

Tysta beläggningar –

En före/efterstudie på Ellenborgsvägen i Malmö



Ervin Turanovic

2007

Tysta beläggningar –

En före/efterstudie på Ellenborgsvägen i Malmö

Ervin Turanovic

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 160

ISSN 1653-1922

Ervin Turanovic

Tysta beläggningar -
En före/efterstudie på Ellenborgsvägen i Malmö

2007

Ämnesord:

Tysta beläggningar, tyst asfalt, bullerreducerande beläggning, trafikbuller, vägtrafikbuller, före/efterstudie, bullermätning

Referat:

I syfte att dämpa buller och förbättra miljön både utomhus och inomhus har Malmö kommun valt ut en vägsträcka där en del av sträckan åtgärdas med en bullerreducerande beläggning. Vägtrafikbuller ska reduceras direkt vid källan, d v s i kontaktytan mellan beläggningen och bildäck. Skanska med sin produkt "Tyst asfalt" tillsammans med Malmö gatukontor är först ut i Sverige med att prova en ny beläggning som ska lösa problemet med vägtrafikbuller i tätorter. Syftet med examensarbetet är att studera och beskriva egenskaper hos "tysta" beläggningar. Dessutom undersöks hur de boende i de olika områdena längs Ellenborgsvägen i Husie, Malmö upplever vägtrafikbullret före och efter den nya beläggningen. En enkät skickades till de boende i området. Bullermätningar genomfördes på plats. Dessa utfördes före respektive efter beläggningsarbetet. Resultaten visar att de boende kring Ellenborgsvägen upplever att trafikbuller har minskat inomhus med stängda och öppna fönster, i trädgården, på terrassen, på balkongen, på gården och på gatan.

English title:

Low noise road surfaces – Before and after study on Ellenborgsvägen in Malmö

Citeringsanvisning:

Ervin Turanovic, Tysta beläggningar – En före/efterstudie på Ellenborgsvägen i Malmö. Lund, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2007. Thesis. 160

Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Trafik och väg
Box 118, 221 00 LUND, Sverige

Department of Technology and Society
Lund Institute of Technology
Traffic and Road
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Förord

Det här examensarbetet har utförts inom ramen för civilingenjörsutbildningen på avdelningen för Vägbyggnad och Trafik vid Lunds Tekniska Högskola i samarbete med Malmö Gatukontoret och Skanska.

Jag vill börja med att rikta ett stort tack till mina handledare Mats Lawesson och Richard Nilsson på Malmö Gatukontoret respektive Skanska för all hjälp genom den långa processen.

Jag vill passa på och tacka Monica Berntman som har varit min examinator under arbetes gång.

Ett stort tack riktas till Ebrahim Parhamifar, Karin Brundell-Freij, Anders Y Nilsson, Richard Jönsson, Bent Andersen och Hans Bendtsen.

Malmö, februari 2007
Ervin Turanovic

Innehållsförteckning

Sammanfattning	I
Summary	IV
1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål.....	2
1.3 Arbetshypoteser och frågeställningar	3
1.4 Avgränsningar	3
1.5 Läsanvisning.....	4
2. Metod och genomförande	5
2.1 Undersökningsområdet	6
2.2 Litteraturstudie.....	6
2.3 Fältstudie	6
2.4 Trafikmätningar	7
2.5 Okulär besiktning.....	7
2.6 Bullermätningar	8
2.7 Brukaraspekter	8
2.7 Begrepp och definitioner	11
3. Litteraturstudie.....	12
3.1 Ljud och buller.....	12
3.2 Regler och riktvärden för buller.....	13
3.3 Faktorer som påverkar trafikbullernivå	14
3.4 Vägtrafikbuller	14
3.5 Tysta beläggningar – lågbullerbeläggningar	17
3.6 Några alternativa åtgärder till tysta beläggningar.....	26
3.7 Kostnader för olika bullerreducerande alternativ.....	27
4. Beskrivning av försöksområdet kring Ellenborgsvägen före beläggningsarbete ..	28
4.1 Områdets karaktär.....	28
4.2 Trafikmätningar	31
4.3 Okulärbesiktning.....	32
5. Brukaraspekter - Förestudie.....	36
5.1 Beskrivning av demografiska datauppgifter.....	36
5.2 Boendes uppfattningar om biltrafik och trafikbuller	37
5.3 Statistik prövning av hypoteser	40
5.4 Boendes kommentarer	42

6. Bullermätningar före och efter utläggning av asfalt på Ellenborgsvägen.....	44
6.1 Beskrivning av mätobjekt	44
6.2 Resultat	44
6.3 Kommentarer	45
7. Valda åtgärder	46
8. Brukaraspekter - Efterstudie	48
8.1 Boendes uppfattningar om trafikbuller	48
8.2 Boendes kommentarer	50
9. Slutsatser och rekommendationer	52
10. Referenslista	56
10.1 Tryckta källor	56
10.2 Internetkällor	58
10.3 Muntliga källor	59
Bilaga 1. Begrepp och definitioner.....	60
Bilaga 2. Trafikmätningar	61
Bilaga 3. Protokoll för tillståndsbedömning.....	63
Bilaga 4. Resultat från okulärbesiktningen	64
Bilaga 5. Följebrev - förestudie	65
Bilaga 6. Enkät - förestudie	66
Bilaga 7. Enkät svar – förestudie.....	74
Bilaga 8. Resultat av statistiska tester.....	82
Bilaga 9. Bullermätningar.....	83
Bilaga 10. Följebrev - efterstudie.....	84
Bilaga 11. Enkät - efterstudie.....	85
Bilaga 12. Enkät svar – efterstudie	91

Sammanfattning

Definitionsmässigt brukar buller beskrivas som oönskad ljud. I vår omgivning, i våra bostäder och i utemiljöer, upplevs bullret som ett irriterande och stressande inslag som kan ge upphov till allvarliga hälsoproblem. I en redovisning av Naturvårdsverket från nationell miljöövervakning år 2002 uppskattas ca 1 456 000 boende i Sverige vara utsatta för överstigande bullernivåer genererade från vägtrafiken. Skanska med sin produkt "Tyst asfalt" tillsammans med Malmö gatukontor är först ut i Sverige med att prova en ny beläggning som ska lösa problemet med vägtrafikbuller i tätorter.

Syftet med examensarbetet är att studera och beskriva egenskaper hos "tysta" beläggningar. Dessutom ska det undersökas hur de boende i de olika områdena på Ellenborgsvägen i Husie, Malmö upplever vägtrafikbullret före och efter ombyggnaden med den nya beläggningen. I examensarbetet redovisas också en teoretisk bakgrund till vägtrafikbuller och lågbullerbeläggningar.

Metoden för examensarbetet är en före-/efterstudie om bullerreducerande beläggningar. Initialt genomfördes en litteraturstudie som behandlade buller och bullerreducerande beläggningar. I förstudien ingick en okulärbesiktning av vägens tillstånd. Fältstudien, trafikmätningar och andra undersökningar på platsen utfördes för att kartlägga karaktären på bebyggelsen samt trafik- och vägmiljön. En enkät skickades till de boende i området. Bullermätningar genomfördes på plats. Dessa utfördes före respektive efter beläggningsarbetet. Resultat av enkäten och bullermätningar dokumenterades, jämfördes och analyserades.

Bullret anses vara ett globalt hälsoproblem som uppmärksammats av världshälsoorganisationen WHO. I publikationen Vägar & gators utformning kan man läsa om följande negativa effekter av bullerexponering:

- Sömnstörningar
- Påverkan på talkommunikation, prestation och inlärning
- Hörselskador
- Psykosociala och medicinska effekter

Idag bor ca 84 % av befolkningen i tätorter där flest exponerade för buller finns. Dessutom ökar städer sin yta mer än sin befolkning vilket medför ökat transportbehov och ökat trafikmängd. Ökat transportbehov gör att trafikbullret ökar och fler drabbas.

En effektiv åtgärd för att minska vägtrafikbuller är att lägga en tyst beläggning. Eftersom däck/vägbanebullret reduceras vid källan förbättras både utomhus- och inomhusmiljön. Beläggningsen som lades på Ellenborgsvägen är en bullerreducerande beläggning. En förbättring av ljudnivån med 3,1 dB(A) har erhållits efter asfaltering med "Tyst Asphalt 3" beläggning i jämförelse med en traditionell beläggning. Under likartade förutsättningar uppvisar en TA 3 beläggning på bättre akustiska egenskaper i jämförelse med en ABS 11 beläggning.

Följande parametrar sammanfattar vilka egenskaper bör optimeras för att uppnå en bra lågbullerbeläggning:

- Storlek och form på maximal stenstorlek
- Fördelning mellan maximal stenstorlek och filler
- Andel av modifierat bindemedel respektive bitumen av totalmassan
- Hålrums halt
- Tjocklek hos öppna beläggningar
- Andel gummi och annat elastiskt material

I undersökningen konstaterades att de boende är mycket positiva till de genomförda åtgärderna. Boende kring Ellenborgsvägen upplever att trafikbuller har minskat inomhus med stängda och öppna fönster, i trädgården, på terrassen, på balkongen, på gården och på gatan. Effekten av en bullerreducerande beläggning medför att de boende upplever en positiv förändring av trafikbuller. En bullerreducerande beläggning upplevs som tystare beläggning jämfört med en konventionell beläggning av de boende kring Ellenborgsvägen.

Efter analysen av frågeformulär som skickades till de boende före och efter läggningen av den nya beläggningsen kan följande konstateras:

Följande huvudhypoteser visade sig vara sanna:

- Ökad bullernivån ger ökad trafikbullerstörning
- Lågt utomhusbuller är viktigt för personer
- Graden av störning beror på tidpunkt på dagen samt vad som genererar bullret
- Graden av störning beror på hur länge en person har bott i sin nuvarande bostad
- Boendeform är betydelsefullt för graden av störning

Följande huvudhypoteser visade sig vara falska:

- Individens ålder inverkar på graden av störning
- Kön är betydelsefullt för graden av störning
- Familjeförhållande är betydelsefullt för graden av störning
- Ägande av bil är betydelsefullt för graden av störning
- Placering av sovrum är betydelsefullt för graden av störning

Följande huvudhypoteser kan inte fastställas:

- De boende har anpassat sitt hem för bullret
- Det finns en bredvillighet bland de boende att betala om bullernivån kan sänkas

Summary

Noise, by definition is described as undesirable sound. In our surroundings, as well as our homes and environs, noise is perceived as a stress factor, with a potential of causing serious health damage. In 2002, a report was issued by the Swedish environmental agency "Naturvårdsverket", which presented a figure of total 1, 450.000 citizens that are exposed to increased levels of traffic noise. With their new product called "Tysta asfalt" /"Silent asphalt", Skanska and the city of Malmö, are being the pioneers in testing a new type of noise-reducing asphalt, and in that way solving the problem of traffic noise in densely populated residential areas.

The purpose of this thesis is to study and describe the characteristics of the low-noise road surfaces. Further, the aspect of subjective perception of the road-noise level by the residents along Ellenborgsvägen in Husie, Malmö, will be examined in this thesis, both before and after the implementation of the new asphalt. The thesis will also give an account of the theoretical background regarding the concepts of traffic noise and low-noise road surfaces.

The method for the thesis is a "before and after" study on the low noise road surfaces. At first a literature study that treated noise and low noise road surface was carried out. Before-study consists of a pavement evaluation and examination. Field studies, traffic measurements and other examinations were carried out in order to map out the characteristics of the residential area, as well as of the road and traffic environment. A survey was sent to the residents of the residential area mentioned above. Noise reduction measurements were carried out. The survey poll and noise reduction measurements were conducted before, as well as after paving of the street. Results were documented, compared and analysed.

World Health Organisation, WHO considers noise pollution as a global health issue. Swedish National Road Administration, Vägverket, has issued following negative effects caused by noise pollution:

- Sleep disturbance
- Behavioural effects including: speech interference, reading development, operational capability
- Hearing loss
- Physiological and health effects

Today approximately 84 % of Swedish population is living in urban areas. There are most residents exposed for noise pollution. Cities are growing faster then its population witch brings increased transportations needs and increased transport quantity. Increased transportations quantities bring increased noise pollution witch affect more people.

An efficient measure to reduce tyre road noise is by laying out a low noise road surface. The result of the tyre/road noise being reduced at the source is an improvement on the inside and outside environment. The pavement tested on the Ellenborgsvägen is in fact a low noise road surface. 3,1 dB(A) lower tyre/road noise was obtained by using "Tyst Asfalt 3" , in comparison to the noise level obtained by the conventional road surface. During similar conditions TA 3 showed better short-term acoustic properties than that obtained on an ABS 11, stone mastic asphalt (SMA), road surface.

The following parameters summarize characteristics which can be changed in order to optimise for a good low noise road pavement:

- Maximum and shape of the aggregate size
- The distribution of the size of aggregate and filler
- The percentage of bitumen and modifier applied
- The built-in air void
- The thickness of porous pavements
- The amount of rubber or other elastic material

The survey established that the residents were pleased with the implemented measures. The residents along Ellenborgsvägen feel that the tyre/road noise has decreased inside their homes with closed and opened windows, in the garden, on the terrace, on the balcony, in the yard and along the street. Perception of the annoyance caused by the tyre/road noise decreased as a result of the implemented measures. Low noise road surface was perceived as quieter in comparison to the conventional road surface by the residents.

Analysis of the survey poll, which was sent to the residents before and after the rebuilding, gave the following conclusions:

Following hypothesis were accepted:

- Increasing noise levels result in increasing annoyance
- Outdoors noise is important to residents
- Degree of annoyance depend on the time of day and the source of noise
- Degree of annoyance depend on how long a person has been living in their current residence
- Difference in the types of residence is significant to degree of annoyance

Following hypothesis were rejected:

- Age is significant to the degree of annoyance
- Gender is significant to the degree of annoyance
- The presence of children is significant to the degree of annoyance
- Car-ownership is significant to the degree of annoyance
- Location of the bedroom is significant to the degree of annoyance

Following hypothesis were left unconcluded upon:

- People have adapted their homes to the noise

There is a willingness among the residents to pay for the reduction of the noise levels

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Buller brukar definieras som oönskat ljud. I vår omgivning, i bostäder och utemiljöer, upplevs buller som ett irriterande och stressande inslag som kan ge upphov till hälsoproblem. Bullret anses av Boverket (2005) vara förutom folkhälsoproblem också utbrett miljöproblem som berör flest antal människor i Sverige. Ca 2 miljoner människor är utsatta för buller i Sverige och vägtrafiken har störst inverkan. En studie från Karolinska Institutet (2007) visar att långvarigt boende i bullrig trafikmiljö kan öka risken att drabbas av högt blodtryck.

Naturvårdsverket (2002) uppskattar i nationell miljöövervakning att ca 1 456 000 boende i Sverige vara utsatta för överstigande bullernivåer genererade från vägtrafiken. Mest exponerande för buller finns i storstäderna. 28 % av invånarna i Malmö är utsatta för vägtrafikbuller överstigande 55 dB(A). Enligt Malmö stads befolkningsprognoser (2006) förväntas folkmängden försätta att öka. Dessutom i takt med trafikökningen kommer antal exponerade boende för vägtrafikbuller att öka.

I Malmö stad enligt Miljöprogram (2003-2008) är det svårt att hitta områden där individer inte påverkas av buller. Det är trafikbuller som stör de flesta. Malmö stad har som mål att ingen efter år 2010 ska behöva utsättas för ljudnivåer överstigande 35 dB(A) i sitt boende. Åtgärder som bidrar till miljömål är bl a att i planering och tillsyn verka för en god ljudmiljö, kartläggning och framtagning av en handlingsplan/policy för tysta områden och att skapa attraktiva närmiljöer med låg belastning av buller och luftföroreningar (Miljöprogram, 2003-2008).

År 1998 publicerade Vägverket handlingsplanen "Vägfrikbuller". Den största satsningen inriktades på fasadåtgärder och därmed satsades enbart på inomhusmiljön. I syfte att dämpa buller och förbättra miljön både utomhus och inomhus har Malmö kommun valt ut en vägsträcka där en del av sträckan åtgärdas med en bullerreducerande beläggning. Vägfrikbuller ska reduceras direkt vid källan, d v s i kontaktytan mellan beläggningen och bildäck. Skanska med sin produkt "Tyst asfalt" tillsammans med Malmö gatukontor är först ut i Sverige med att prova en ny beläggning som ska lösa problemet med vägfrikbuller i tätorter.

Kommer denna nya beläggning att reducera trafikbuller? Kommer de boende att uppleva förändringar både inomhus och utomhus? Frågeställningar som tas upp ska besvaras och på så sätt öka kunskapen om denna nya tysta beläggningen.

1.2 Syfte och mål

Syftet med examensarbetet är att studera och beskriva egenskaper hos "tysta" beläggningar. Dessutom undersöks hur de boende i de olika områdena längs Ellenborgsvägen i Husie, Malmö upplever vägtrafikbullret före och efter den nya beläggningen. Det är viktigt att inhämta de boendes syn på miljön för att senare kunna jämföra resultatet. I examensarbetet redovisas också en teoretisk bakgrund till vägtrafikbuller och lågbullerbeläggningar.

Målsättningen är att studien ska kunna användas för framtida projekt när man vill reducera vägtrafikbullret med en ny beläggning för boende.

1.3 Arbetshypoteser och frågeställningar

Genom litteraturstudien i inledningen av examensarbetet formulerades några hypoteser och frågeställningar. Efter samråd med handledare och examinator omformulerades några hypoteser och frågeställningar. Hypoteserna och frågeställningarna som skulle utredas fungerade dessutom som ett stöd under arbetets gång.

