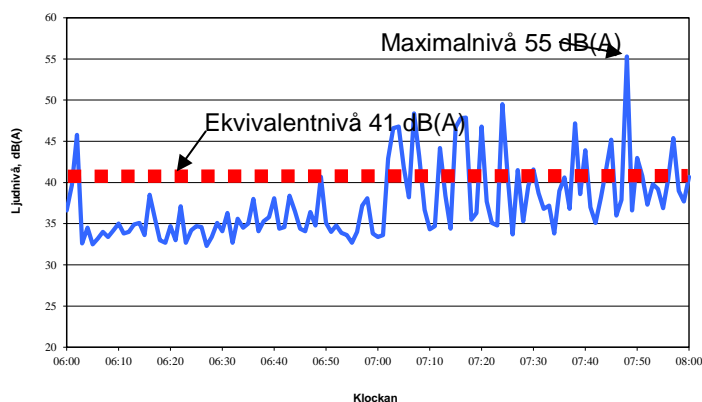
3.5 Buller

Buller i miljön har oftast mycket komplexa förlopp över tiden och kan därför sällan beskrivas med ett enkelt mått eller mätetal. En fysikalisk metod att kvantifiera ett ljud är att bilda logaritmiskt medelvärde av ljudnivån under en viss tid. Detta mått kallas ekvivalent ljudnivå och mäts i regel i enheten dBA under en viss mättid. Ekvivalentnivåvärdet ger ingen information om ljudnivåns variation under mätperioden. Nivåvärdet kan skrivas som $L_{Aeq,T}$ där L_A avser A-vägd ljudtrycksnivå. $L_{Aeq,T}$ avser A-vägd likvärdigt (ekvivalent) ljudtrycksnivå under mätperioden T. Dygnskvivalent ljudnivå skrivs t. ex. som $L_{Aeq,24}$ h.

Därför beskriver man bullret enligt följande formel:

$$L_{A,eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_{A(t)}^2}{p_0^2} dt \quad (1)$$

Ljud kan spridas som luftljud då ljudet fortplantas i luft, men det kan också spridas genom vibrationer i fastigheter, som stomljud, t.ex. genom högtalare som är fast förbundna med byggnadsstommen.



Figur 2 exempel på skillnaden mellan ekvivalentnivå och bullerfluktuationer

I Sverige används den A-vägda ekvivalentnivån beräknat på ett dygn, $L_{Aeq,24}$ där tiden 24 timmar inte alltid anges och beräknas enligt:

$$L_{Aeq,24} = 10 * \log \left[\frac{1}{24} (t_d * 10^{0,1L_d} + t_k * 10^{0,1L_k} + t_n * 10^{0,1L_n}) \right] \quad (2)$$

där: L_i = ekvivalentnivå för tidsperioden i,
d,k,n= dag, kväll, natt
 t_i = tidsperioden i

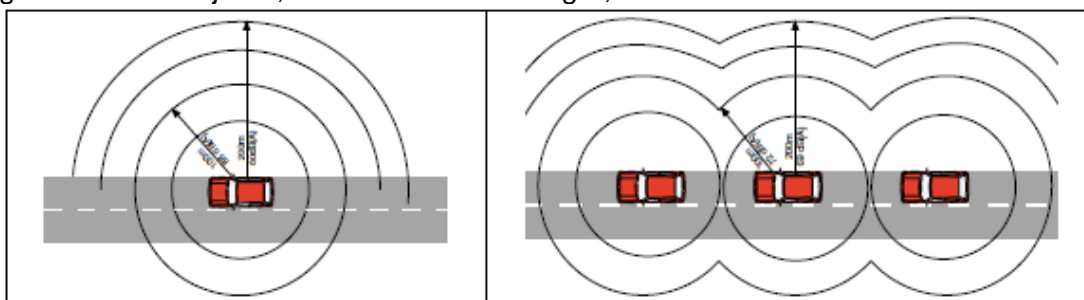
Här gäller värdena för ett helt års dygnsvariationer. I Sverige har man valt att dela in dygnet mellan kl 06-18, kväll 18-22, natt 22-06.

4. Ljudutbredning

Om luftmassan över ljudkällan är helt ostörd, kommer ljudet att utbreda sig sfäriskt, som ett expanderande halvklot. Om det blåser kommer lufthastigheten att öka med avstånd från marken och ljudet böjs då av mot marken. Ljudet kommer att förstärkas t.ex. i lä om en ljudkälla samt dämpas på vindsidan. Om man har stora temperaturskillnader (om det är varmast vid marken och temperaturen faller med höjden), som under en fin sommardag, kommer ljudet att böjas bort från marken och det blir tystare i omgivningen. Om en s.k. temperaturintervention inträffar (det är kallare mot marken och varmare med höjden, som vid klara nätter), böjs ljudet av mot marken, så att ljudet hörs på stora avstånd, även bakom skärmar.

4.1 Punkt eller linjekälla

Ju längre man rör sig bort från vägen, desto mer avtar ljudet. Denna minskning har olika orsaker: själva avlägsnandet, ljudabsorption av luft och mark och väder. Vind spelar en annan roll i minskningen av buller, beroende på om det handlar om en punktljudkälla (en bil) eller en linjekälla (väg). Ljudet av en linjekälla är hörbart över längre avstånd än ljudet av en punktkälla. Linjekällan gör att ljudet inte kan breda ut sig sfäriskt åt alla håll utan ljudvågorna kommer (rullar in) som en enad front mot mottagaren, se bilden nedan. Detta gör att man hör ljudet, vid väl trafikerade vägar, som ett konstant brus.



Figur 3. Punkt och linjekälla.