Följande frågeställningar var centrala:

- Hur funkar ”tyst asfalt” i empirin? Vilken bullerreducering kan förväntas uppnås kortsiktigt med olika beläggningar?
- Vilken beläggningstyp reducerar vägtrafikbullret bättre under likartade förutsättningar? Vilka egenskaper är avgörande bland vägbeläggningar för reduktion av vägtrafikbuller?

Följande hypoteser var centrala:

- Ökad bullernivån ger ökad trafikbullerstörning.
- Lågt utomhusbuller är viktigt för personer.
- Graden av störning beror på tidpunkt på dagen samt vad som genererar bullret.
- Graden av störning beror på hur länge en person har bott i sin nuvarande bostad.
- Individens ålder inverkar på graden av störning.
- Kön är betydelsefullt för graden av störning.
- Familjeförhållande är betydelsefullt för graden av störning.
- Boendeform är betydelsefullt för graden av störning.
- Ägande av bil är betydelsefullt för graden av störning.
- Placering av sovrum är betydelsefullt för graden av störning.
- De boende anpassar sitt hem efter buller.
- Det finns en bredvillighet bland de boende att betala om bullernivån kan sänkas.

1.4 Avgränsningar

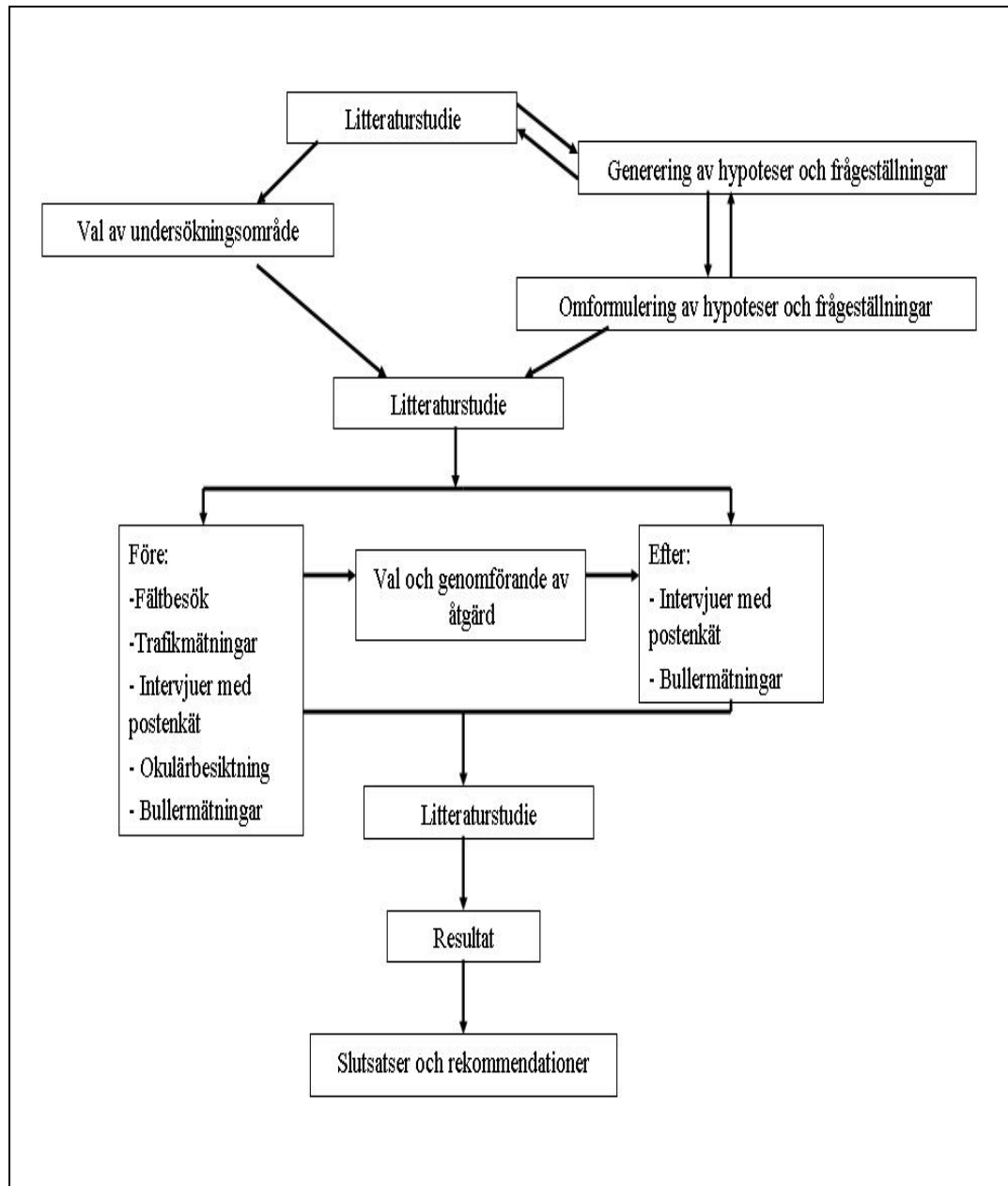
Arbetshypoteser och frågeställningar testas på boende längs Ellenborgsvägen där belägningsarbetet genomförs. Litteraturstudien omfattar enbart vägtrafikbuller. Dessutom kartläggs enbart beläggningar som reducerar, eller är framtagna för att reducera däck/vägbanebuller.

1.5 Läsanvisning

I *Kapitel 2* beskrivs metoden och genomförandet för examensarbetet. Här förklaras val av undersökningsområdet. I kapitlet beskrivs även hur litteratursökningen genomförts. *Kapitel 3* innefattar den del av litteraturstudien som berör trafikbuller och tysta beläggningar. *Kapitel 4* beskriver undersökningsområdets karaktär, väg och trafikförhållanden samt en tillståndsbedömning. Brukarnas aspekter före åtgärder beskrivs i *Kapitel 5*. Här presenteras vad personerna som bor på Ellenborgsvägen tycker. Kapitel 4 och 5 är en del av förestudien. I *Kapitel 6* beskrivs bullermätningarna både före och efter beläggningsarbetet. Val och genomförande av åtgärd presenteras i *Kapitel 7*. Brukarnas aspekter efter åtgärder beskrivs i *Kapitel 8* som är en del av efterstudien. Slutsatser och rekommendationer behandlas slutligen i *Kapitel 9*.

2. Metod och genomförande

En schematisk bild av examensarbetets genomförande ses nedan:



Figur 2.1 Process schema för examensarbetets genomförande

Metoden för examensarbetet är en före-/efterstudie om bullerreducerande beläggningar. Initialt genomfördes en litteraturstudie som behandlade buller och bullerreducerande beläggningar. I förstudien ingick en okulärbesiktning av vägens tillstånd. Fältstudien, trafikmätningar och andra undersökningar på platsen utfördes för att kartlägga karaktären på bebyggelsen samt trafik- och vägmiljön. En enkät skickades till de boende i området. Bullermätningar genomfördes på plats. Dessa utfördes före respektive efter beläggningsarbetet. Resultat av enkäten och bullermätningar dokumenterades, jämfördes och analyserades.

2.1 Undersökningsområdet

Ellenborgsvägen ligger i stadsdelen Husie i Malmö. Husie ligger i ca 6 km öster om Malmö centrum. I undersökningen om trafikbuller avgränsas Ellenborgsvägen av Husie Kyrkoväg i öst och Videdalsvägen i väst. Sträckan är ca 1 160 m. Ellenborgsvägen är en lokalgata med hastighetsbegränsningen 50 km/h.



Figur 2.2 Undersökningsområdet Ellenborgsvägen i Malmö 2006

2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudien har omfattade ämnen däck/vägbanebuller och lågbullerbeläggningar. Danska Transportforsknings och Vejdirektoratets och EU projektets SILVIA rapporter om trafikbullerundersökningar studerades. Sökningen genomfördes huvudsakligen på Internet med hjälp av olika sökmotorer samt på Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Vägverket och Danmarks transport forskning hemsidor. Sökord som "tyst asfalt", "lågbullerbeläggningar", "quite pavements", "noise reducing pavements", "low noise reducing pavements", och "däckvägbanebuller" användes i sökningen. Normer och regler angående buller studerades i dokumentet God bebyggd miljö av Naturvårdsverket och Boverket samt Väggar och gators utformning (VGU) av Vägverket. Genom handledarna erhöles också rapporter och publikationer.

2.3 Fältstudie

Tillsammans med en handledare gjordes ett besök i undersökningsområdet den 10 mars 2006. Under besöket visade handledaren vilka vägsträckor av Ellenborgsvägen som valts ut av Malmö gatukontor för de planerade åtgärderna. Redan innan examensarbetet var tilltänkt hade gatukontoret valt att lägga två typer av beläggningar på Ellenborgsvägen. Ett avsnitt av vägsträckan skulle asfalteras med en lågbullerbeläggning och den andra vägsträckan skulle asfalteras med en

referensbeläggning. Dessutom bestämdes det att använda en vägsträcka som en referenssträcka.

Flera fältbesök genomfördes i syfte att kartlägga karaktären på bebyggelsen, att bedöma tillståndet på den befintliga beläggningen, och placeringen av utrustningen för trafikmätningar och att närvara vid utläggning av asfalt.

2.4 Trafikmätningar

Trafikmätningar i undersökningsområdet genomfördes av Malmö gatukontoret. För att mäta trafikflödet i området användes kommunens slangar som läggs över körbanan. Mätningarna pågick under tre veckodagar, tisdag den 25 april 2006 - torsdag 27 april 2006, på Ellenborgsvägen, mellan Källbogatan och Virentoftagatan. Utöver hastigheter mättes antal fordon per dygn och vald fordonsklass. Utrustningen registrerar och dokumenterar fordon som körde i båda riktningarna. Dessutom registrerade tidpunkten på dygnet då fordonet passerar mätpunkten.

2.5 Okulär besiktning

Tillståndet på beläggningen på Ellenborgsvägen bedömdes vid en okulärbesiktning. Den genomfördes för att fastställa och identifiera skador på vägen för att senare klargöra eventuella orsaker och svårighetsgraden till dessa. Det är också viktigt att dokumentera vägens tillstånd före en åtgärd. Okulärbesiktningen utfördes enligt en mall för värdering av belagda gator och vägar "Bära eller brista" av Svenska kommuner, VTI och Vägverket.

Bedömningarna och iakttagelserna under okulära besiktningen av Ellenborgsvägen noterades i ett besiktningsprotokoll. I protokollet anges status på körbana, gångbana, kantstenar, rännstenar och avrinningen. Skadorna omfattning bedöms genom att bedöma dess specifika svårighetsgrad respektive utbredning.

En bedömningsskala 1-3 användes för varje skadetyper på vägavsnittet. Lägst svårighetsgrad skrivs in i protokollet med siffran 1. Högsta svårighetsgraden skrivs in med siffran 3.

En bedömningsskala lokal, måttlig och generell användes för varje skadetyper på vägavsnittet och för dess utbredning av vägavsnittets längd. Förekomst av skador delas in i lokal (förekommer < 20 % av vägavsnittets längd), måttlig (förekommer 20-50 % av vägavsnittets längd) och generell (förekommer > 50 % av vägavsnittets längd) utbredning.

Skadetyper som ingår i okulärbesiktningen är spårdjup, sprickor, krackeleringar, ojämnheter, stensläp, hål och söndergrävningar.

2.6 Bullermätningar

Flera standardiserade metoder används för att mäta trafikbuller. Statistical Pass By (SPB) och Close proximity (CPX) metoderna utfördes på Ellenborgsvägen för bestämning av bullernivåer före och efter asfalteringen. Båda mätmetoder är ISO standardiserade (Ejsmont, 2002). SPB-mätningen utfördes på beställning av Skanska och genomfördes av Danska Vejdirektoratet, som en del av EU-projektet SILENCE (Silence, 2006). Vid mätningen ska minst 100 fordon passera den aktuella mätpunkten. En mikrofon placerad vid sidan av vägen registrerade fordonets specifika bullernivå. Utöver detta registrerades även fordonstyp och hastighet. Mikrofonen placerades 7,5 m från körfältets mitt. Den uppmätta trafikbullernivån korrigeras med hänsyn till referenshastighet, rådande väderleksförhållande och den befintliga beläggningen för att få fram den ekvivalenta trafikbullernivån.

Eftermätningar med CPX-metoden har inte genomförts vid skrivande av detta examensarbete på grund av dåliga väderleksförhållanden vid inplanerade mätningar. CPX mätningen är inplanerad att utföras i april-maj 2007. Därför har enbart resultat från SPB-mätningar diskuterats i rapporten.

2.7 Brukaraspekter

Malmö Gatukontor är angelägna om att få brukarens upplevelser av buller. Åtgärden genomfördes ju för att minska vägtrafikbuller för de boende. De boendes synpunkter på trafikbuller är därför viktiga och kan ställas i relation med mätningar som genomförs i området. Intervjun genomfördes med ett frågeformulär som skickades till de boende i området. Undersökningen är både kvantitativ och kvalitativ.

2.7.1 Datainsamling

Urval och målgrupper

I samråd med referensgruppen, (handledare, examiner och Malmö stads trafikingenjör) valdes fastigheterna i undersökningen. Dessa fastigheter ligger alla i närheten av Ellenborgsvägen och den del av vägen som skulle asfalteras. Urvalet omfattar villor som ligger inom 50 meters radie från körfältets mitt. Lägenheter ligger 50 till 100 meters avstånd ifrån körfältets mitt. Fastighetsägarnas adresser hämtades ur Malmö stads databaser. Urvalet gjordes med avseende på kön.



Figur 2.3. Fastigheter längs Ellenborgsvägen som ingår i undersökningen

Utformning av frågeformuläret

Intervjun genomfördes med ett frågeformulär som skickades till de boende med post i undersökningsområdet. Före beläggningsarbetet på Ellenborgsvägen skickades postenkäten till samtliga boende längs de tre avsnitten. Efter beläggningsarbetet skickades postenkäten enbart till de boende längs provsträckan 1 och 2.

Enkäten före beläggningsarbetet innehöll 27 frågor. Dessa hade huvudsakligen hämtats från den danska studien som utformats av Dansk Transportforskning. Några frågor hade dock kommit till och några hade modifierats. Hypoteser och intressanta frågeställningar angående vägtrafikbuller lag till grund för planering av frågorna i frågeformuläret.

Enkäten efter beläggningsarbetet innehöll 11 frågor. Frågorna är utformade, i samråd med referensgruppen, för att kunna jämföra resultaten störning från vägtrafikbuller före och efter beläggningsarbetet. Dessutom var det viktigt att få brukarens synpunkter på åtgärderna som genomförts.

Svarsfrekvens

160 fastighetsägare hade valts ut för förestudien medan totalt 133 fastighetsägare kan ingå i efterstudien. De tillfrågade fastighetsägare är de samma för avsnitt 1 och avsnitt 2. Avsnitt 3 ingår ej i efterstudien då ingen åtgärd genomförts på denna del av gatan. Svarsfrekvensen för både förestudien och efterstudien återfinns i sammanställningen nedan i tabell 2.1.

Tabell 2.1. Antalet utskickade och inkomna frågeformulär samt svarsfrekvens

Avsnitt	Förestudie			Efterstudie		
	Utskickade (antal)	Inkomna (antal)	Svarsfrekvensen (%)	Utskickade (antal)	Inkomna (antal)	Svarsfrekvensen (%)
1	103	67	65 %	103	64	62 %
2	30	23	77 %	30	23	77 %
3	27	23	85 %	-	-	-
Totalt	160	113	71 %	133	87	65 %

Den genomsnittliga svarsfrekvensen i förestudien är relativt god 71 %. För efterstudien är den genomsnittliga svarsfrekvensen något lägre 65 %. Avsnitt 3 ingår inte i efterstudien går det ej att jämföra de totala svarsfrekvenserna. Målet var att uppnå lika höga svarsfrekvenser för avsnitt 1 och 2. För att uppnå höga svarsfrekvenser skickades frågeformuläret, både förestudien och efterstudien, med 2 påminnelser.

2.7.2 Bearbetning av data

Datorprogrammet SPSS användes för att bearbeta insamlade uppgifter.

Statistisk analys

Den statistiska metoden användes för att analysera korrelationer mellan olika variabler. Den går ut på att bestämma styrkan hos ett flertal tester. Styrkan hos ett test är dess förmåga att förkasta felaktiga hypoteser (Field, 2005).

Frågan om de boendes störningsnivåer inomhus med stängda fönster (17a i frågeformuläret), används som en variabel i korrelationsanalysen. Störningsnivåerna i frågeformuläret om trafikbuller har grupperats om två nivåer. Grupperingen ökar styrkan hos den statistiska analysen. Med fler svarande skulle omgrupperingen inte vara nödvändig.

Gruppen "störd av trafikbuller" omfattar "Extremt mycket", "Mycket" och "Något", medan gruppen "inte störd av trafikbuller" är de som svarat med alternativen: "Mycket lite", "Inte alls" och "Kan inte höra trafikbuller".

SPSS programmet uppskattar ett Pearson Chi-square (p-värde) som visar om och i vilket grad signifikant samband förekommer (Bendtsen, 2002).

Tabell 2.2 Använda signifikantnivåer i Pearson Chi-square test

Pearson Chi-square	Signifikans nivå
$0,01 < p \leq 0,05$	Svag
$0,001 < p \leq 0,01$	Måttlig
$p \leq 0,001$	Stark

Testade hypoteser framgår av kap 1.3.

2.7 Begrepp och definitioner

Begrepp och definitioner återfinns i bilaga 1.

3. Litteraturstudie

3.1 Ljud och buller

Ljud definieras som tryckförändring i luften och karaktäriseras av sin styrka och sin frekvens. Tryckvariationerna uppfattas av örat som ljud som sprids i form av vågrörelser. Ljudets styrka kan uttryckas så som ljudtryck, ljudstyrka och ljudintensitet och anges oftast i dess ljudnivå med det logaritmiska måttet decibel, dB(A). Mätapparaterna använder ett s k A-filter för att bäst efterlikna hur det mänskliga örat uppfattar ljudnivån (Boverket, 2003).

Beroende på hur snabbt tryckväxlingarna sker uppfattas en ljudvåg som mörk eller ljus. Större antal ljudväxlingar per sekund innebär ett ljud med hög frekvens. Tvärtom, dvs ett ljud med lägre frekvens utför ett mindre antal ljudväxlingar per sekund. Ett ljud med hög frekvens uppfattas av våra öron som en ljusare ton. Ett ljud med lägre frekvens ger ett ljud med mörkare ton. En lastbil genererar oftast mer lågfrekvent ljud än ljud från en personbil (Boverket, 2003). Ljudfrekvensen har således betydelse även i trafikbullersammanhang. Det mänskliga örat hör frekvenser mellan 20 Hz och 20 000 Hz. Örat är mest känsligt för frekvenser mellan 1 000 Hz och 3 000 Hz. Detta är mycket individuellt samtidigt som det försämras med åldern (Brunskog, 2005).

Buller är oönskat ljud som har negativ påverkan på människors hälsa och välbefinnande. Bullret anses vara ett globalt hälsoproblem som uppmärksammats av världshälsoorganisationen WHO. I publikationen Vägar & gators utformning kan man läsa om följande negativa effekter av bullerexponering:

- Sömnstörningar
- Påverkan på talkommunikation, prestation och inläring
- Hörselskador
- Psykosociala och medicinska effekter

Effekter av bullerexponering anses vara mycket komplexa. Störningsgraden av bullret är en subjektiv bedömning och varierar från individ till individ.

Om antal fordon fördubblas ökar ljudnivån med 3 dB(A). Men om ljudnivån ökar med 8-10 dB(A) upplevs det som en fördubbling av ljudstyrkan.

- - 3 dB(A) = - 50 % trafikmängd
- - 10 dB(A) = - 90 % trafikmängd

3.2 Regler och riktvärden för buller

Flera myndigheter ger ut föreskrifter, råd, regler och riktvärden angående buller. Riktvärden angående buller inomhus pga trafikbuller återfinns i Boverkets BBR 99. Naturvårdsverket ger ut föreskrifter angående buller utomhus pga av trafikbuller, vägtrafik, järnvägstrafik, flyg, industri mm. Även Socialstyrelsen ger ut råd och föreskrifter angående buller som en sanitär olägenhet. Med en sanitär olägenhet, enligt Socialstyrelsen, avses en störning som kan vara skadlig för människors hälsa och som inte är ringa eller helt tillfällig. Bedömning av åtgärder mot buller som sanitär olägenhet görs i regel av miljö- och hälsoskyddsmyndigheterna i kommunerna. Kommunerna ansvarar för det kommunala vägnätet i städer och tätorter samt den fysiska planeringen och har således en viktig roll när det gäller trafikbuller.

Riksdagen har fastställt miljö kvalitetsmål och antagit åtta delmål till god bebyggd miljö där avsaknande av buller är ett mål. Miljö kvalitetsmålet, som skall nås inom en generation, skall utgöra en god och hälsosam livsmiljö. Krav på avsaknande av buller och att människor inte utsätts för bullerstörningar ingår i miljö kvalitetsmål. Delmål som ska vara uppnådda 2010 bedöms som mycket svåra att uppnå (Boverket, 2003).

Delmålen är mer avgränsade och avser endast trafikbuller. Betydelsen av delmål är att dessa skall uppfyllas inom en kortare tid. Delmål om buller handlar om att antal utsatta människor av trafikbullerstörningar vilka överskrider de riktvärden som riksdagen antog för buller om bostäder skall minska med 5 % till år 2010 jämfört med 1998 (Boverket, 2003).

Riksdagen antog 1997 följande riktvärden för trafikbuller (Boverket 2003) som inte bör överskridas vid nybyggnation av bostadsbebyggelse eller vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur:

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

Enligt Sandberg (2000) kan trafikbullret upplevas som två olika problem, då ekvivalentnivån är hög och då maximalnivåerna är höga. Med trafikmängderna över 3 000 ÅDT (årsdygnstrafik, den genomsnittliga trafiken under ett dygn), kan människor uppleva att ekvivalentnivån är hög. På vägar med bostäder nära vägen och andelen tung trafik är stor kan det upplevas att maximalnivåerna är för höga.

3.3 Faktorer som påverkar trafikbullernivå

Ca 2 miljoner människor i Sverige är utsatta för trafikbuller som överskrider riksdagens riktvärden utomhus vid fasaden. Idag bor ca 84 % av befolkningen i tätorter där flest exponerade för buller finns. Dessutom ökar städer sin yta mer än sin befolkning vilket medför ökat transportbehov och ökat trafikmängd. Ökat transportbehov gör att trafikbullret ökar och fler drabbas.

Faktorer enligt Nilsson (1981) och VGU som påverkar på trafikbullret är:

- Beläggningstypen och vägbeläggningens tillstånd, huvuddelen av trafikbullret kommer från däck och vägbana
- Trafikmängden, ökad trafikmängd innebär ökning av bullernivån
- Andelen tunga fordon i trafiken, lastbilar bullrar mer än personbilar
- Hastigheten, ökad hastighet medför ökning av bullernivån
- Fordonskonstruktion och underhåll, buller från vinterdäck med dubbar är högre än från motsvarande odubbade sommardäck, total fordonslast, lösa skramlande detaljer
- Sättet för framförandet av det enskilda fordonet, acceleration, motorbelastning, varvtal
- Korsningar, inbromsning samt acceleration leder till ökad störning
- Omkringliggande markytan, mjuk mark dämpar ljudet medan hård mark breder ut ljudet
- Topografin, ligger vägen i skärning kan skärningen fungera som bullervall och därmed begränsa spridning av bullret, med vägen på bank sprids ljudet
- Vegetation, med ett 100 m tät vegetation går det att få 1-2 dB bullerdämpning
- Våt vägbana, ger i regel högre bullernivå
- Snötäckt vägbana, snö dämpar buller
- Ljudets utbredningssätt vind- och temperaturvariationer, luftfuktighet, osv

3.4 Vägtrafikbuller

Vägtrafiken genererar ca 80 % av trafikbullret. Enligt SIKÄ (Rapport 2002:1) förväntas persontransportarbetet öka med 24 % mellan 1997 och 2010. Biltrafiken ökar mest med 29 % eller 2 % per år fram till 2010. Enligt samma prognoser kommer biltrafiken även efter år 2010 att öka men i mindre omfattning. Snabbast ökar de privata resorna på fritiden, till stormarknader, nöjen etc. Bilinnehav, som har stor betydelse för persontransportprognosen, ökar i Sverige. Ökat bilinnehav betyder ökat resande och dessutom ändrat färdmedels val. Ca 60 % av alla resor görs med bil vilket innebär att bilen är det dominerande färdmedlet. Transporter med lastbil bedöms även öka. Den tunga trafiken uppgår till 5-10 % av trafikarbetet.

3.4.1 Vägtrafikbullrets uppkomst

Interaktionen mellan fordon, däck och vägbeläggningar genererar vägtrafikbuller. Vägtrafikbuller kan delas in i däck/vägbanebuller, som uppkommer genom däckens rullning mot vägytan, och i drivenhetsbuller som uppkommer från bl a motor, växellåda, avgas och fläkt. Vägtrafikbuller ökar linjärt med hastigheten på en logaritmisk skala. Dvs däck/vägbanebuller ökar snabbare än motorbuller vid en fördubbling av hastigheten. Gränshastighet är då däck/vägbanebullret bullrar mer än motorbullret (Bendtsen, 1993) (Nilsson, 1981).

I början av 1970-talet, då vägtrafikbullret uppmärksammades som problem, ansågs gränshastigheten vara 50-70 km/h för personbilar och 70-90 km/h för lastbilar. I rapporter från 1980- och 1990-talet antogs gränshastigheten ligga mellan 40-50 km/h för personbilar och 60-70 km/h för lastbilar. Därigenom antydes det att drivenhetsbuller är den dominerande källan i stadsmiljön och att däck/vägbanebuller är den dominerade källan på landsväg och motorväg (Sandberg, 2001).

Nyare undersökningar (Sandberg, 2001) framarbetade av forskare som arbetar med vägtrafikbullerfrågor och forskare från bilindustrin visar prov på att gränshastigheten är lägre än vad tidigare undersökningar visat. ISO standardiserade undersökningar visar att däck/vägbanebuller bullrar mer än drivenhetsbuller för alla hastigheter och i alla växlarna utom då fordonet kör i lägsta växel.

Däck/vägbanebuller är alltid den dominerade källan vid normalt körsätt även i stadsmiljöer. För lastbilar är däck/vägbanebuller den dominerade källan vid hastigheten är ca 50 km/h eller mer och vid konstant hastighet 40 km/h. Drivenhetsbuller är den dominerande källan vid växlingar. Även i stadsmiljöer dominerar däck/vägbanebullret.

Under åren ökar andelen däck/vägbanebuller medan andelen motor- och avgasbuller minskar genom åren. Däck/vägbanebuller är inte bara problem för landsvägar och motorvägar med hög hastighet utan också vid lägre hastigheter och körsätt typiska för tätortstrafik (Sandberg, 2000).

3.4.2 Däck/vägbanebuller

När ett fordon framförs på en vägbeläggning, uppkommer buller genom interaktionen mellan däck och beläggning. Vägbeläggningen alstrar inte buller utan det alstras genom rörelser i däcket. Däck/vägbanebullret kan uppkomma på flera sätt. Två frekvensområden kan urskiljas. (Bendtsen, 1993), (Dahlström, 1999/2000), (Sandberg, 2000)

1. Lågfrekvent däckbuller under 800 Hz

Mönstret hos däcket och texturen hos vägytan, skrovlighet orsakar bullret. Bullret som sprids till omgivningen är vibrationer i däckstommen skapade av systemets ojämnheter. Om vägbeläggningens textur är slät blir monstereffekten framträdande och om slitbanan är slät blir textureffekten framträdande.

2. Högfrekvent däckbuller över 800 Hz

Den omgivande luften kring däcket spelar en viktig roll i genereringsprocessen. Tre principer för uppkomst av buller inom detta frekvensområde finns:

a) "Tangentiellt sprätt"

Däck/vägbanebullret uppkommer genom att det alternerande vidhäftnings-glid förloppet, hos däckets mönster, alstrar tangentiella svängningsrörelser längs vägbeläggningen. Då mönstret lämnar vägytan blir svängningsrörelserna särskilt tydliga då mönstren "sprätter till."

b) "Luftpumpning"

Däck/vägbanebullret uppkommer när däckets mönster rullar på respektive lyfter från vägytan. Luften pressas ut vid interaktionen mellan däck och beläggning och sugas in vid dekompressionen då mönstren lyfter från beläggningen.

c) "Luftresonant avstrålning"

Däck/vägbanebullret uppkommer på samma sätt som det karaktäristiska "ploppet" man hör när korken dras ur en flaska. Luften rusar in mellan mönster när det lyfter från beläggningen för att neutralisera undertrycket som uppkommer. Samma svängningsrörelser som i flaskan gör att bullret alstras till omgivningen.

Spridningsmekanismer med stor inverkan på däck/vägbanebullret är ljudabsorption och horneffekt. Ljudabsorption åstadkoms genom porositet i vägbeläggningen som orsakar att ljudet delvis absorberas i vägbeläggningen under spridning mellan källa och mottagare. Dessutom dämpas eventuella reflexer mot vägbeläggningen. Öppna vägbeläggningar tillverkas för hög porositet. Med öppen porositet, mer än 10 % av volymen i slitlagret, går det att påverka ljudet. Genom porositet går det också att förhindra luftpumpning och därigenom minska däck/vägbanebullret.

Horneffekten är ljudet som uppkommer i kontaktytan mellan däck och vägbanans främre och bakre kant. Formen som uppkommer däremellan påminner om exponentialhorn och andra horn som utnyttjas för att förstärka ljudet som hos t ex en högtalare. Ju bredare däcken är desto större och effektivare blir ljudutstrålningen. De senaste åren har bredden hos däck ökat vilket leder till ökat vägtrafikbuller. En öppen vägbeläggning gör att horneffekten reduceras. Det gör att luft kan passera genom vägbeläggningen. Genom att angripa problemet vid källan motverkas spridningsmekanismer och vägtrafikbullret minskas.

3.5 Tysta beläggningar – lågbullerbeläggningar

Enligt Ejsmont och Sandberg (2002) är en lågbullrande beläggning en vägbeläggning som vid interaktionen mellan däck/vägbeläggning minskar vägtrafikbullret med minst 3 dB(A) jämfört med en traditionell beläggning. I Sverige används en stenrik asfaltbetong ABS 16, en sk skelettasfalt med maximalstenstorlek 16 mm som referensbeläggning. Anledningen är att idag används i huvudsak ABS 16 eller ABS 11 asfalt på den del av vägnätet där trafikmängder är höga.

Enligt Sandberg (2000) påverkas vägtrafikbullret främst av vägbeläggningen och dess kondition. Av de vägbeläggningar som förekommer på vägnätet idag är skillnaden mellan tystaste och den bullrigaste beläggningen ca 10 dB(A).

3.5.1 Vägbeläggningens uppbyggnad

En väggropp består av en överbyggnad och en underbyggnad. Slitlagret är det översta lagret i en vägöverbyggnad. Många krav ställs på slitlagret bl a att det inte ska ge upphov till störande buller och det ska vara jämnt i såväl längdled som tvärlä. Asfalt och betong är material som uppfyller ställda krav på slitlagrer (Kompendium vägbyggnad, LTH).

Traditionell asfaltmassa är sammanställd av:

- Sten eller stenmaterial, 2-16 mm, 40-50 % av totalmassan
- Sand, 0,06-2 mm, 35-45 % av totalmassan
- Filler, korn < 0,06 mm, 5-10 % av totalmassan
- Bindemedel – bitumen (asfalt), 4-8 % av totalmassan

En asfaltbeläggning består huvudsakligen av grus- och sandmaterial och har bara en mindre andel bindemedel. Bindemedel framställs genom raffinering av råolja och är en restprodukt vid ex bensin- eller dieselframställning. För att förbättra egenskaperna kan bindemedlet modifieras genom att tillsätta olika material så som t ex olika polymerer, gummi etc (Nilsson, 2007). Bindemedlet har stor påverkan på den slutliga asfaltbeläggningen. Proportionerna av sten, sand och filler framgår av kornstorleksfördelningskurva för ett specifikt material. Beläggningarna kan indelas i tre huvudgrupper med avseende på sammansättningen:

1. Tät beläggning, hålrumshalten < 10 %
2. Halvöppen beläggning, hålrumshalten 10 – 15 %
3. Öppen beläggning, hålrumshalten > 15 % (dvs släpper igenom vatten)

3.5.2 Egenskaper som påverkar på däck/vägbanebuller

Egenskaper på sammansättningen har olika inverkan på vägtrafikbuller. Öppna beläggningar reducerar vanligen buller bättre än täta beläggningar. I tabell 3.1 framgår egenskaper hos beläggningar som påverkar på bulleremissionen.

Tabell 3.1 Parametrar som påverkar däck/vägbanebuller (Ejsmont och Sandberg, 2002)

Nr.	Parameter	Graden av påverkan
1	Mikrotextur (< 0,5 mm)	Låg - Måttlig
2	Makrotextur (0,5-50 mm)	Mycket hög
3	Megatextur (50-500 mm)	Hög
4	Ojämnheter	Mindre
5	Porositet	Mycket hög
6	Lager tjocklek	Hög (för porösa belägg.)
7	Adhesion (normal)	Låg - Måttlig
8	Friktion (tangentiell)	Låg - Måttlig
9	Styvhet	Osäker - Måttlig

Makro- och Megatextur

Vägytans makro- och megatextur har hög påverkan på bulleregenskaper. Belägningens makro- och megatextur är interrelaterade och bör därför analyseras gemensamt. Ökning av vägytans textur, sk skrovlighet, betyder inte omedelbart ökat däck/vägbanebuller. Däremot leder en ökad skrovlighet till en viss typ av bulleremissioner. Förhållande mellan vägytans textur och bulleralstring anser Bendtsen (1993) vara komplicerat. Ejsmont och Sandberg (2002) sammanfattar i sin senaste undersökning om hur en skrovlig textur påverkar däck/vägbanebuller enligt:

- Bullernivåer vid låga frekvenser (< 1000 Hz) ökar med ökande vägytetextur vid väglängder 10 – 500 mm
- Bullernivåer vid höga frekvenser (> 1000 Hz) minskar med ökande vägytetextur vid väglängder 0,5 – 10 mm

Mycket släta och mycket skrovliga vägytor genererar höga bullernivåer. Vägytan i kontakt med däckets bör vara slät, medan håligheter bör vara däremellan och i viss kontakt med varandra. Stenarna får inte bli stora och finmaterialet mellan större stenar bör undvikas så att håligheter uppstår däremellan.