4.2 Meteorologins inverkan på ljudutbredning

Ljud har möjlighet att fortplanta sig snabbare i högre temperaturer eftersom molekylerna i mediet då har större rörelse och därmed bättre kontakt med varandra. Även vid högre fuktighet transporteras ljudet snabbare. Genom härledning med hjälp av ideala gaslagen fås följande samband för ljudets hastighet i luft:

$$c = \sqrt{k * \frac{R * T}{M}} \text{ m/s} \quad (4)$$

där

k = adiabat exponent $\approx 1,42$ för torr luft

T = Mediets temperatur i K

R = Universell gaskonstant J/mol*K

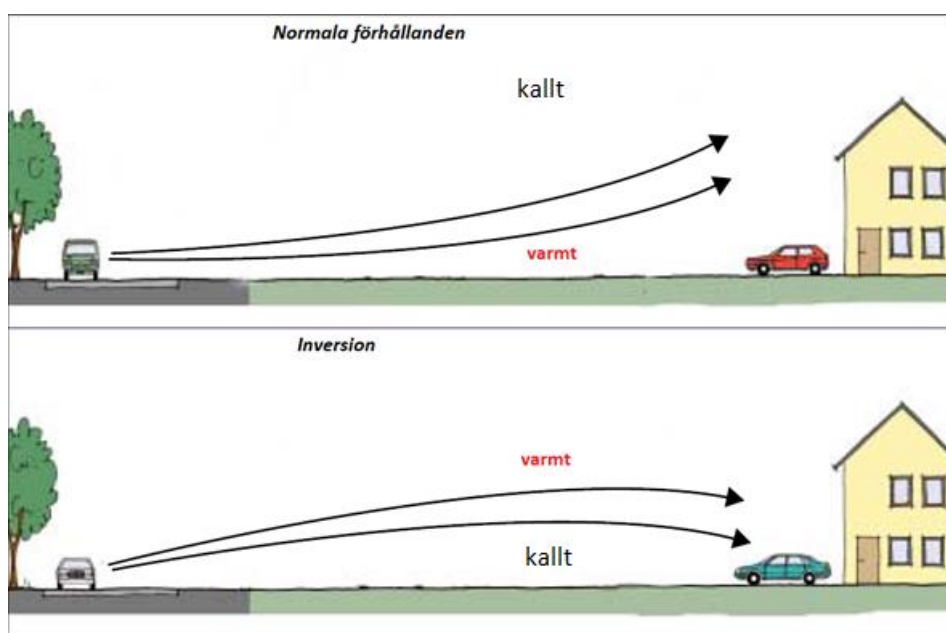
M = Molmassa i medeltal kg/mol

När en ljudvåg når en förändring i temperatur, fuktighet eller vind sker en så kallad refraktion vilket innebär att ljudstrålen böjs av. Temperaturskillnader har större påverkan på

refraktion än vad luftfuktighet har. Om temperaturen ökar med höjden, vilket den ofta gör nattetid, böjs ljudstrålen av nedåt. Om temperaturen avtar med höjden, vilket den ofta gör under soliga dagar, böjs ljudet av uppåt.

4.3 Inversion

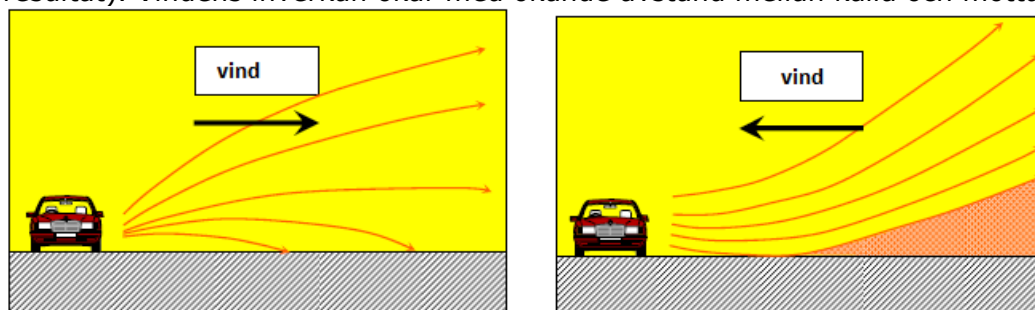
Inversioner leder - som undanvind - till en gynnsam ljudutbredning. Inversion uppstår när lufttemperaturen med tilltagande höjd från marknivå inte avtar (normalt) utan ökar. Detta förekommer oftast på hösten och på våren.



Figur 4. Ljudspridningen vid olika väderförhållanden

4.4 Vind

Vind påverkar ljudutbredning mycket starkt. Medvind (vind med ljudutbredning) innebär att ljudet leds längre (högre bullernivåer som resultat). Motvind (vind emot ljudutbredning) leder emellertid till lägre ljudutbredning (lägre bullernivåer som resultat). Vindens inverkan ökar med ökande avstånd mellan källa och mottagare.



Figur 5. Vindens inverkan på ljudutbredning. I medvind böjs ljudet av nedåt och i motvind böjs det av uppåt.

4.4.1 *Regnets inverkan*

Regnvåta vägar leder också till ökning av ljudnivån, om än liten. Då förändras även frekvenserna. Enligt tidigare undersökningar har man kunnat konstatera en markant ökning av bulleremission, i synnerhet i frekvensområdet ovanför 3000 Hz. Den totala ljudnivån i dB (A) kan öka med ca 2 dBA.

4.4.2 *Snöns dämpningseffekt*

Snö minskar buller. Snön absorberar ljud, framför allt frekvenser ovanför 2000 Hz, samtidigt som snövallar kan fungera som bullerskärmar. Det kalla vädret kan dock ge upphov till inversion, vilket kan öka bullernivåerna med runt 4 dB. Däck med dubb ger 4 dB högre buller.