För att konstruera en lågbullerbeläggning är optimering av vägtexturen nödvändig. Maximal stenstorlek bör inte överskrida 12 mm, 4-6 mm är optimalt. Ju större stenstorlek desto mer buller. Stenarna bör vara krossade, av enhetlig storlek och väl packade (Ejsmont, 2002). En beläggning med maximal stenstorlek 4-6 mm kan användas i klimat med obefintlig eller låg dubbdäcksanvändning. I Nordiska länder används större maximala stenstorlekar för att erhålla en acceptabel slitstyrka på belägningen (Bendtsen, 1993). En beläggning med maximal stenstorlek 4-6 mm hade troligtvis de tekniska och akustiska egenskaperna försämrats avsevärt efter en till två vintrar (Nilsson, 2007).

Porositet och lager tjocklek

Porositet är en annan viktig egenskap för att få en bra lågbullerbeläggning. Porositeten eller hålrumshalten uppmäts som andel av totala viktmassan. En porös eller öppen beläggning fås genom att undvika sanden samt en stor del av de fina och medelstora stenarna. Ett hål uppstår då mellan de stora stenarna (Bendtsen, 1993). Porerna bör vara öppna för att bidra till en effektiv ljudabsorption och

dräneringskapacitet. Isolerade porer, ca 25 – 35 % av total porvolym, bidrar inte till dränering och ljudreduktion (Dahlström, 1999/2000).

Öppna beläggningar har fyra egenskaper som bidrar till en god bullerreduktion (Ejsmont, 2002):

- Alstringseffekt – luftresonant avstrålning: porositeten i vägbeläggningen reducerar effektivt den sammantryckta och expanderade luften infångad mellan däck och vägbanan. Genereringsprocesser som luftpumpning och luftresonant avstrålning reduceras.
- Reducering av horneffekten: porositeten i vägbeläggningen reducerar uppkomsten av horneffekten vilket uppkommer mellan det böjda däck och vägytan.
- Akustisk absorption: Porositeten medför att vägbeläggningen absorberar och minskar spridning av buller. Både däck/vägbanebuller och drivenhetsbuller reduceras. Dessutom reduceras antal reflekterade ljudvågor mellan vägbeläggningen och fordon.
- Alstrings effekt – stötningmekanism: det är viktigt att vägytan blir tillräckligt slät för att kunna minimera megatexturen och den storskaliga makrotexturen och därigenom reducera texturens inverkan på bulleremissioner.

Bullrets uppkomst påverkas av samtliga fyra ovanstående egenskaper från den öppna beläggningen. Dessutom påverkas spridningsmekanismen genom att den öppna beläggningen absorberar buller.

Problemet med öppna beläggningar är att porositeten täpps igen av vägsmutts med stigande åldern. Problemet är speciellt utmärkande i tätortsområden med låghastighet och där andelen dubbdäck är hög. Kontinuerligt underhåll krävs för att beläggningen ska bibehålla sina initiala egenskaper.

Effekten av tjockare beläggning är att toppfrekvensen av det absorberande ljudet går ned i beläggningen. Dessutom den näst följande toppfrekvensen går ned också. Undersökningar har gjorts (Ejsmont, 2002) år 1990 med öppna två-lagers beläggningar, tjocklek 80 mm istället för 40 mm. Hålrums halten gjordes högre för det övre lagret men stenstorleken förblev densamma. Bulleremissioner reducerades härmed med 1 dB(A). Flera andra försök har gjorts med varierande tjocklekar och hålrumshalter där goda resultat uppvisas. Det innebär att de går att optimera beläggningens tjocklek i syfte att reducera buller för tvålager öppna beläggningar.

Ojämnhet

Ojämnhet på beläggningens textur bedöms ha mindre påverkan på bulleremissioner. Ytterligare undersökningar behövs för att kunna fastställa dessa resultat eftersom vid våglängder mellan 0,5-0,8 m bör texturens ojämnheter minimeras för att erhålla god bullerreduktion (Ejsmont, 2002).

Mikrostruktur – Friktion - Adhesion

Mikrostruktur påverkar de molekylära bindningarna mellan däck och sten eller sand i beläggningen. Den molekylära attraktion som finns mellan två kroppar vid nära

kontakt orsakas av adhesion. Den största adhesionen uppkommer mellan två plana och släta, friktionsfria ytor utan någon textur. Ytor går att skilja med tangentiell kraft. Samma mekanism återfinns i interaktion mellan däck och vägbeläggning.

Mekanismer som uppkommer mellan däck och vägbeläggning påverkar i låg/måttlig grad bulleremissionerna. Vissa avvikande kombinationer av däck och vägbeläggningar kan bidra till betydelsefulla effekter på vägtrafikbuller (Ejsmont, 2002).

Styvhet

Konventionella beläggningar visar inga samband mellan beläggningens styvhet och vägtrafikbuller. Mjuka beläggningar som använder mycket gummiblandning uppvisar emellertid samband mellan beläggningens styvhet och bullernivåer (Ejsmont, 2002). Eftersom ingen beläggning är mjukare än bilens däck behöver beläggningens styvhet sänkas ganska ordentligt för att få ner däck/vägbanebullret. Mjuka beläggningar är att föredra med avseende på buller (Sandberg, 2007)

Beläggningens ålder och tillstånd

En nedbrytningsprocess dvs skador i form av ojämnheter, sprickor, spår mm uppkommer på beläggningssytan. Samverkan mellan olika faktorer leder till att väggroppen skadas. De nedbrytande faktorerna är:

- Byggtekniska, (materialet, den konstruktiva utformningen)
- Klimatberoende (vatten och temperatur)
- Trafikberoende (belastning från tunga fordon mm)
- Väghållarens egna åtgärder (sandning, plogning, saltning, grävningar mm)

Nedbrytningsprocessen påverkar den tekniska och akustiska livslängden hos beläggningen. Den akustiska livslängden anses kortare än den tekniska livslängden. Då vägytans mega- och makrotextur utsätts för påfrestningar från trafiken påverkas de tekniska och akustiska egenskaperna.

Den akustiska livslängden försämras olika för olika typer av beläggningar. För släta och medium - skrovliga täta beläggningar ökar bullernivån de första 1-2 åren. Därefter stabiliseras ljudnivån fram till att beläggningens tekniska livslängd är slut. Andelen makrotextur slits först ned hos de grova beläggningarna vilket gör att bullernivån reduceras de första åren för att senare stabiliseras. Tilltäppningseffekten är större på gator med mindre antal fordon och låg hastighet eftersom smutsen inte körs bort från vägen. Räfflad cementbeläggning slits ned och bredder ut räfflorna vilket medför en ökning av bullret. Bulleremissioner från slät cementbeläggning förblir densamma under hela livslängden (Ejsmont, 2002).

Vägytans kulör

Mörka beläggningar absorberar mer solstrålar och blir därmed varmare än ljusa beläggningar. Däck/vägbanebuller är beroende av temperaturen och därför har beläggningens kulör betydande inverkan. Svart asfalt yta kan bli 10^o C varmare i solljus jämfört med en betongbeläggning vilket medför 1 dB(A) bullerreducering. Mörka beläggningar upplevas också som tystare än ljusa beläggningar (Ejsmont, 2002).

Modifierat bitumen, bindemedel

Bitumen, cement, bitumen med gummi och polymermodifierade bitumen används som bindemedel i asfalt för vägar. Modifierade bindemedel påverkar indirekt beläggningsens egenskaper och därmed även däck/vägbanebullret genom att öka den mekaniska stabiliteten hos de öppna beläggningar. Dessutom går det att sänka tilltäppningseffekten (Ejmont, 2002).

Isotropa och anisotropa material

Traditionella beläggningar har en isotrop textur vilket betyder att de fysikaliska egenskaperna förhåller sig lika i alla riktningar till skillnad från anisotropa material. Vägytor med anisotrop textur påverkar varierande däck/vägbanebuller beroende på den undersökta riktningen. Beläggningar med anisotropa egenskaper är t ex tvär- och längsgående räfflande cementbeläggningar, målade cementbeläggningar, block- och beläggingssten och plattor. Däck/vägbanebuller ökar hos anisotropa beläggningar om fordon framförs i vinkelrät riktning mot beläggningsens specifika drag. Tvärtom blir däck/vägbanebuller lägre om förflyttningen sker utmed vägytans textur och dess specifika drag. Beläggningar med längsgående textur är att föredra (Ejmont, 2002).

3.5.3 Optimera för en lågbullerbeläggning

Följande parametrar sammanfattar vilka egenskaper bör optimeras för att uppnå en bra lågbullerbeläggning (Andersen, 2005):

- Storlek och form på maximal stenstorlek
- Fördelning mellan maximal stenstorlek och filler
- Andel av modifierat bindemedel respektive bitumen av totalmassan
- Hålrums halt
- Tjocklek hos öppna beläggningar
- Andel gummi och annat elastiskt material

Utläggningen av beläggningssmassan är en viktig process vid utförandet. Noggrannhet och yrkeskicklighet vid asfalteringen är betydelsefullt i arbetet med att reducera däck/vägbanebuller. Dessutom ska skarvarna undvikas då dessa ger upphov till högre bullernivåer (Ejsmont, 2002).

3.5.4 Tysta beläggningar

Täta beläggningar

Stenrik asfaltbetong utvecklades i Tyskland under 1960-talet för att motverka dubbdäcksslitage. När dubbdäcken förbjöds märkte man att beläggningen är bullerreducerande jämfört med andra beläggningar. Beläggningen kännetecknas av att texturen består av plataer med lika höjd och hålrum, "raviner" däremellan. Effekten av luftpumpning därmed reduceras. Den släta ytan minskar däckvibrationer hos mindre maximala stenstorlekar. Beläggningen visade ett samband mellan stenstorlek och däck/vägbanebuller (Andersen, 2005).

Gjutasfalt är en beprövad beläggningstyp med god slitstyrka. Beläggningen uppvisar likartade akustiska egenskaper som stenrik asfaltbetong. För att inte mista de akustiska egenskaperna är det viktigt att asfalten läggs på rätt sätt. Beläggningens bullerreducerande egenskaper beror på den mindre stenstorleken i asfaltmassan (Andersen, 2005).

Tunnskiktsbeläggningar testas i tätorter med hastigheter 50-60 km/h och på motorvägar med på 110 km/h i Danmark. Vägbeläggningar som undersöks är från tre olika beläggningstyper:

- Öppen asfaltbetong
- Stenrik asfaltbetong
- Tunnskiktsbeläggning består av en kombination av beläggningar. Ett tjockt lager av polymermodifierat bitumen läggs på befintlig vägyta. Ovanpå läggs en öppen beläggning med hålrumshalt ca 14 %.

Porösa öppna beläggningar har håligheter utmed hela tjockleken. Öppna täta beläggningar är däremot enbart öppna i övre delen av beläggningen. Håligheter, inte större än största stenstorleken i beläggningen, reducerar genereringseffekter som

luftpumpning och däckvibrationer. Maximal stenstorlek 6 mm användes på vägar i tätorter och 8 mm stenstorlek på motorvägar. Tjockleken på tunnskiktbeläggningen har ingen påverkan på däck/vägbanebuller (Andersen, 2005).

Mätningar visar att tunnskiktbeläggningen reducerar däck/vägbanebuller med 3 dB(A) i jämförelse med en tät asfaltbetong beläggning med 11 mm stenstorlek ABT 11.

Öppna beläggningar

En-lagers öppen beläggning har bra egenskaper för reduktion av däck/vägbanebuller. I Malmö fanns år 2000 31 000 m² porösa vägytor. Tolv vägar (0,5 % av Malmös vägar) var belagda med en öppen beläggning. Egenskaper så som bullerreduktion och dräneringsförmåga försvann allteftersom håligheter täpptes till och ingen bra underhållsätgard fanns (Dahlström, 1999/2000).

I Danmark undersöktes en-lagers öppen beläggning både i tätortsmiljö, med hastigheten 50 km/h, och på landsväg, med hastigheten 80 km/h. En bullerreduktion på 3-4 dB(A) uppnåddes på landsvägen, en effekt som varade i 6 år. I tätortsmiljön reducerades bullret vid nyanläggning med 3 dB(A). Bullerreducerings effekt försvann efter 2 år. Ingen beläggning rensades under tiden (Bendtsen, 2002).

Öppna beläggningar igensätts fort på grund av smuts från däck och beläggningen. Det är speciellt utmärkande i tätortsmiljöer med låg hastighet. En-lagers öppna beläggningar bör därför enbart användas för vägar där högre hastigheter är tillåtna.

Två-lagers öppen beläggning har också undersökts i Köpenhamn i tätortsmiljöer med hastigheter 50 km/h. Tre s k "twin layer" öppna beläggningar utvecklades i syfte att undersöka olika faktorer så som bullerreduktion, vägytans textur, trafiksäkerhet, friktionsegenskaper, vinterunderhåll, hastighet och boendes perspektiv på bullerstörning.

Alla tre beläggningarna är porösa med en hög andel hålrum, 22-27 %. Övre lagret har maximal stenstorlek 5-8 mm medan bottenlagret har stenstorlek 16 eller 22 mm. Tjockleken varierar mellan 55 och 90 mm. Två ggr om året underhålls beläggningar med högtrycksvatten.

Mätningar visar god bullerreduktion i tätortsmiljöer. Den akustiska livslängden förlängdes jämfört med en-lagers öppen beläggning. De tre beläggningarna uppnådde 4-6 dB(A) bullerreduktion de två första åren jämfört med en tät asfaltbeläggning med 8 mm maximal stenstorlek (ABT 8). Efter två år stabiliserades nivåerna på 4 dB(A) reduktion hos alla beläggningar jämför med ABT 8. Beläggningen med 5 mm maximal stenstorlek hade den bästa bullerreduktionen vid nyanläggning. Tjockare beläggningar reducerade bullret bättre än tunnare beläggningar i två år. Därefter låg de på samma nivå. Efter 4-5 år visade beläggningen med 5 mm maximal stenstorlek tendensen att täppas till i det översta

lagret. Beläggningen med 8 mm maximal stenstorlek fortsätter att reducera däck/vägbanebuller lika bra (Andersen, 2005).

Försök med två-lagers öppen beläggning har också gjorts i Sverige. Beläggningen lades på E4/E20 vid Hallunda trafikplats, Stockholm. Övre lagret består av en 30 mm lager med 11 mm maximal stenstorlek. Det undre lagret består av 50 mm lager med maximal stenstorlek på 16 mm. Olika hålrumshalter användes för de två lagren. Enligt Stockholm stad trafikkontor uppnåddes initialt 8-9 dB(A) bullerreducering. Vägverket räknar med att de goda akustiska egenskaperna försvinner efter fyra år och planerar att lägga om det översta lagret efter sex år. Beläggningen sätts igen av smuts och någon bra rengörings utrustning finns inte i Sverige.

I Göteborg görs försök, år 2006, med två-lagers öppen beläggning. Krav ställs på entreprenören att bullerreduktionen ett år efter nyläggning ska vara minst 6 dB(A). En portvätt är inplanerad för det första året. Kontinuerliga mätningar görs för att bli kontrollera de bullerreducerade egenskaperna. Efter 5 år planeras det översta lagret att fräsas bort samtidigt som det understa lagret portvättas och en ny öppen beläggning läggs ovanpå (Sandin, 2006).

3.5.5 Nya typer av tysta beläggningar

Kombination av gjutasfalt innebär en ny typ av beläggning som kombinerar en beprövad beläggning med en ny syntetisk beläggning. Gjutasfalt, med överskott av bindemedel, läggs ut vid hög temperatur. Efter det att massan jämnas ut tillsätts sten och sandkorn för att säkerställa goda friktionsegenskaper. Prefabricerad, syntetisk beläggningmatta läggs ovanpå den varma och klistriga beläggningen. Nya prefabricerade beläggningar behöver noggrant undersökas och testas i laborationen för att säkerhetsställa att alla krav som ställs på en slitlager uppfylls innan beläggningen kan läggas på gator (Bent, 2005).

Tät asfalt med hög andel polymermodifierat bitumen (ARFC) har utvecklats och används främst i Arizona i USA. Liknande beläggningar har inte prövats i Europa fram till år 2005. Resultat från amerikanska försök visar att beläggningen har goda bullerreducerande egenskaper och lång akustisk och teknisk livslängd.

Beläggningen skiljer sig från vanlig konventionell asfalt i två avseende:

1. Bindemedel har en inblandning av gummikorn (0,5-2,0 mm) som utgör 15 vikts- % av bindemedlets totalmassa
2. Bindemedel utgör ca 10 % av totala asfaltmassan (vanl. 4-8 %)

Andel gummi utgör därmed ca 1,5 vikt- % av den totala asfaltmassan. Två ggr mer andel gummi än vad det normalt brukar användas i polymermodifierade bindemedel i porösa beläggningar (Bent, 2005).

Mindre stenstorlekar dominerar i vägytans textur, vilket ger goda bulleregenskaper. En stor del av bindemedel gör beläggningen mjukare jämfört med en tät beläggning. Relativt mjuk beläggning dämpar effekten av däck/vägbanebuller. Det bör påpekas att beläggningen inte är porös, dvs släpper inte igenom vatten. ARFC

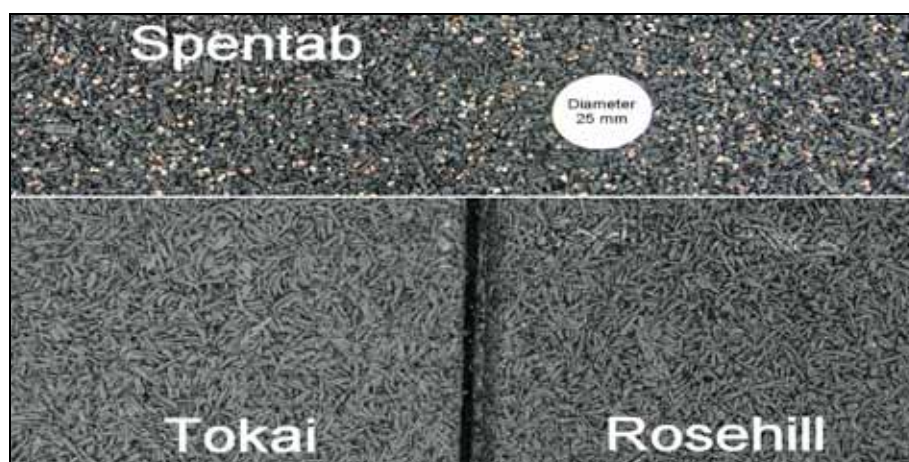
beläggningsen reducerar buller nästan lika bra som det bästa europeiska porösa beläggningsen. Bullerreducerings förmåga håller längre hos ARFC beläggningsen jämfört med de porösa europeiska beläggningsarna (Bent, 2005).

ARFC beläggningsen med 2 vikt -% andel gummi enligt nya undersökningar reducerar bullret med upp till 2 dB(A). Beläggningsen som finns i Kalifornien och Arizona visar enligt nyaste undersökningar prov på goda bullerreducerande egenskaper jämfört med europeiska bullerreducerande beläggningsar. Ytterliggare tester på ARFC beläggningsen kommer att utföras på sommaren 2007 i Tyskland (Sandberg, 2007).

Poroelastisk beläggnings är ett slitlager bestående av fibrer - eller gummigranulat. Nermalda bildäck kan användas för framställning av gummigranulat. Polyuretan eller bitumen används som bindemedel i beläggningsen. Poroelastisk beläggningsen är en öppen vägyta med hålrum 30-40 % av totala volymen. Den släpper igenom både vatten och luft. Bullerreduceringen uppnås genom att ljudet absorberas i beläggningsen. Dessutom minskas vibrationer från interaktion mellan däck och vägbanan av den mjuka beläggningsen (Jerzy, 2002).

Laboratorieförsök har visat att beläggningsen har god slitstyrka och avger låga partikelemissioner. I försöket användes dubbdäck för att testa beläggningsens tekniska egenskaper. Bra stabilitet, goda friktions- och nötnings egenskaper uppvisas också jämfört med en konventionell asfaltbeläggnings (Bent, 2005).

Försök med tre poroelastiska beläggningsar har gjorts i Stockholm under år 2004 på en väg med hastigheten 50 km/h. Plattor av gummigranulat från nermalda bildäck, 30 mm tjocka, limmades på underlaget med epoxi. 8-12 dB bullerreducering uppnåddes enligt CPX-mätningar. Efter tre månader avbröts försöket pga att den underliggande asfalten började lossna. Enligt Stockholm stad trafikkontor visades inga fel på de tekniska egenskaperna hos den poroelastiska beläggningsen.



Figur 3.1 Tre poroelastiska beläggningsar använda i försöket i Stockholm.

Fler försök planeras med poroelastiska beläggningsar i Sverige. Den väldigt mjuka poroelastiska beläggningsen kommer att limmas på markstensbeläggnings. Bullermätningarna utförs på platsen (Sandberg, 2007).

3.6 Några alternativa åtgärder till tysta beläggningar

Enligt Vägverket går det att minska trafikbuller med:

- Trafikreglering (sänkt hastighet, förbud mot tungt fordon, fordon förbud under en viss tid)
- Fönster och fasadisolering
- Bebyggelseskärmar, vägskärmar, fristående skärm
- Bullervall
- Vegetation (100 m tät vegetation kan ge 1-2 dB(A) bullerreduktion)

Trafikreglering

Högre hastigheter innebär högre bullernivåer. En hastighetsökning från 50 km/h till 100 km/h innebär 10 dB(A) ökad bullernivån. Enligt Vägverket ger en sänkning av hastighetsgränsen med 20 km/h en sänkning av medelhastigheten med 6-7 km/h. Genom förbud av tunga fordon blir det färre lastbilar.

Fasadisolering

Buller inomhus går att reducera med fasadisolering. Fönstren avgör vilken fasadreduktion som kan uppnås. För att klara innenivåerna nära vägen vid höghus behövs fasadåtgärder i de högre våningarna, även om man använder skärmar eller vallar för att skärma av marknivån.

Bullerskärmar

En bullerskärm fungerar och reducerar trafikbuller från trafiken om skärmen är tät, (bryter siktlinjen mellan bullerkälla och mottagare), hög, stabil samt bredd. En 10 dB(A) bullerreducering kan uppnås med en 2 m skärm som täcker siktinkeln helt (180°). Vid 150° siktinkel blir reduceringen 6 dB(A).

Bullervall

Enligt Vägverket ska bullervallen placeras så nära vägen som möjligt för att uppnå bättre effekt. Vallar är att föredra istället för bullerskärmar i det öppna jordbrukslandskapet. Om bullervallar blir höga eller där det är dåliga grundförhållanden och vid utrymmesbrist ska skärmar användas. Bullervall kan kombineras med bullerskärm för att begränsa höjden på vällen.

3.7 Kostnader för olika bullerreducerande alternativ

För att beräkna de externa samhällskostnaderna för bullerexponering SIKAs värderingsmodell kan användas (SIKA, 1999). Samhällskostnadsanalys är ett verktyg i miljökonsekvensbeskrivningen av nya projekt. Med ekonomiska beräkningar av bullerreducerande alternativ går det att visa effekter av olika underhållsåtgärder samt kostnaden för att ersätta befintlig vägbeläggning mot en ny.

Som ett exempel på monetär värdering av utbyte till beläggning som resulterar i lägre trafikbulleremissioner beräknade Sandberg (2000) fram tre bullerreducerande alternativ jämfört med en ABS 16 beläggning.

- Övergång från ABS 16 till ABS 8
- Övergång från ABS 16 till öppen beläggning, Duradrän
- Byggnad av bullerskärmar på båda sidor om vägen

Förutsättningar vid beräkningar var: 1999 års penningvärde, 20 års livslängd, 1 km väg och boendetäthet som är relativt normal i en tätort, hastighet 50 km/h, 9 000 ÅDT, 5 % tunga fordon och 9 m vägbredd.

Ur samhällsekonomisk synpunkt är det lönsamt att använda en vägbeläggning med lägre bulleremissioner än en ABS 16 beläggning. Underhållskostnader kan tillåtas att öka för den bullerreducerande beläggningen. Att bygga bullerskärmar är inte lönsamt jämfört med en bullerreducerande beläggning. Bullerskärm är lönsamt först när ljudnivån överstiger 65 dB(A) vid de närmast belägna bostäderna om boendetätheten är hög.

4. Beskrivning av försöksområdet kring Ellenborgsvägen före beläggningsarbete

4.1 Områdets karaktär

Ellenborgsvägen ligger i stadsdelen Husie i delområdet Ellenborg, se figurerna 2.2 och 2.3. Bebyggelsen i Husie består av villor, radhus, flerfamiljshus och jordbruksfastigheter. Jordbruksmarken tillsammans med grönområden utgör en stor del av stadsdelens yta. I förhållande till övriga Malmö är andelen grönområden stor. Därmed benämningen för Husie som "den gröna stadsdelen" i Malmö (Malmö Stad, 2006).

Befolkningen i Husie uppgår till 17 000 personer enligt Malmö stads befolkningsregister år 2006. Majoriteten utgörs av barnfamiljer, 27 % och pensionärer 25 %. Flertalet bor i villor. Nästan 30 % av hushållen har barn under 18 år.

Stadsdelen växer och är under uppbyggnad. Enligt Malmö stads planeras fortsatt bostadsbyggande och industribyggande i området. Ca 20 %, av de boende i undersökningsområdet har bott 1 år eller mindre i sin nuvarande bostad enligt intervjuer med postenkät. Enligt Malmö stad (2006) är inflyttning större än utflyttningen i området.

Undersökningsområdet delades in i tre sträckor, två provsträckor och en referenssträcka, se figur 4.1. Avståndet mäts från byggnader till gatumitt.



Figur 4.1 Undersökningsområdet

Nedan följer en beskrivning av respektive avsnitt:

Avsnitt 1

Avsnitt 1 av Ellenborgsvägen begränsas av Husie Kyrkoväg i öst och Småfolksgatan i väst. Utmed gatan är det bostadsbebyggelse. Färdas man på Ellenborgsvägen i västlig riktning påträffas olika bostadstyper. Boende i 78 flerfamiljshus, 15 villor och 10 radhus från avsnitt 1 ingår i undersökningsområdet, se figur 2.3.

Norr och söder om Ellenborgsvägen närmast Husie Kyrkoväg finns områden med 2-våningslägenheter. På den norra sidan ligger totalt 14 flerfamiljshus med upp till 14 lägenheter i varje hus. Den närmsta lägenheten ligger ca 50 m ifrån Ellenborgsvägen. På den södra sidan finns totalt 7 flerfamiljshus med 6 lägenheter i varje hus. Den närmsta lägenheten ligger ca 30 m ifrån Ellenborgsvägen.

Övriga bebyggelse är villor. Två villor finns på den södra sidan och 3 villor finns på den norra sidan om Ellenborgsvägen. Närmaste villa ligger ca 10 m ifrån Ellenborgsvägen. Bullerplank finns på båda sidor av gatan med villabebyggelse.



Figur 4.2 Flerfamiljshus längs Ellenborgsvägen närmast Husie Kyrkoväg

På den norra sidan fortsätter villorna. 7 villor ingår i undersökningsområdet. På södra sidan finns radhus fram till Småfolksgatan. Radhusen ligger ca 5 m ifrån vägen. Endast gång- och cykelväg skiljer husen från gatan. Tre busshållplatser finns utmed vägsträckan.

Avsnitt 2

Avsnitt 2 av Ellenborgsvägen begränsas av Småfolksgatan i öst och Stenkällvägen i väst. Utmed gatan finns enbart villor. Boende i 30 villor från avsnitt 2 ingår i undersökningen, se Figur 2.3. Villor längs med avsnitt 2 på Ellenborgsvägen ligger i genomsnitt på ca 15 m ifrån gatumitt.



Figur 4.3 Villor utmed Ellenborgsvägen närmast Källbogatan

Villorna utmed norra sida har sina uteplatser vända mot Ellenborgsvägen. Endast två villor utmed sträckan har bullerskärmar. Villor på den södra sidan har sina uteplatser vända från gatan. Två busshållplatser finns utmed vägsträckan.

Avsnitt 3

Avsnitt 3 av Ellenborgsvägen begränsas av Stenkällevägen i öst och Videdalsvägen i väst. Utmed gatan finns enbart villor. Boende i 27 villor ingår i undersökningen, se Figur 2.3. Villorna ligger i genomsnitt på ca 10 m ifrån gatumitt.



Figur 4.4 Villor utmed Ellenborgsvägen längs avsnittet

Boende i väster har sina uteplatser vända mot gatan. På andra sidan av gatan är det tvärtom d v s uteplatser är vända från gatan. Bulleravskärmningar i form av vegetation, häckarna, utmed gatan har alla fastigheter på den högra sidan av vägen. Några fastigheter på den vänstra sidan har också häckar. Inga bussar trafikerar den korta sträckan på avsnitt 3.

4.2 Trafikmätningar

Trafikmätningarna gjorda av Malmö gatukontoret visar att vägen trafikeras av 3 350 fordon/dygn. Den tunga trafiken uppgår till 268 fordon/dygn, d v s 8 %. När de tunga fordonen utgör 10 % genererar de samma buller som personbilarna (Nilsson, 1981). Bulleremissionerna på Ellenborgsvägen genereras i något större utsträckning av personbil än av den tunga trafiken. Mätningar visar att flesta fordon passerar mellan klockan 16.00 – 17.00. Mellan klockan 07.00 och 08.00 samt 17.00 och 18.00 passerar också många fordon på Ellenborgsvägen. Resultat från Trafikmätningarna redovisas i bilaga 2.

Trafikmätningar visar att 85-percentilen för uppmät hastighet hos fordonen är 60 km/h. 85-percentilen innebär att 85 % av fordon underskrider respektive 15 % överskrider denna hastighet. Referenshastigheten på gatan är 50 km/h.

Busstrafiken mellan Malmö centrum och stadsdelen Kvarnby kör via Ellenborgsvägen. De går hela dygnet. Tidtabellen varierar mellan en buss var 5-8:e minut och till var 20:e minut. Även två pluslinjer, med hållplatser vid korsningen Ellenborgsvägen och Videldalsvägen, går var 10-30:e minut, dock inte sent på kvällarna som huvudlinjerna (Skånetrafiken, 2006).



Figur 4.5. Busstrafiken på Ellenborgsvägen

4.3 Okulärbesiktning

4.3.1 Indelning

Ellenborgsvägen har delats in i tre avsnitt. De respektive avsnitten är ca 470 m, ca 340 m och ca 350 m lång referenssträcka. Delarna av Ellenborgsvägen har studerats och skador och brister har noterats i protokoll enligt "Bära eller brista" (Svenska kommunförbundet, 2003). Protokollet återfinns i bilaga 3. Tillståndsbedömningen genomfördes var 40:e m i båda körriktningarna. De olika avsnitten är olika långa och därmed omfattar olika antal delsträckor, d v s 24, 18 och 18. Besiktningar framgår av tabell 4.1.

Tabell 4.1 Antal besiktningsytor för respektive avsnitt i undersökningsområdet

Avsnitt	Längd (m)	Antal besiktningsytor (st)	Busshållplatser (st)
1	470	24	3
2	340	18	2
3	350	18	0

Okulärbesiktningen genomfördes vid två tillfällen. Första granskades vägen vid klart och soligt väder och torr vägbanan. Vid andra tillfället var vägbanan våt efter regn under dagen.

4.3.2 Resultat av tillståndsbedömningen

Varje avsnitt av vägen besiktigades. Sedan sammanfattades resultaten från samtliga bedömningar till en samlad bedömning per avsnitt. Fördelningen av olika skadors utbredning och svårighetsgrad uttrycktes i andel för att kunna jämföra tillståndet på de olika vägavsnitten. Nedan kommenteras resultaten av tillståndet på varje avsnitt. Resultat från samtliga bedömningar redovisas i bilaga 4.

Avsnitt 1 (24 vägavsnitt)

Spårbildningen med svårighetsgrad 1 förekommer med lokal utbredning. Vid busshållplatserna finns spår och spårdjupet större än på övriga platser. På den första och den andra busshållplatsen i västliga riktningen finns spårdjup större än 20 mm, d v s svårighetsgrad 3. Sprickor och krackeleringar förekommer också på två busshållplatser (se figur 4.6). På busshållplatsen i östlig riktning har spårdjupet mindre svårighetsgrad. Ytan närmst kanten har lagats vid hållplatsen. Därigenom förebyggs sprickor och vattenavrinningen förbättras.

På detta avsnitt finns många sprickor. På samtliga 24 delsträckor förekommer minst en spricka på beläggningen. Det är både längsgående och tvärgående sprickor med lokal, måttlig och generell utbredning och med svårighetsgrad 1 till 3. Svårighetsgraden 1 innebär enskilda "hårfina" sprickor, medan svårighetsgraden 3 innebär att sprickorna har öppnats och material har lossnat från beläggningen. Sprickorna förekommer inte enbart i hjulspåren. De finns i spårens mitt men också nära vägkanten.

Efter sprickor är krackeleringar den skadan som har störst utbredning. Krackelerade områden med svårighetsgrad 3 är upp till ca 8 m vilket motsvarar 20 % av vägytan.

Mindre ojämnheter förekommer i beläggningsytan. Före korsningen med Husie Kyrkväg i östlig riktning förekommer stensläpp i hög grad. Detta innebär att stenar och material har släppt från beläggningsytan.

Problemen med ytavvattningen längs sträckan förekommer i lokala svackor där pölar bildas men också i mer omfattande svackor på vissa platser.



Figur 4.6. Skador vid busshållplatsen Toftängen på Ellenborgsvägen

Avsnitt 2 (18 vägavsnitt)

Spår förekommer i mindre omfattning och med svårighetsgrad 1 och 2. På 4 vägavsnitt förekommer spår med måttlig utbredning. Spår med svårighetsgrad 1 förekommer på ytan vid busshållplatserna.

Sprickor och krackeleringar är de skador som har störst utbredning på denna del av Ellenborgsvägen. Flera långsgående och några tvärgående sprickor förekommer längs denna vägsträcka. Samtliga sprickorna bedöms ha svårighetsgrad 3, d v s sprickor har öppnats avsevärt och material lossnat från sprickkanten. Med nästan lika stor utbredning och med samma svårighetsgrad är förekomsten av krackeleringar på sträckan. Sprickor och krackeleringar förekommer med lokal utbredning på vägytan.

Stensläpp förekommer på 14 vägavsnitt med lokal utbredning. 11 fall har svårighetsgrad 1, enstaka stenar har släppt från beläggningsytan. 3 fall visar tydlig utglesning av stenar.



Figur 4.7. Exempel på lagringar i de krackelerade områdena

I figur 4.7 visas att lagringarna i de krackelerade områdena är dåligt utförda. Slaghål har lagats med bättre resultat därför att området kring hålen först har förseglats. På mindre än 20 % av avsnittets yta finns det hål med diameter 10-20 cm som inte har lagats.

Besiktning av ytavvattningen på sträckan visar att, på 8 vägavsnitt, finns lokala svackor med vattenpölar.

Avsnitt 3 (18 vägavsnitt)

Spårdjup förekommer på 5 delsträckor med svårighetsgrad 1 och 2 med lokal och måttlig utbredning.

Det förekommer sprickor i hjulspåren i 17 delsträckor. Majoriteten har dock lokal utbredning med svårighetsgrad 1. Krackeleringar förekommer i lokal och måttlig utbredning med svårighetsgrad 1 och 2. Sju fall av krackelerade områden finns på den 350 m långa vägsträckan.