4.4.3 *Växternas bullerreducerande förmåga*

Det har genom tidigare experiment och studier visats att ljud kan reduceras på tre olika sätt med hjälp av vegetation. Dels kan ljud reflekteras och spridas via växters stammar, grenar och löv, dels kan det absorberas genom att ljudvågor som träffar växterna omvandlas till mekaniska vibrationer, vilket ger en omvandling från ljudenergi till värmeenergi. Den tredje mekanismen beror på underlaget där växterna är placerade. Växter såsom träd skapar ett akustiskt sett mjukt underlag genom att rötter tränger in i jorden och löv faller till marken, vilket gör underlaget poröst och bättre på att absorbera ljud.

Spridningen av ljud från bladverk och stammar har visat mest effektiv dämpning av högfrekvent ljud. En viktig faktor för effektiv upptagning av ljud är bladens yta och dess vinkel mot ljudkällan. Bladytan har större påverkan på ljudet än växtens art. Till skillnad från bladverk och stammar har det mjuka underlaget bättre effekt för dämpning av låga frekvenser. Oftast kan växternas underlag vara bullerdämpande men inte själva stammarna eller bladverken, med avseende på total ljudtrycksnivå. Om trädstammar växer i bälten om 10-15 m bredd kan dock effekt från dessa fås.

Växter har möjlighet att påverka rådande mikroklimat, vilket i sin tur påverkar ljudutbredningen. Bland annat kan växtlighet som träd påverka vindprofiler på olika sätt, exempelvis genom att ge ett vindskydd som minskar bullerutbredningen bakom träden. Dock kan också motsatt effekt uppstå. Mätningar har visat att vindhastigheten ovan träd är märkbart högre jämfört med nere i skogen. Detta kan ha negativ inverkan på ljudet bakom träden då refraktion kan göra att ljudet böjs av nedåt i vinden varför ljudtrycksnivån bakom träden ökar. Växter kan även påverka luftfuktighet och temperatur, bland annat genom evaporation/transpiration och skuggning, som i sin tur påverkar ljudutbredningen. Det har gjorts förhållandevis få studier kring hur buller kan dämpas med hjälp av vegetation och de studier som gjorts visar varierande resultat. Det är svårt att undersöka växternas förmåga att dämpa ljud i städer eftersom faktorer så som rumslig dimension på gaturum samt växtens form och placering i förhållande till ljudkällan får stor betydelse i sammanhanget.

4.4.4 *Växternas inverkan på vår uppfattning av ljud*

Träd, häckar, rabatter och gräsmattor återfinns i dagens läge i alla svenska städer. Det är dock gröna tak, vertikala trädgårdar samt skärmande objekt täckta med växter som har störst potential att verka bullerdämpande i städer. Eftersom de växer i mjuka substrat finns god möjlighet att skapa absorberande ytor och minska reflektioner från stadens hårda ytor. Ur bullersynpunkt är det då fördelaktigt att så mycket som möjligt av en vägg täcks av substrat.

Den allmänna uppfattningen hos landskapsarkitekter är att växter kan bidra med visuell maskering av ljud genom att ta uppmärksamheten från det faktiska ljudet. Genom att införa positivt uppfattade ljud i stadsmiljö, exempelvis vindprassel i trädkronor, kan negativt uppfattat buller maskeras. Detta styrks av flera studier (i Stockholm med 500 boende där 369 hade tillgång till en tyst sida på bostaden). Studierna visade att flertalet av de boende, oberoende av tillgång till tyst sida, kände sig mindre störda av buller om de hade nära tillgång till grönområden.

Man har även undersökt hur uppfattningen av ljud förändras när växtlighet osynliggör ljudkällan. Slutsatsen var att lyssnare var mer känsliga för ljud då källan, t.ex. bilar, syntes. Detta var oberoende av hur växtligheten såg ut. Så länge ljudkällan inte syntes upplevdes ljudet som lägre. Man fann vid en enkätstudie att 90 % av de tillfrågade ansåg att växtlighet kunde bidra till att minska buller och 55 % av de tillfrågade överskattade växternas förmåga att faktiskt minska bullret. Det gjordes även känslomässiga tester (EEG) och fann att växtlighet kunde ge en positiv bullerreduceringseffekt.

4.5 Källan till trafikljud

De primära källorna till trafikbuller är fordon och vägbana. Om man vill minska buller, så bör man börja vid ett så kallade utsläppsbuller.

De individuella faktorerna är: tystare motorer, bästa möjliga trafikflöde (Intelligent trafikljus) högre växel vid körning, däck utvecklade för tystare emissioner samt tystare vägbana.