Ojämnheter med svårighetsgrad 1 förekommer med lokal och måttlig utbredning längs vägsträckan. I 5 vägsträckor förekommer ojämnheter.

Efter sprickor är slaghål den skada på beläggningen som är mest förekommande. Tio slaghål förekommer där 2 med svårighetsgrad 3. Dessa slaghål är mer än 20 cm i diameter (se figur 4.8). I anslutning till slaghålen förekommer stensläpp där material har släppt från beläggningen. Dessutom har många söndergrävningar utförts längs avsnittet.

Besiktning av ytavvattningen på sträckan visar att, på 2 vägavsnitt, finns lokala svackor med vattenpölar.



Figur 4.8. Potthål med stensläpp på beläggningsytan. (Pennan är 15 cm lång)

4.3.3 Kommentarer

Avsnitt 1 och 2 skiljer sig i avseendet att likartade skador förekommer i olika utbredning och svårighetsgrad. Avsnitt 1 uppvisar spårbildningar med svårighetsgrad 3 på beläggningsytan jämfört med avsnitt 2. Fler sprickor och krackelerade områden med svårighetsgrad 3 finns däremot på beläggningsytan i avsnitt 2. Ytavvattningen hos avsnitt 1 och 2 visar förekomst av lokala svackor i högre omfattning jämfört med avsnitt 3. Dålig ytvattenavledning resulterar i en ojämn beläggningsyta i dessa avsnitt.

Möjlig förklaring till sprickor, ojämnheter och krackeleringar kan vara att livslängden på vägkonstruktionen har löpt ut. Vatten- och tjälkänsligt material nära beläggningslagren kan också vara möjliga orsaker till skadorna. Om vattnet blir stående en längre tid på ytan kan det rinna ner genom beläggningsytan till de obundna lagren. Problemet med lågtrafikerade vägar är att vattnet inte körs bort av trafiken. Dålig dränering av vägkroppen leder till att de obundna materialerna under beläggningsytan försvagas.

Andra möjliga orsaker till skadorna kan vara att trafikbelastningen är stor eller att konstruktionen är svagare. Spårbildningen kan bero på bärighetsberoende deformation där vägen utsätts för överlast orsakade av för stor andel tung trafik. Avnötning på grund av dubbdäckstrafik är också en möjlig orsak till skadornas uppkomst på Ellenborgsvägen.

Avsnitt 3 skiljer sig från övriga avsnitt med avseende på förekomsten av skador, dess utbredning och svårighetsgrad. Ingen skada har generell utbredning. Andra skador såsom sprickor och krackeleringar är begränsade till mindre ytor med lägst svårighetsgrad. Slaghål är den enda skadan som har svårighetsgrad 3. Orsaken till att detta vägsnitt är i bättre skick än de övriga två kan vara att tunga fordon inte trafikerar sträckan i lika hög grad. Bussarna som trafikerar i området kör inte på delsträckan.

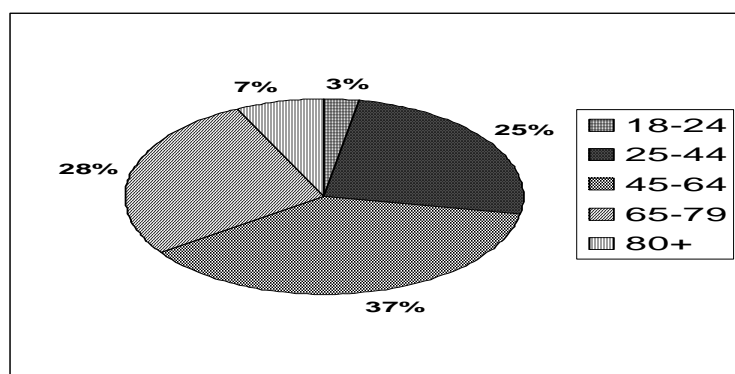
5. Brukaraspekter - Förestudie

I detta kapitel redovisas resultaten av brukarnas aspekter före genomförda åtgärder. Följebrev och frågeformuläret återfinns i bilaga 5 respektive 6. Fullständig resultatvisning av förstudien finns i bilaga 7.

5.1 Beskrivning av demografiska datauppgifter

Första tretton frågor i frågeformuläret handlar om de boende och familjeförhållande samt boende miljön.

Åldersfördelningen är relativt jämnt fördelat mellan de olika avsnitten på Ellenborgsvägen. Åldersfördelningen mellan de olika ålderskategorierna domineras av boende i åldern 45-64 år. Se figur 5.1 nedan. Medelålder för avsnitt 1 är 56 år, avsnitt 2 52 år och avsnitt 3 59 år. Det är flest män som svarade på frågeformuläret på avsnitt 1 och 2 medan flest kvinnor svarade på avsnitt 3.



Figur 5.1 Åldersfördelning bland de boende kring Ellenborgsvägen

Bland 113 svarande hushåll finns 270 vuxna personer och 61 barn. Dvs ca ett barn på vartannat hushåll. I avsnitt 1 är ensamstående hushåll flest medan i avsnitt 2 och 3 är tvåfamiljs hushåll det vanligaste. Nästan alla hushåll äger en bil. 106 hushåll av 113 tillfrågade äger ett fordon.

Ca två av tre svarande i avsnitt 1 bor i en lägenhet. Några bor i radhus och i villor. Nästan alla i avsnitt 2 och 3 bor i en villa. Familjer som har bott i sin nuvarande bostad mer än 5 år är det flest om i alla tre avsnitt. Var femte boende i avsnitt 1 har bott i sin nuvarande bostad mindre än ett år. Dessa är inflyttade till nya bostäder i området kring Ernst Jakobssons gata. De flesta tänker inte på att flytta i alla tre avsnitt. Var femte boende i avsnitt 2 och var tionde boende i avsnitt 1 och 3 har planer på att flytta. Flesta kan tänka sig flytta pga bostadens förutsättningar. Några, sex hushåll, kan tänka sig flytta pga buller.

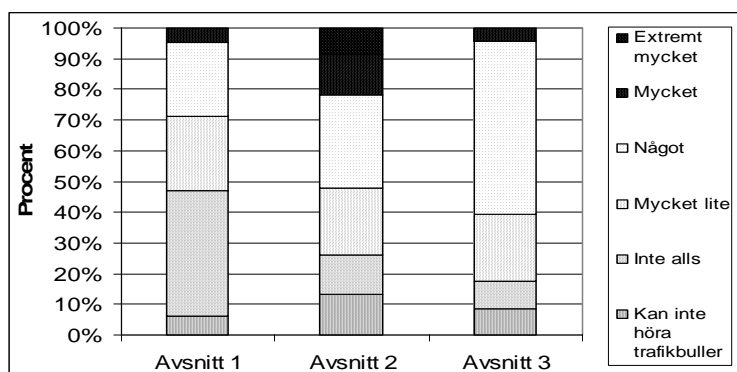
Mestadels av tiden spenderar de boende i hemmet, ca 15 h respektive 18 h under veckodagarna resp veckosluten. Räknar man med 8 h sovande tid återstår 7 h respektive 10 h vaken tid som de boende spenderar i hemmet.

Flest antal hushåll till som har sovrummet placerat mot gatan finns i avsnitt 1. Däremot procentuellt finns flest hushåll med sovrummet placerat mot gatan i avsnitt 3. Två av tre hushåll i avsnitt 3 samt nästan varannat hushåll i avsnitt 1 och 2 har sovrummet placerat mot gatan.

Alla boende har antingen trädgård, terrass, balkong eller gård i anslutning till bostaden. Nästan alla boende är minst flera gånger i veckan i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården. De flesta boende i undersökningsområdet promenerar eller cyklar ofta i bostadsområdet.

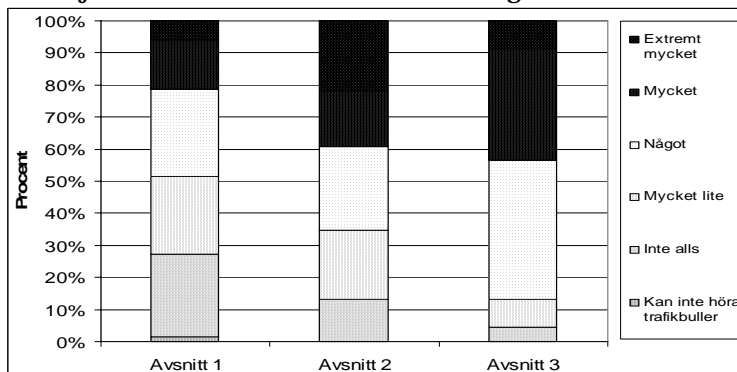
5.2 Boendes uppfattningar om biltrafik och trafikbuller

Flest antal störda av trafikbuller inomhus finns i avsnitt 2. Var femte boende är minst mycket störd av trafikbuller inomhus med stängda fönster. Mindre än var tionde boende i avsnitt 1 respektive avsnitt 3 är mycket störd av trafikbuller. Se figur 5.2 nedan.



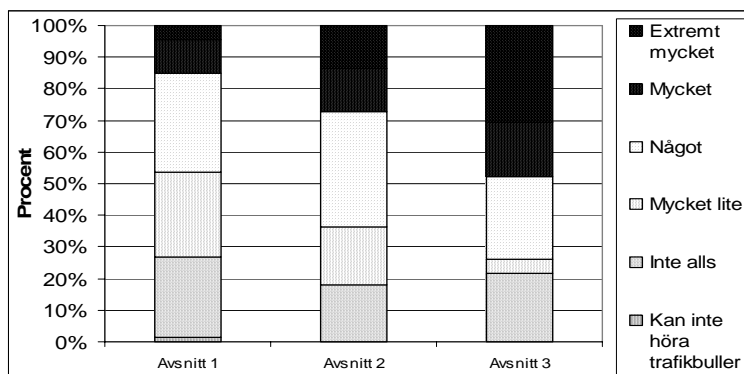
Figur 5.2 Fördelning av svar på frågan: "Störs du av trafikbuller inomhus, med stängda fönster?"

Nästan lika många störda av trafikbuller inomhus med öppna fönster finns i avsnitt 2 och 3. Ca 40 % av boende längs respektive avsnitt är minst mycket störda av trafikbuller inomhus med öppna fönster. Antal störda inomhus med öppna fönster är fler jämfört med antal störda med stängda fönster.



Figur 5.3 Fördelning av svar på frågan: "Störs du av trafikbuller inomhus, med öppna fönster?"

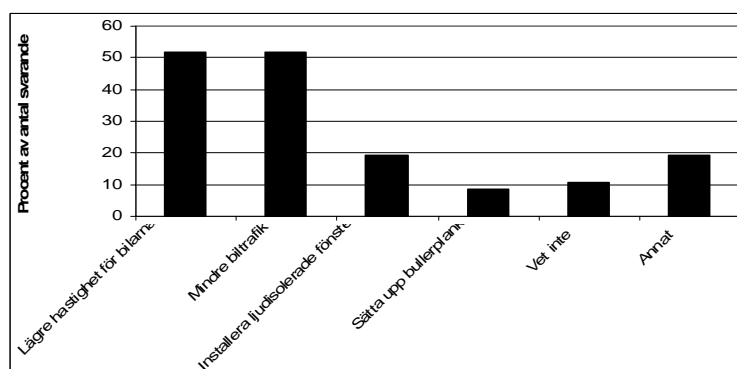
Nästan varannan boende i avsnitt 3 är störd av trafikbuller i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården. Mer än var femte boende i avsnitt 2 är minst mycket störd av trafikbuller i trädgården. Se figur 5.4 nedan. Mer än var tionde boende i avsnitt 1 är störd av trafikbuller i trädgården. Fler störda av trafikbuller på gatan och i parker finns bland boende i avsnitt 3. Fler störda av trafikbuller på gatan och i parker finns i avsnitt 2 jämfört med avsnitt 1.



Figur 5.4 Fördelning av svar på frågan: ”Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården?”

Biltrafiken på Ellenborgsvägen anses av de boende vara den största källan till buller. Trafikmätningarna visade också att fordonen kör för fort på gatan. Var fjärde boende upplever biltrafiken som störande. Några personer anser att bussarna som trafikerar gatan kör för fort och hänsynslöst på gatan. Många boende är överens om att trafikmängdsminskande åtgärder skulle minska trafikbullret. Enbart en person skrev att lösningen på problemet kan vara en bullerreducerande beläggning. Att åtgärda beläggningen är inte känd bland allmänheten.

De svarande påverkas av trafikbuller inomhus så att de inte sover med öppet fönster eller har sällan fönster öppna. Sex av hushåll kan tänka sig flytta pga trafikbuller. Nästan varenda svarande tycker att Ellenborgsvägen är gatan i området som det bullrar mest från.



Figur 5.5. Boendes uppfattningar om vad som skulle minska trafikbuller inomhus

Trafikmätningar visar att flesta fordon passerar mellan klockan 16.00 – 17.00. 32 % av de boende vid Ellenborgsvägen svarade att de störs mest av trafikbullret under

sena eftermiddagar, klockan 16.00 – 19.00. Mellan klockan 07.00 och 08.00 samt 17.00 och 18.00 passerar också många fordon på Ellenborgsvägen. Tidig morgon uppger näst flest svarande, 21 % sig störda av trafikbullret.

Tiden på dygnet då det är mest trafik på gatan är också tiden då flesta är störda av trafikbuller. Därigenom kan hypotesen att graden av störning beror på tidpunkt på dagen samt vad som genererar bullret inte förkastas.

Den höga hastigheten kan vara orsaken till att många boende är störda av biltrafiken i undersökningsområdet. 23 % av de boende svarade att de störs antingen extremt mycket eller mycket av biltrafiken.

Enligt 11 av 20 hushåll i enkäten genererar även busstrafiken trafikbullret. Några kommenterade att bussarna ofta håller för hög hastighet då de kör på Ellenborgsvägen.

Enbart i avsnitt 3 har de flesta, 70 % av de boende, sovrummet placerat mot gatan. Det kan vara en av förklaringar till att många störs pga trafikbuller i det avsnittet. 77 % har inte gjort någonting för att minska trafikbuller inomhus. 11 % har ljudisolerande fönster, 5 % har flyttat sovrummet till husets baksida och 4 % har satt upp ett bullerplank. Dvs var femte hushåll har anpassat sitt hem efter bullret.

Lägre hastighet skulle minska trafikbuller utomhus tycker 61 % av antal svarande. 51 % tycker att mindre biltrafik är lösningen och enbart 8 % tror på bullerplank.

Svaren visar inte på större förändringar i hushållen med hänsyn till bullersituationen före asfalteringen på Ellenborgsvägen. Vissa boende störs inte av trafikbullret i området och känner därmed inte något behov för förändringar. Däremot finns det boende som tycker tvärtom. Dessa hushåll har gjort ändringar pga då rådande bullerstationen.

Varannan boende tycker att den lokala myndigheten bör betala för att minska trafikbuller i området medan var femte boende anser att bilisterna kan stå för kostnader. Endast en boende är själv beredd att betala för att minska bullret i området. Se tabell 5.1 nedan.

Tabell 5.1. Boendes uppfattningar om vem som skall betala för att minska trafikbullret

	Antal svar	Procent av antal svar
Lokal myndighet	55	41 %
Bilisterna	19	14 %
Regional myndighet	15	11 %
Nationell myndighet	10	7 %
EU	8	6 %
Hyresrättsföreningen, hyresvärden	6	4 %
Annan finansjär	4	3 %
Du själv	1	1 %
Vet inte	16	12 %
Totalt	134	100 %

5.3 Statistik prövning av hypoteser

Statistiska tester genomförs för att kontrollera om hypoteser kan och inte kan förkastas. En korrelation görs mellan resultaten från svar på frågeformuläret för att fastställa om ett signifikant samband föreligger.

Följande hypoteser har prövats:

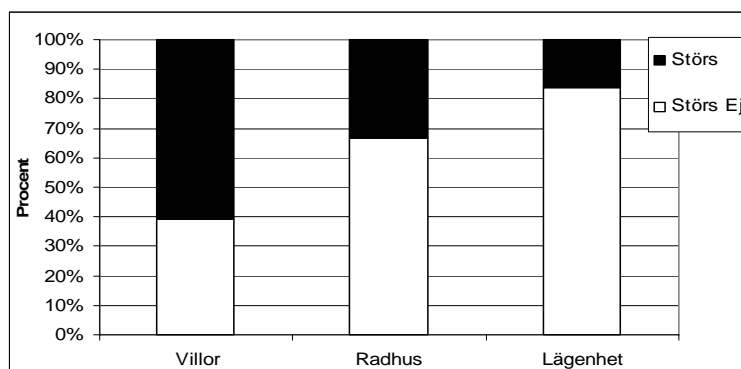
Risken att störas av trafikbuller i sin bostad beror på:

- Ens ålder.
- Ens kön.
- Ens familjeförhållande.
- Om man själv äger ett fordon.
- Ens bostadsform.
- Hur länge man bott i bostaden.
- Hur sovrum är lokaliserat i bostaden i förhållande till bullerkällan.

Fullständiga resultat redovisas i Bilaga 8.

5.3.1 Inverkan av boendeform

Flest, 61 %, störda av trafikbuller finns bland de boende i villor. Färre boende i radhus, 33 % av svarande, och i lägenheter, 16 % svarande, är mindre störda av trafikbuller jämfört med de boende i villor.