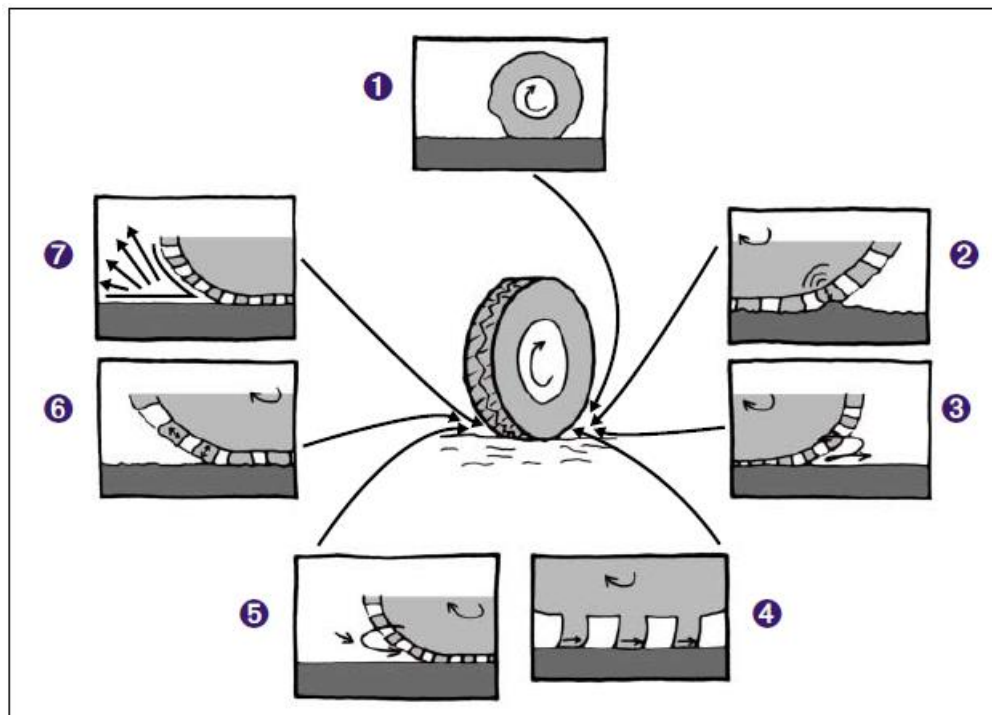
4.6 Tystare däck

Beroende på vilka däck man köper så finns det "tystare" och "bullrigare" däck.

Enligt EU: s däckriktlinjer 2001/43 / EG finns ett fastställt tröskelvärde, men detta tröskelvärde ligger i stor utsträckning över bulleremissionen från dagens däck. Det finns dock pågående forskning som ska ge mindre bullrande däck i framtiden. Detta har dock tyvärr tämligen låg prioritet.

Vanligtvis får kunden vid köp av däck ingen information över däckets bulleregenskaper.

Förloppet gällande däckbuller ser ut enligt figuren nedan:



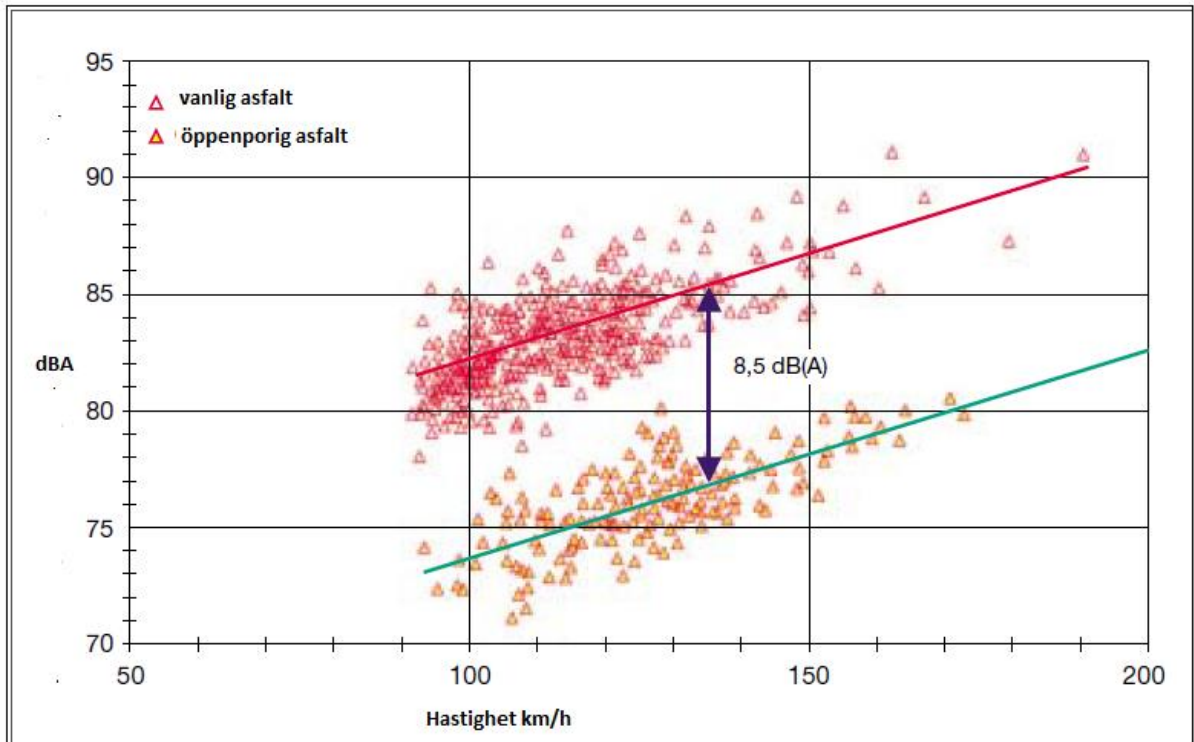
Figur 6. Däckbuller

- 1) Vibrationer av hela däckkroppen, d.v.s. slitbana och sidoväggarna.
- 2) När profilen slår mot vägbanan vibrerar profilen och hela däcket
- 3) Air-Pumping. Utrymmet mellan profilblocken komprimeras och luften trycks ut varpå ett visslande ljud uppstår.
- 4) Slitage vid kraftöverföringen. Däcket glider på vägbanan med viss friktion.
- 5) Air-Pumping. Den komprimerade luften mellan mönsterklackarna vidgas ut igen och drar in luften. Därigenom uppstår ett högljutt tjut.
- 6) Tangentiella och radiella vibrationer hos profilblocken.
- 7) Horneffekt. Tratten mellan slitbanan och vägbanan ökar utstrålade bullret från upp till 20 dB.