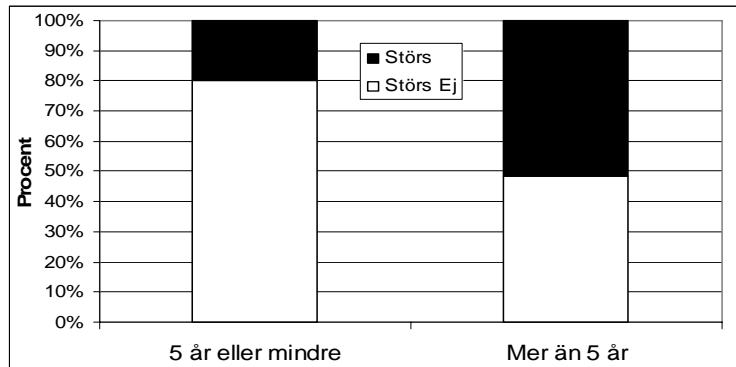


Figur 5.6. Fördelningen av antal svarande indelade efter typ av boende och bullerstörning

Resultat av statistisk analys visar ett lågt p-värde, ($p = 0,000$). Detta värde ingår i intervallet där $p \leq .001$. Statistisk sätt råder samband mellan typ av boende och bullerstörningsnivå. Den statistiska analysen gör att vi inte kan förkasta hypotesen om att boendeform är betydelsefullt för graden av störning. Starkt signifikant samband, med 100 % säkerhetsnivå, föreligger mellan de tre variabler.

5.3.2 Inverkan av långvarigt boende

De svarande delas in i dem som har bott högst, resp minst 5 år i sin nuvarande bostad. Grupperingen genomfördes i syfte att erhålla en jämn fördelning mellan grupperna och därmed öka styrkan åt den statistiska analysen.



Figur 5.7. Fördelningen av antal svarande indelade efter hur lång tid de har bott i sin nuvarande bostad och bullerstörning

Det är fler boende som störs av trafikbuller bland personer som har bott i sin nuvarande bostad mer än 5 år.

Resultat av statistisk analys visar ett lågt p-värde, ($p = 0,001$). Värdet ingår i intervallet där $p \leq .001$. Statistisk sätt råder samband mellan hur lång tid svarande har bott i sin nuvarande bostad och bullerstörningsnivå. Hypotesen om att graden av störning beror på hur länge en person har bott i sin nuvarande bostad kan inte förkastas då statistiskt, med 99 % säkerhetsnivå, ett starkt signifikant samband föreligger.

5.3.3 Resultat

Följande huvudhypoteser visade sig vara sanna:

- Graden av störning beror på hur länge en person har bott i sin nuvarande bostad
- Boendeform är betydelsefullt för graden av störning

Följande huvudhypoteser visade sig vara falska:

- Individens ålder inverkar på graden av störning
- Kön är betydelsefullt för graden av störning
- Familjeförhållande är betydelsefullt för graden av störning
- Ägande av bil är betydelsefullt för graden av störning
- Placering av sovrum är betydelsefullt för graden av störning

5.4 Boendes kommentarer

Boende på Ellenborgsvägen fick möjlighet att kommentera både före och efter läggningen av den nya beläggningen. Nedan följer några av kommentarerna som har givits.

Hastighet

”Viktigt att snabbt åstadkomma sänkt hastighet”

”Sätt upp någon typ av farthinder på Ellenborgsvägen så att bilarna kör i 50 km. Visa kör i 100 km.”

Trafik

”Ellenborgsvägen har blivit genomfartsled för nya villor och flerfamiljshus. Vi flyttade hit 1968 och skillnaden är påtaglig.”

”Det är 5ggr mer trafik minst än det var på sextiotalet när huset byggdes. Det är Toftängen och Husiegård gamle LV4 som har tillkommit senaste 25 år.”

Bussar

”Vi som bor på Ellenborgsvägen önskar att ML (Malmö lokaltrafik) upphör att terrorisera vår gata med sina icke ljuddämpande bussar som kör >50 km/h. Det är inte demokratiskt att ett monopol som ML sätter sig över individernas egna önskemål. Vi har aldrig önskat att ML skall trafikera vår gata. Detta är ett uttryck för extremt maktmonopol och bristande respekt för individernas självbestämmanderätt.”

”Busstrafiken på Ellenborgsvägen har ökat sen dom gjorde en ändring av turlistan dom har också satt in extra långa bussar. Bussarna är slitna och väsnas rejält. Fönsterkarmarna skakar när dom stannar utanför ibland.”

Åtgärd

”Ellenborgsvägen är inte en gata som det körs i 50 precis; lång och rak. Men farthinder är ingen lösning på bullerproblemen, tvärt om. Svår balansgång.”

”1. Max 30 km inom Malmö, 2. Tystare asfalt, 3. Mycket !! högre fortkörningsböter = Mindre trafikbuller”

”Hoppas Ellenborgsvägen snart blir lagad och omasfalterad den är i bedrövligt skick.”

6. Bullermätningar före och efter utläggning av asfalt på Ellenborgsvägen

SPB-metoden mäter bullernivåer som alstras av biltrafiken. Resultat av ca 100 passerande fordon visas som medeleffekten mätt i maximala A-vägda ljudtrycksnivån. Metoden för bullermätningen beskrivs mycket kort i kapitel 2.6. SPB-mätningen mäter buller från verklig trafik på gatan. Den uttrycker de uppmätta nivåer som boendes uppfattar.



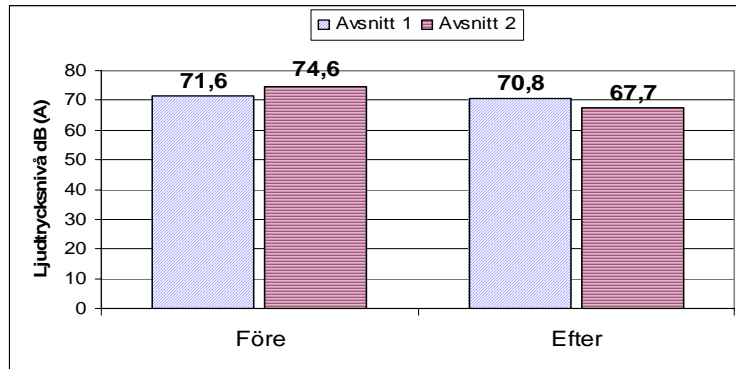
Figur 6.1 Bullermätning med SPB-metod

6.1 Beskrivning av mätobjekt

Mätningarna genomfördes i två lägen före respektive efter åtgärd för att jämföra de två beläggningarna. Första mätningssläget var vid korsningen Ellenborgsvägen - Ernst Jakobssons gata på avsnitt 1. Andra mätningssläget var vid korsningen Ellenborgsvägen - Virentoftagatan på avsnitt 2.

6.2 Resultat

Bullermätningarna före respektive efter åtgärd (Avsnitt 1 ABS 11 resp Avsnitt 2 TA 3) redovisas i figur 6.2. Fullständiga resultat kan läsas i bilaga 9. I bilagan redovisas resultat i tabellform respektive figur. Vidare förklaras även hur resultaten beräknats fram. I figuren 6.2. redovisas bullrets A-vägda maximalnivån (L_{max}) justerade efter gatans referenshastighet 50 km/h.



Figur 6.2 Bullermätningar före och efter åtgärder

Efter-mätning visar att skillnaden mellan ljudnivån från beläggningen på avsnitt 1 och 2 är en minskning på 3,1 dB(A).

Skillnaden mellan före- och eftermätningar på avsnitt 1 och avsnitt 2 är en minskning på 0,8 dB(A) och 6,9 dB(A).

6.3 Kommentarer

Mätningar visar att beläggningen på avsnitt 2 är en lågbullerbeläggning, s k tyst beläggning. Därmed är det också bevisat att beläggningen inverkar på trafikbuller. En viss förbättring av ljudnivån mellan de två uppmätta beläggningar har åstadkommits.

Bullermätning före åtgärder visar att boende längs avsnitt 2 upplevde högre bullernivåer jämfört med de boende längs avsnitt 1. Efter genomförda åtgärder är de boende längs avsnitt 1 istället mer utsatta än de längs avsnitt 2.

Bullernivåerna har minskats i båda avsnitt efter åtgärder. Största effekten upplever boende i avsnitt 2 där buller har minskat med 6,9 dB(A) efter jämfört med före åtgärden.

7. Valda åtgärder

Tabell 7.1 Undersökningsområdet

Avsnitt	Sträcka	Åtgärd	Längd (m)	Bredd (m)
1	Husie Kyrkoväg - Småfolksgatan	ABS beläggning	470	9
2	Småfolksgatan - Stenkällevägen	Tyst beläggning	340	9
3	Stenkällevägen - Videldalsvägen	Ingen ny beläggning	350	9

Avsnitt 1 asfalterades med en ABS 11 beläggning. Slitlagret består av en stenrik tät asfaltbetong med maximal stenstorlek på 11 mm. En bitumenhalt på 6,0-7,5 vikt-% används beroende på fibertyp (0,3-1,5 vikt-% av massan). Hålrumshalten är mellan 2,0-3,5 volym-%. En stor andel grovt stenmaterial i beläggningen ger den goda åldringsegenskaper, bra stabilitet och god slitstyrka. Normalt används ABS beläggningar främst på högtrafikerade gator (Svenska kommunförbundet, 2003).

Avsnitt 2 asfalterades med en bullerreducerande beläggning, Tyst Asfalt 3 (TA3). TA3 är en tunn slitlagerbeläggning med optimerad ytstruktur. Skanska (Nilsson, 2007) har i samarbete med certifierade leverantörer och asfaltverk tagit fram receptet. Bitumen är framställt av Nynäs. Beläggningssmassan har en maximal stenstorlek 8 mm och ett hålrums halt ca 8-10 %.



Figur 7.1 ABS 11(Avsnitt 1) respektive TA 3 (Avsnitt 2) beläggning på Ellenborgsvägen

Beläggningen TA 3 har olika egenskaper som t ex struktur, stenstorlek, hålrums halt, bindemedelstyp optimerat för att uppnå bullerreducerande effekter. Nedan jämförs egenskaper för en TA 3 beläggning med en ABS 11 beläggning:

- Optimerad ytstruktur, (mega- och makrostruktur är optimerade för att erhålla goda bullerreducerande egenskaper)
- Mindre stenstorlek, (stenstorlek 8 mm jämfört med 11 mm)
- Större hålrums halt, (hålrums halt 8-10 % jämfört med 2,0-3,5 %)

- Modifierat bindemedel

På avsnitt 3 i nuläget genomfördes inga åtgärder. Tillståndsbedömningen visar att en ny beläggning inte behövs omedelbart. Grävningar för ledningsarbete var ytterliggare skäl för att avstå. Inom en kommande 2-års period planeras dock att åtgärda skador på sträckan (Lawesson, 2006).

De fem busshållplatserna på sträckan asfalterades med speciallösning, som ger bättre stabilitet och slitstyrka och motverka kommande skadorna.



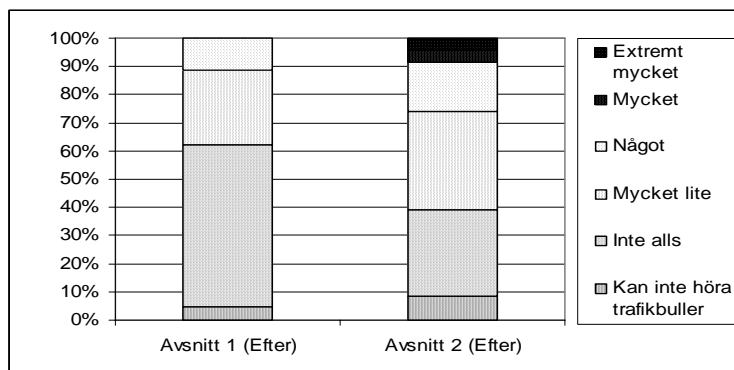
Figur 7.2 Laggning av asfalt på Ellenborgsvägen

8. Brukaraspekter - Efterstudie

I detta kapitel redovisas resultaten av brukarnas aspekter efter de genomförda åtgärderna. Följebrev och frågeformuläret återfinns i bilaga 10 respektive 11. Fullständig resultatvisning av efterstudien finns i bilaga 11.

8.1 Boendes uppfattningar om trafikbuller

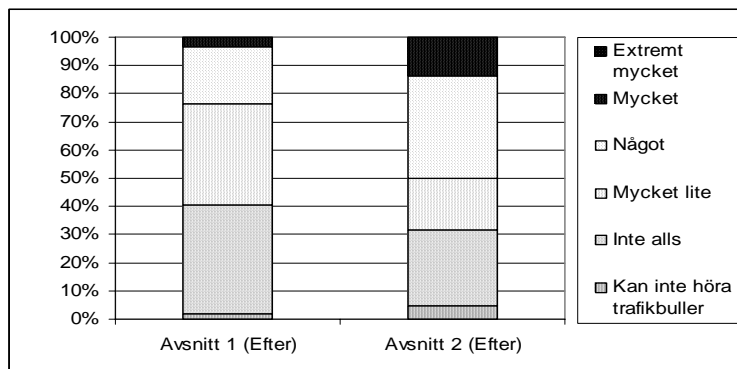
Boende kring avsnitt 1 och 2 längs Ellenborgsvägen upplever förändringar av trafikbuller, inomhus med stängda fönster, efter beläggningsarbetet. Andelen störda har minskat i avsnitt 1 och i avsnitt 2 efter genomförda åtgärder. Var femte boende, i avsnitt 2, var extremt mycket eller mycket störd före asfalteringen. Efter asfalteringen är mindre än var tionde boende störd av trafikbuller inomhus. Se figur 8.1 nedan.



Figur 8.1. Upplevelse av trafikbuller inomhus med stängda fönster

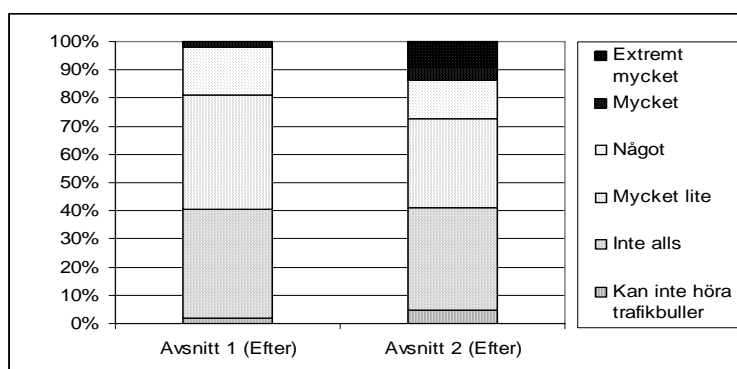
Andelen störda av trafikbuller inomhus med öppna fönster har minskat i avsnitt 1 och 2 efter genomförda åtgärder. Var femte boende, i avsnitt 1, var extremt mycket eller mycket störd före. Efter asfalteringen i samma avsnitt är det mindre än var tionde som är mycket störd av trafikbuller inomhus med öppna fönster i avsnitt 1 efter genomförda åtgärder. Det är 20 % mindre störda av trafikbuller efter asfalteringen jämfört med före asfalteringen bland de boende i avsnitt 2.

Nästan alla boende är minst flera gånger i veckan i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården. Samma boende upplever förändringar av trafikbuller i utemiljön närmast hemmet efter genomförda åtgärder. Andelen störda minskar i avsnitt 1 och 2. Responsen visar att de genomförda åtgärderna har minskat effekterna av trafikbuller. Bland de boende i avsnitt 1 och 2 finns inga som är extremt störda av trafikbuller efter åtgärderna. Många boende hör inte trafikbuller efter asfalteringen. Se figur 8.2 nedan.



Figur 8.2. Upplevelse av trafikbuller i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården

De flesta boende i undersökningsområdet, promenerar eller cyklar ofta i bostadsområdet. Boende störs mer av trafikbuller när de vistas på gatan jämfört med när de är inomhus. De boende är däremot mindre störda efter asfalteringen av Ellenborgsvägen när de vistas på gatan. Det är fler personer som inte alls störs av trafikbuller efter asfalteringen jämfört med före asfalteringen. Se figur 8.3 nedan.

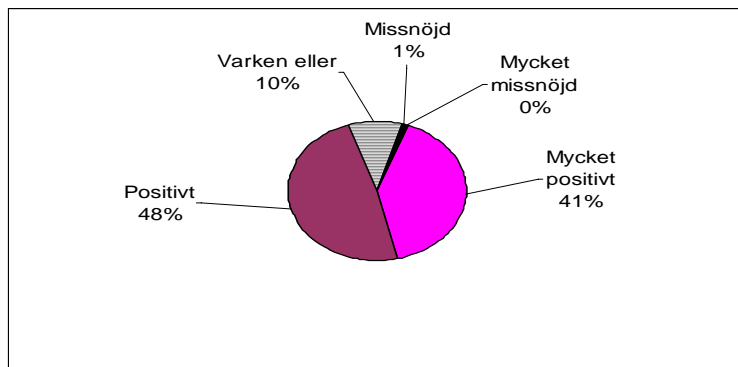


Figur 8.3. Upplevelse av trafikbuller på gatan i bostadsområdet

Andel boende som inte är störda av trafikbuller i parker eller rekreationsområden är nästan samma som före åtgärden i avsnitt 1. Andelen störda i avsnitt 2 har ökat efter åtgärden. Den närmaste parken ligger ca 400 m från Ellenborgsvägen.

Ungefär var tredje boende var något störda av vägarbetet under asfalteringen. Störningen berodde på dålig framkomlighet på gatan.

Åtgärder för de boende på Ellenborgsvägen för att minska trafikbuller för de boende har mottagits väl. Av de tillfrågade är 89 % antingen mycket positiva eller positiva till genomförda åtgärder på Ellenborgsvägen.