4.7 Tyst asfalt

På kontinenten, men även här i Sverige, har man experimenterat med en öppenporig asfalt som kan sänka bullernivån relativt drastiskt. Allmänt kan man säga att tyst asfalt är mera öppenporig och inte så kompakt som vanlig asfalt. Den kan sägas "svälja" ljudet från däckerna eftersom den är dränerande. Både vatten och luft kan "slukas" av asfalten på ett effektivt sätt. Nackdelen med tyst asfalt är att den är dyrare än vanlig asfalt samt har kortare livslängd, framför allt med tanke på dubbdäck som får användas i Sverige. Dessutom fylls porositeten igen efter hand av grövre partiklar och asfalten förlorar något av sin effekt. Ett sätt att lösa detta problem är att man tvättar beläggningen med jämna mellanrum, vilket dock medför en extra kostnad. Om dessa kostnader är befogade måste man dock jämföra med den vinst man gör med bullerminskade effekter.

Nedan visas ett diagram med jämförelse mellan vanlig och tyst asfalt. Mätningen är gjord på Autobahn i Tyskland, därav de höga hastigheterna.



Figur 7. Jämförelse mellan öppenporig och vanlig asfalt.

Dämpningseffekten är liknande i Sverige, ca 7 till 9 dBA.

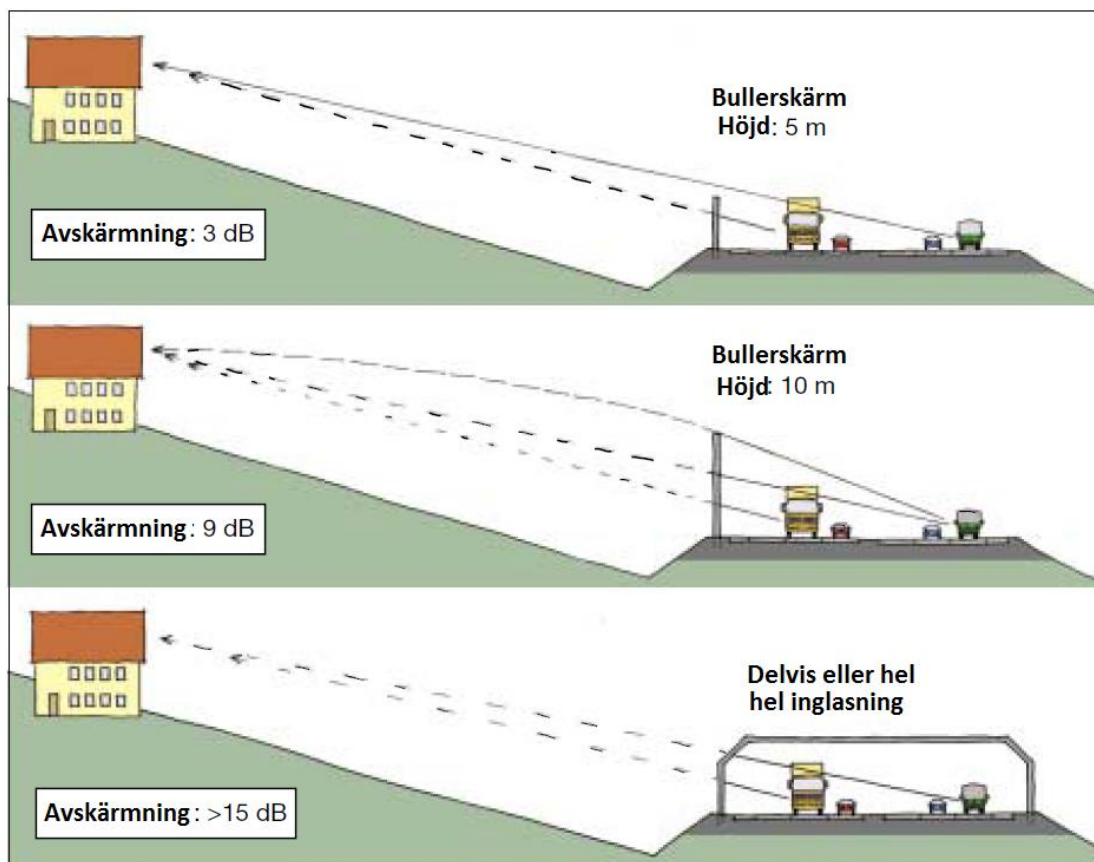
4.8 Avskärmning

Bullerskärmar har en enorm verkan om de är rätt konstruerade. Ljudutbredningen utomhus kan hindras och avlänkas med olika medel, bland annat genom att utnyttja terrängens potential. Ljudenergi kan delvis absorberas och delvis länkas om. Hindrets tekniska effektivitet beror på flertal faktorer, som t.ex.

- Geometriska dimensioner (storleken har betydelse).
- Hindrets förmåga att absorbera
- Hindrets utformning
- Hindrets längd och höjd.

Liksom inom optiken förekommer det inom akustiken fenomen som t.ex. fokuseringseffekter. Dessa måste därför beaktas och om möjligt undvikas, både gällande rummets akustik samt bullerminskning.

Beroende på situationen har inte bara det direkta ljudet en påverkan, utan även det reflekterande ljudet (utomhus från t.ex. väggytor, fasader, etc.). Dessa reflexer kan öka bullernivån. Har man en starkt reflekterande yta nära en bullrande väg (en stödmur kan vara en sådan reflekterande yta) kan det leda till en ökning av bullernivå upp till 3 dB (A).



Figur 8 Exempel på avskärmningseffekter för bullerskärmar.

4.9 Bullerregn

En mycket speciell form av ljudutbredning är den som sker på mycket stora avstånd. Detta kallas för bullerregn. Ljudutbredningen börjar i princip enligt ovan. Bullerskärmar, bebyggelser eller terräng har dock då ingen större inverkan på ljudutbredningen. Beteckningen "bullerregn" förklarar att ljudet faller ner likt ett regn. Ljudnivån blir då lika hög på byggnadernas alla sidor.

På grund av bullerregnet är det ofta inte möjligt (framför allt nära vältrafikerade leder och i tätorter) att få så låga värden som $L_{A\text{ equ}} 45$ dBA, utan oftast ligger dessa värden betydligt högre. Att ställa så höga krav i planeringsstadiet är att ställa till med problem. Dels blir det svårtolkat och dels kan man inte uppfylla dessa krav.

5. Bedömningsunderlag

Följande underlag har använts:

- Karta från Eniro.
- Program för sydöstra Boo; WSP 2012 ”
- Trafikmättningsrapport ”Trafikia”, dat. den 2016-06-09
- Reviderade trafikflöden vid Boo Gårds skola projekt 9431
- Riktvärden för trafikbuller enligt SFS 2015:216.

6. Riktlinjer

6.1 Förordning SFS 2015:216

Regeringen har beslutat om en förordning om trafikbuller vid bostadsbyggnader, SFS 2015:216, utfärdad 9 april 2015. Förordningen innehåller riktvärden för trafikbuller vid bostadsbyggnader och ska tillämpas både vid bedömningar enligt plan- och bygglagen och enligt miljöbalken.

Förordningen innehåller riktvärden för buller utomhus från spår-, väg- och flygtrafik vid bostadsbyggnader. De nya riktvärdena träder i kraft den 1 juni 2015. Förordningen kommer att gälla såväl vid tillämpning i plan skedet enligt plan- och bygglagen som vid tillståndsprövningar enligt miljöbalken. Eftersom förordningen knyter an till befintliga bestämmelser i plan- och bygglagen kommer förordningen att gälla för detaljplaneärenden som påbörjats från och med den 2 januari 2015.

Riktvärdena, se tabell 1 nedan, berör endast ljudnivåer utomhus och påverkar inte det befintliga regelverket gällande ljudnivåer inomhus.

Vid beräkning av bullervärden vid en bostadsbyggnad ska hänsyn tas till framtida trafik som har betydelse för bullersituationen.

6.2 Förordning om omgivningsbuller

Direktivet om omgivningsbuller (2002/49/EG) har införts i den svenska lagstiftningen genom Förordning om omgivningsbuller. Den inledande paragrafen lyder:

1§ Genom kartläggning av omgivningsbuller samt upprättande och fastställande av åtgärdsprogram skall det eftersträvas att omgivningsbuller inte medför skadliga effekter på människors hälsa.

6.3 Boverkets vägledning

På skolgårdar eller förskolegårdar är det önskvärt med högst 50 dB(A) ekvivalent dagsvärde på de delar av gården som är avsedda för lek, rekreation och pedagogisk verksamhet. En målsättning kan vara att resterande ytorna ska ha högst 55 dB(A).

Buller från vägar kan minskas genom att man begränsar trafiken och hastigheten samt genom tystare vägbeläggningar. För höga bullernivåer kan till viss del styras genom gestaltning av den fysiska miljön. Vegetation har begränsad inverkan på ljudnivån, men skolbyggnaden kan användas som bullerskärm.

Tabell 1 Förordning om trafikbuller vid bostadsbyggnader enligt SFS 2015:216.

Utomhus	Högsta trafikbullernivå, frifältsvärden dBA	
	Ekvivalent ljudnivå	Maximal ljudnivå
Buller från spårtrafik och vägar (3 §)		
Vid bostadsfasad	55 a) b)	-
På uteplats (om sådan ska anordnas i anslutning till bostaden)	50	70 c)

- a) För en bostad om högst 35 kvadratmeter gäller i stället för vad som anges i 3 § första stycket 1 att bullret inte bör överskrida 60 dBA ekvivalent ljudnivå vid bostadsbyggnadens fasad (3 § andra stycket).
- b) Om den som anges i 3 § första stycket 1 ändå överskrider bör (4 § första stycket):
1. minst hälften av bostadsrummen i en bostad vara vända mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrider vid fasaden och
 2. minst hälften av bostadsrummen vara vända mot en sida där 70 dBA maximal ljudnivå inte överskrider mellan kl. 22.00 och 06.00 vid fasaden.
- Vid en sådan ändring av en byggnad som avses i 9 kap. 2 § första stycket 3 a plan- och bygglagen (2010:900) gäller i stället för vad som anges i första stycket 1 att minst ett bostadsrum i en bostad bör vara vänt mot en sida där 55 dBA ekvivalent ljudnivå inte överskrider vid fasaden (4 § andra stycket).
- c) Om den ljudnivå om 70 dBA maximal ljudnivå som anges i 3 § första stycket 2 ändå överskrider, bör nivån dock inte överskridas med mer än 10 dBA maximal ljudnivå fem gånger per timme mellan kl. 06.00 och 22.00 (5 §).

6.4 Boverkets byggregler

Tabell 2 nedan sammanställer riktvärden för trafikbuller inomhus, enligt Boverkets byggregler (BBR).

Tabell 2 Högsta värden för A-vägda, ekvivalenta och maximala, ljudtrycksnivåer.

	L_{eq}	L_{max} (natt) kl. 06-22
Bostadsrum	30 dBA	45 dBA ¹
Kök	35 dBA	

¹ Värdet, L_{pAFmax} får överskridas 5 gånger per natt (kl. 22-06).

7. Trafikuppgifter

Beräkningen av trafikbuller är utförd med trafikmängder enligt tabeller nedan. Trafikuppgifterna är erhållna från Trafikia via e-post den 25 februari 2017. Trafikmängden mättes under en period mellan 2016-05-23 med begynnelsetid 00:00 till 2016-05-29 sluttid 23:59, d.v.s. 6 dagar. Under dessa 6 dagar mättes ett totalt trafikflöde på 1815 fordon varav 85 lastbilar. Skyltad hastighet 30 km/h.

22,3 % av fordonen överskred den skyltade hastigheten med 3,8 km/h varav lastbilarna överskred hastigheten med 4,5 km/h.

I våra beräkningar gör vi ett påslag av hastigheten från 30 km/h till 35 km/h.

Av dryga 300 fordon som färdas dagligen på Galärvägen har man registrerat 2 toppar. En topp på morgonen och en topp på kvällen. Topparna kan definieras i trafikflöde med ca 35 fordon varav 5 lastbilar.

Tabell 3 mätdata på trafikflöde på Galärvägen

Mätdata		
	Samtliga	Lastbilar
Antal fordon:	1815 st.	85 st.
Medelhastighet:	26,1 km/h	22,7 km/h
Antal över skyltad hastighet 30 km/h:	404 st.	11 st.
Medelhastighet över skyltad hastighet 30 km/h:	33,8 km/h	34,5 km/h
Andel över skyltad hastighet 30 km/h:	22,3%	12,9%
Antal över diff. skyltad hastighet -1 km/h:	0 st.	0 st.
Medelhastighet över diff. skyltad hastighet -1 km/h:	0,0 km/h	0,0 km/h
Andel över diff. skyltad hastighet -1 km/h:	0,0%	0,0%
Percentil 85:	32 km/h	30 km/h
Percentil 85 vid diff. skyltad hastighet:	0 km/h	0 km/h
Max timme f/m:	2016-05-26 08:00 Antal: 33 st	2016-05-25 07:00 Antal: 5 st
Max timme e/m:	2016-05-23 17:00 Antal: 34 st	2016-05-23 14:00 Antal: 5 st

8. Beräkningsmetoder

Buller från trafiken beräknas enligt de samnordiska beräkningsmodellerna från Naturvårdsverket.

9. Resultat

Tabell 4 beräkningsresultat i dBA

Väg	Nr	Antal fordon	Rusning L _A equ	Dag L _A equ	Natt L _A equ	Dygn L _A equ
Boovägen övre del	1	3500 ¹⁾	64	61	49	60
Kornettvägen	2	400 ¹⁾	58	55	49	54
Husarvägen	3	--- ²⁾	58	55	50	54
Roddarvägen	4	500 ³⁾	59	56	49	54
Galärvägen	5	700	59	57	49	54
Ljungvägen	6	500 ³⁾	59	57	50	56
Drabantvägen	7	600	59	57	50	56

- Anm: ¹⁾Uppräknade trafikflöde från underlaget WSP 2011-03-17.
²⁾Trafikuppgifter saknas. Huvudsak buller från väg 222..
³⁾Trafikuppgifter saknas. Uppskattade värden utifrån Galärvägens trafikflöde.

Samtliga beräkningar är frifältvärden vid exponerad husfasad vid ett avstånd av 7,5 m från vägbanan. Vid ett avstånd av 20 m från vägbanan sjunker värdena med 3 dBA.



Figur 9. Område för beräkningen inom den streckade linjen

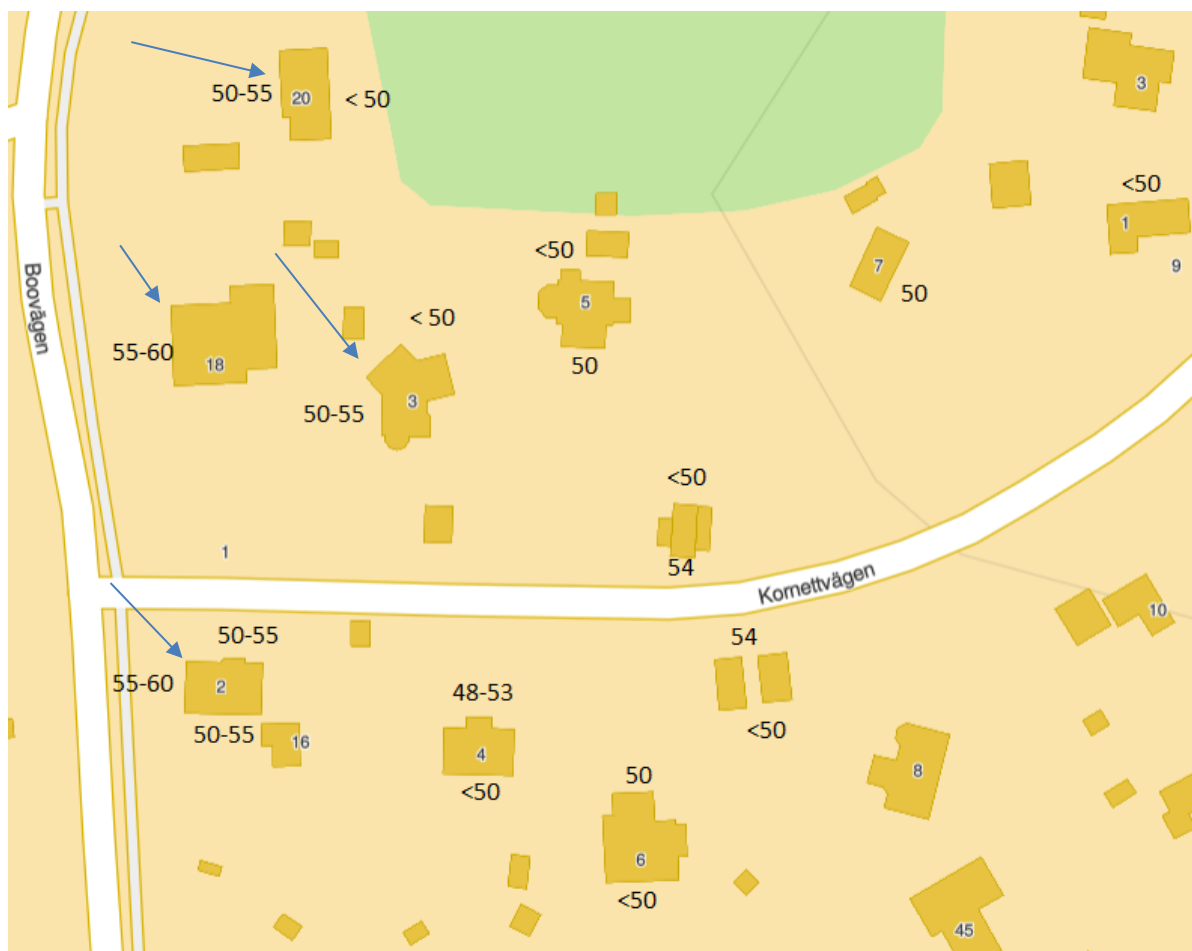
10. Utlåtande

Den dygnsekvivalenta ljudnivån brukar anges som riktmärke. För att kunna skilja mellan dag och natt samt rusningstider, valde vi att redovisa för varje tidsenhet. Rusningstiden är en relativt begränsad tid på ca 4 timmar, högst 2 timmar på morgonen och högst 2 timmar på kvällen. Som förväntat så ligger bullernivån där som högst. Tyvärr påverkar detta hela dygnet. Även om dagens och nattens ekvivalentnivå ligger långt under rusningstidens, så

påverkas dygnsekvivalensen av dessa nivåer. Vi har räknat med 4 timmar rusning, 9 timmar dagtid (normalflöde) samt 11 timmar natt (normalflöde).

Med trafikflödet enligt ovan kommer bullernivåerna ligga under gränsvärdet på natten mellan 22 och 06. Däremot ligger de flesta gator, när det gäller dygnsekvivalens, över eller i paritet med kravnivån enligt tabell 1. På husens ”tysta sida” kommer dock dessa bullernivåer att sjunka med ca 5 dBA enheter och ligger därmed i paritet med eller under kravnivåerna enligt tabell 1. I de flesta fallen, förutom på den relativt högtrafikerade Boovägen, klarar man riktvärden om högst 50 dBA ekvivalentnivå och högst 70 dBA maximalnivå för anslutande uteplatser på den tysta sidan om husen. Riktvärdet enligt tabell 1 på $L_{A\text{ equ}}$ 50 dBA är väl etablerat. Om riktvärdet uppfylls utanför fönstret förutsätts att det därmed ska vara möjligt att kunna sova med öppet fönster.

11. Fastigheter i riskzonen



På figuren ovan visas de fastigheter som är mest utsatta för bullerpåverkan. Det är framför allt Boovägen och dess höga trafikintensitet samt hastighetsbegränsningen till 40 km/h som utgör att två till tre fastigheter påverkas av trafikbuller mer än de andra. Vid dessa fastigheter kommer bullernivån på tysta sidan och på uteplatser vara högre än stipulerade 50 dBA. En tänkbar åtgärd för att komma åt bullret från Boovägen är ett bullerplank som kan byggas mellan Boovägen och dessa fastigheter. Ju närmare Boovägen desto bättre. Bullerplanket bör vara ca 2,5 m högt och tätt avslutande mot marken. Detta ger både siktskydd och bullerskydd.

Skärmen beräknas ha en effektiv bulleravskärning på > 7 dBA.

12. Bedömning förskolegård Galärvägen

På skol- eller förskolegården är det önskvärt att åtminstone hälften av friytan har en ljudnivå på högst 50 dBA ekvivalentnivå. Om man anlägger en friyta för barnen som är bortvänt från vägen uppfyller man önskade målsättning. Buller från vägen och närliggande verksamheter kan minskas genom att t.ex. använda tystare vägbeläggningar samt att hålla hastighetsbegränsningen på 30 km/h.

13. Noggrannhet

Ofta tror man att beräkningar som visar svar med decimaler som t.ex. 53,6 dBA är mera trovärdiga och noggranna än ett värde utan decimaler, som t.ex. 54 dBA. Sanningen är att alla mätningar och alla beräkningar har en inbyggd onoggrannhet.

Varje mätning och varje beräkning döljer en viss osäkerhet som består av ett antal tillfälliga systematiska fel. Anledningen varför man måste dras med en viss osäkerhet hittas bl.a. i mätapparaten, kalibreringsfel, etc. eller i beräkningssättet, beräkningsunderlaget, indatuppgifterna etc. Dessa fel är i och för sig okända men ingår i resultatet.

Tillfälliga beräknings/mätfel erhålles t.ex. vid stora värdefluktuationer. Här bildas ett medelvärde som är helt beroende av beräkningens/loggningsperioden. Dock kan mestadels en statistisk behandling av mätvärdena förutspå en viss effekt. Så kan man t.ex. ange en mättolerans med dess begränsningsnivåer, inom vilken den förväntade ljudnivån bör uppträda.

För både mätning och beräkning av trafikbuller gäller en tolerans på ± 2 dBA. Det finns ingen möjlighet att kunna redovisa beräknade nivåer med decimalnoggrannhet.

Med vänlig hälsning
Svensk Teknikutveckling AB
Akustik

Norbert Fichter