Figur 8.4. Boendes upplevelser av de genomförda åtgärderna

8.2 Boendes kommentarer

Hastighet

”Kunde bara vissa lära sig att inte köra så fort vore det bra.”

”Hastigheten på Ellenborgsvägen måste kontrolleras.”

”Givetvis kan det kännas störande när vissa bilister kör typ 150 km vilket förekommer! Det var mycket värre innan.”

Trafik

”Det som väsnar här är i första hand yttre ringvägen och inte Ellenborgsvägen.”

”Vad det gäller trafiken på Ellenborgsvägen har det blivit mycket bra.”

”Den vanliga trafiken stör man mycket mindre av.”

Bussar

”Alldeles för tät busstrafik på en redan hård trafikerad gata.”

”Det enda egentligt störande är och har varit busstrafiken, men man vill ju ändå ha möjlighet att bara gå över gatan för att ta bussen. Man får ta det goda med det onda.”

”Märker ingen skillnad då allt buller skapas av Malmös lokaltrafiks tomma bussar.”

”Har verkat ljuddämpande, känner ej lika mycket ”skakningar” i huset när bussarna kör förbi, känns mest på ovanvåningen.”

”Busstrafiken hörs inte lika mycket nu som tidigare.”

Åtgärd

”Jag är som säkert framgår mycket mycket nöjd med denna ”nya” asfalt! Tack, tack, tack, Ytterligare bonus: En fröjd att själv köra på med bil. Sover på dagtid, jobbar på natten men värt att stå ut med bullret då resultatet är mycket mycket bra!”

”Trafikbullret har avtagit avsevärt!”

”Asfalten känns tystare, gatan jämnare = skakar mindre i fordonen. Intressant att ni lägger så mycket engagemang i frågan.”

”Den nya vägbeläggningen är mycket behaglig att köra på och när man vistas vid vägen så har det blivit betydligt tystare. Jag bor cirka 100 m från vägen och dit hörs inte så mycket av den ganska glesa trafiken. Däremot letar sig mycket av bruset från yttre ringvägen, som är kraftig trafikerad, hit trots avstånd på 1,8 km. Kanske ni skulle ha lagt den tysta beläggningen där istället.”

”Den nya asfalten dämpar väldigt mycket – är kanon – Tack, Tack för förbättringen. ”

”Man märker, till och med, när man kör bil själv att det låter mindre.”

9. Slutsatser och rekommendationer

Antal fordon och vägtrafikmängden ökar. Vägtrafikbuller leder till nya allvarliga hälsoproblem (Karolinska Institutet, 2007). En effektiv åtgärd för att minska vägtrafikbuller är att lägga en tyst beläggning. Eftersom bullret reduceras vid källan förbättras både utomhus- och inomhusmiljön. Ljudnivåerna kan kortsiktigt minskas med upp till 12 dB(A).

Beläggningsen som lades på Ellenborgsvägen, avsnitt 2, är en bullerreducerande beläggning. I jämförelse med en traditionell beläggning går det att uppnå 3 dB(A) reduktion genom att använda TA 3 beläggning. Under likartade förutsättningar uppvisar en TA 3 beläggning kortsiktigt på bättre akustiska egenskaper i jämförelse med en ABS 11 beläggning.

En bullerreducerande beläggning har flertal fördelar jämfört med alternativa åtgärder för att minska trafikbuller. Då bullret reduceras vid källan förbättras både inomhus- och utomhusmiljön. Åtgärder som fasadisolering reducerar bullret enbart inomhus. Bullerreducerande beläggning skymmer inte utsikten samt reducerar bullret lika mycket i alla riktningar. Bullerskärmen kan ge ett fullt utseende till övrigt fina miljöer samtidigt som de hindrar vyn. Dessutom finns det inte mycket plats för vägskärmar i tätortsmiljöer.

Nackdelen med tysta beläggningar kan vara att den akustiska livslängden blir kort. Hållrum tilltäpps pga dubbdäcksslitage på beläggningsen och övrigt smuts. Det är speciellt utmärkande i tätortsmiljöer med låg hastighet. Dessutom är vissa tysta beläggningar i behov av utökande underhållsåtgärder.

TA 3 på Ellenborgsvägen är sammanställt för att klara en längre akustisk livslängd jämfört med en lagert öppna beläggningar. TA 3 har mindre andel hållrum och något större maximala stenstorlekar jämfört med öppna beläggningar. Dessa egenskaper gör att beläggningsen har goda förutsättningar att hålla den akustiska egenskapen under en längre tid. Däremot så behövs kontinuerliga undersökningar för att kontrollera båda beläggningsens tekniska och akustiska egenskaper. Exempelvis kan en bullermätning och en okulär besiktning genomföras direkt efter första vintern, dvs efter att dubbdäck slutat användas. Visar eftermätningarna på goda resultat bör bullerreducerande beläggningsen användas i stadskärnor.

Den poroelastiska beläggningen visar goda bullerreducerande resultat. Fler försök kommer att genomföras i Sverige. Utvecklingen bör följas noga då beläggningen uppvisar de bästa akustiska resultaten. Två-lagers öppen beläggning uppvisar goda resultat i danska undersökningar. Denna beläggning är intressant och bör vidare undersökas. Om tyst beläggning ska läggas i stadscentrum med högre andel ÅDT är dessa två beläggningar att föredra.

Okulära besiktningen visade att beläggningen i avsnitt 1 och 2 var i behov av åtgärder. Avsnitt 3 uppvisar förekomst av ett mindre antal skador med mindre omfattning och är inte i behov av omedelbar asfaltering. Skadornas uppkomst begränsas eftersom det är mindre andel tunga fordon på sträckan. Däremot bör skadorna som finns på beläggningen kontrolleras. Genom att förebygga skadornas utvidgning kan man undvika asfalteringen av hela gatan. Skador på beläggningen påverkar den akustiska livslängden och den tekniska livslängden och därigenom ger upphov till ökande däck/vägbanebuller.

I undersökningen konstaterades att de boende är mycket positiva till de genomförda åtgärderna. Boende kring Ellenborgsvägen upplever att trafikbuller har minskat inomhus med stängda och öppna fönster, i trädgården, på terrassen, på balkongen, på gården och på gatan. Procentuellt har andel störda minskat mer i avsnitt 2 jämfört med avsnitt 1. Effekten av en bullerreducerande beläggning medför att de boende upplever en positiv förändring av trafikbuller.

Boende kring avsnitt 2 upplever att trafikbuller har ökat i parker och rekreationsområden. Anledning till detta kan vara att buller från närliggande motorcykelbana och skjutbana framhävs då trafikbuller på gatan har reducerats.

Fordonstrafiken på gatan upplevs som störande av många. Bilarna och bussarna tycks köra för fort i området. Läggning av asfalt kan ha negativa effekter i form av ökande hastigheter.

Hypotesen om ökad bullernivån ger ökad trafikbullerstörning och hypotesen om att lågt utomhusbuller är viktigt för personer kan antas vara sann. Antalet störda har minskat pga de genomförda åtgärderna.

Var femte hushåll har anpassat sitt hem för att minska trafikbullret. Ett antal hushåll har ändrat om bostadens planlösning, några har installerat ljudisolerande fönster och några har bullerskärmar. Hypotesen om att de boende har anpassat sitt hem för buller stämmer för några men inte för alla boende. Hypotesen kan inte fastställas då mer undersökningar behövs.

Det finns samband mellan boendeform och hur länge en person har bott i sin nuvarande bostad och graden av störning av trafikbuller. Lägenheterna ligger längre bort från gatan och påverkas därmed mindre av trafikbullret. Personer som har bott en längre tid i sin nuvarande bostad har utsatts för stigande vägtrafik. Ökade trafikmängder ökar bullernivåer. Beläggningen på Ellenborgsvägen har åldrats och dess akustiska och tekniska egenskaper har försämrats avsevärt med tiden, vilket kan påverka de boendes bullerupplevelse negativt.

Fördelningen av de boende efter ålder kan göras på flera olika sätt. Eftersom undersökningsområdet var begränsad och antal svarande var fördelade i flera olika åldrar ansåg författaren att aktuell gruppindelning med avseende på ålder var lämplig.

Hypotesen om att det finns en utbredd vilja bland de boende att betala om bullernivån kan sänkas går inte att fastställa. Något klart resultat kan inte fås fram enbart ur de boendes svar. En omformulering av enkätfrågan skulle kunna ge klarare resultat. En tänkbar fråga är huruvida de boende kan tänka sig att betala mer i t ex fordonsskatt eller en avgift för att minska bullret i området.

I början av examensarbetet formulerades några huvudhypoteser. Efter analysen av frågeformulär som skickades till de boende före och efter läggningen av den nya beläggningen kan följande konstateras:

Följande huvudhypoteser visade sig vara sanna:

- Ökad bullernivån ger ökad trafikbullerstörning
- Lågt utomhusbuller är viktigt för personer
- Graden av störning beror på tidpunkt på dagen samt vad som genererar bullret
- Graden av störning beror på hur länge en person har bott i sin nuvarande bostad
- Boendeform är betydelsefullt för graden av störning

En minskad bullernivå ger minskad trafikbullerstörning. Resultaten betyder att läggning av en bullerreducerande beläggning leder till ökad trivseln för de boende i området. Boende i villor är generellt mer störda av trafikbuller jämfört med boende i lägenheter och radhus. Genom att rikta in sig på att minska buller i villabebyggda områden påverkas fler antal bullerstörda människor. Och därmed fler antal människor kommer att uppleva positiva effekter av bullerreduceringen.

Följande huvudhypoteser visade sig vara falska:

- Individens ålder inverkar på graden av störning
- Kön är betydelsefullt för graden av störning
- Familjeförhållande är betydelsefullt för graden av störning
- Ägande av bil är betydelsefullt för graden av störning
- Placering av sovrum är betydelsefullt för graden av störning

Resultat betyder att en bullerreducerande beläggning kan läggas i områden med blandad population i alla bostadsområden i staden eller i tätorten.

Följande huvudhypoteser kan inte fastställas:

- De boende har anpassat sitt hem för bullret
- Det finns en bredvillighet bland de boende att betala om bullernivån kan sänkas

Undersökningar i större omfattning behövs för att fastställa dessa hypoteser.

10. Referenslista

10.1 Tryckta källor

Andersen Bent, Bendtsen Hans, Ripke Oliver, Sandberg Ulf, 2005, *Report of promising new road surfaces for testing*, Silence 01 February 2005, European Commission DG Research

Avdelning vägbyggnad, 2003, *Kompendium vägbyggnad*, Lunds Tekniska Högskola, Inst. för teknik och samhälle

Bendtsen Hans, Johansen M. Jonny, Sandberg Ulf, 1993, *Lågbullerbeläggningar – ett nordiskt samarbetsprojekt under NKTF*, Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter, ISSN 0906-3668, ISBN 92 9120 337 8

Bendtsen Hans, Mikkelsen Bo, Larsen E. Lars, Report 5, 2002, *Traffic noise annoyance, A survey in Aarhus, Odense and Randers*, Danish Transport Research Institute, ISSN 1601-9458, ISBN 87-7327-081-4

Bendtsen Hans, Larsen E. Lars, Greibe Poul, 2002, *Udvikling af støjreducerende vejbelæggninger till bygader, Statusrapport efter 3 års målinger*, Dansk Transport Forskning, Rapport 4, 2002, ISSN: 1601-9458, ISBN: 87-7327-072-5

Boverket, 2003, *Buller Delmål 3 – Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*, Boverket april 2003, ISBN 91-7147-751-9

Boverket, 2003, *Fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet - God bebyggd miljö*, Boverket oktober 2003, ISBN 91-7147-722-1

Brunskog J, Holmberg D, Johansson A-C, Nilsson E, Sjökvist L-G, 2005, *Grundläggande akustik*, Teknisk akustik, Lunds Tekniska Högskola

Dahlström Jörgen, 1999/2000, *Undersökning av dränerande asfalt*, Gatukontoret Malmö Stad

Ejsmont A. Jerzy, Sandberg Ulf, 2002, *Tyre/Road noise reference book*, First edition, Informex, ISBN: 91-631-2610-9

Field Andy, 2005, *Discovering Statistics using SPSS (and sex, drugs and rock `n`roll) second edition*, SAGE Publications 2005, ISBN: 0-7619-4451-6

Gray D. Colin, 1999, Kinnear R Paul, *SPSS for Windows Made simple*, third edition Psychology Press Ltd 1999, ISBN: 0-86377-611-6

Isacsson Ulf, 2000, *Drift och underhåll av vägar och gator*, Kungliga Tekniska Högskolan, ISSN 1104-7437

Malmö stad, *Miljöprogram för Malmö stad, 2003-2008 – plattform för ekologiskt hållbart utveckling*, Malmö stad Miljöförvaltningen

Naturvårdsverket, 2002, Programområde hälsorelaterad miljöövervakning, Kontakt nr 215 0009, *Uppskattning av antalet exponerade för vägtrafikbuller överstigande 55 dB(A)*, Utfört av Ingemansson Technology AB

Nilsson Åke Nils, Sandberg Ulf, 1981, *Däck/vägbana – en bullerkälla i trafiken*, Stockholm, STU information 175

Sandberg Ulf, 2000, *Vägytans inverkan på trafikbulleremissionen – korrektionstabell för effektsambandsmodeller*, VTI, notat 30-2000

Sandberg Ulf, 2001, *Tyre/road noise – myths and realities*, VTI särtryck 345 - 2001

SIKA Rapport 1999:6, *Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet – ASEK*, Statens institut för kommunikations analys, SIKA

SIKA Rapport 2002:1, *Persontransporternas utveckling till 2010, 2001 års prognos, utvecklad i samband med den tredje svenska rapporten till FN:s klimatkonvention*, Statens institut för kommunikations analys, SIKA

Skånetrafiken, 2006, *Malmö stadsbuss 06/07, Tidtabell 13 augusti 2006 – 16 juni 2007*

Svenska kommunförbundet, 2003, *Bära eller brista*, Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar – ny omarbetad upplaga, ISBN 91-7289-172-6

Svenska kommunförbundet, 2000, *Topp & belägg*, Beläggningsunderhåll på lågtrafikerade gator, ISBN 91-7099-922-8

Vägverket, *Vägar & gators utformning*, Kapitel 7 Bullerskydd

Vägverket, VV Publikation 2005:112, *ATB Väg 2005*, Kapitel I Typblad, kontrollblad, bindemedel och konstruktionstyper för bitumenbundna lager

Vägverket, VV Publikation 2006:94, *Råd och rekommendationer vid uppförande av bullerdämpande vallar och skärmar*, ISSN: 1401-9612

10.2 Internetkällor

Hitta.se, www.hitta.se, 2006-04-08

SILENCE, www.silence-ip.org, 2006-09-22

VTI, www.vti.se, 2006-03-27

Malmö Stad,
<http://www.malmo.se/stadsdelar/husie/faktaomhusie.4.33aee30d103b8f15916800039453.html>, 2006-12-18

Malmö Stad, www.malmo.se, 2006-10-18

Statistiska Centralbyrån SCB,
http://www.scb.se/templates/publdb/publikation_2725.asp&plopnr=2438,
2006-10-14

Vägverket, VGU, http://www.vv.se/templates/page3Listing_8090.aspx, 2006-04-18

Naturvårdsverket, <http://www.naturvardsverket.se>, 2007-01-06

Socialstyrelsen, http://www.sos.se/sosfs/1996_33/1996_33.htm, 2007-01-07

Danmarks transport forskning, www.dtf.dk, 2006-09-12

Stockholms stad, Trafikkontoret, <http://insyn.stockholm.se/trafik/document/2006-02-21/Dagordning/27/27.pdf>, 2007-01-08

Skanska, www.skanska.se/tystasfalt,
http://www.skanska.se/skanska_site/templates/UtvaltProjekt_2563.aspx, 2007-01-24

Nynäs, <http://www.nynas.com/sa/site.asp?site=1119>, 2007-01-24

Karolinska Institutet,
<http://ki.se/ki/jsp/polopoly.jsp?d=130&a=22987&l=sv&newsdep=130>, 2007-01-29

Statistiska Centralbyrån, Befolkningsstatistik, Folkmängd i riket, län, och kommuner efter kön och ålder 31/12/2006,
http://www.scb.se/templates/tableOrChart_159277.asp, 2007-04-18

10.3 Muntliga källor

Åke Sandin, Trafikkontoret Göteborg, Föreläsning: Funktionsupphandling av tyst asfalt, Asfaltdagar, Malmö, 2006-11-22

Richard Nilsson, Skanska AB, 2007-01-24

Roger Nilsson, Skanska AB, Föreläsning: Drift och funktion, Asfaltdagar, Malmö, 2006-11-22

Mats Lawesson, Gatukonoret Malmö, 2006-03-01

Karin Brundell-Frej, LTH, Lund, 2006-06-09

Sanberg Ulf, Forskningsledare vid VTI, Linköping, 2007-01-31

Bilaga 1. Begrepp och definitioner

Nedan redogörs för olika begrepp som förekommer i rapporten.

Begrepp/förkortningar Definition

ABS 16	Stenrik asfaltbeläggning med maximal stenstorlek 16 mm.
dB(A)	Ljudtrycksnivån anges i dB (decibel). För att ta hänsyn till örats känslighet som är olika för olika frekvenser brukar ljudnivåmätarna förses med ett filter ett s k A-filter.
CPX	Close Proximity. ISO standardiserad metod för att mäta trafikbuller. Mätningen genomförs med en specialgjord mätvagn.
Dekompression	Vid dekompressionen, då man övergår från ett högre tryck till ett lägre, luften pressas ut vid interaktionen mellan däck och beläggning och sugas in då mönstren lyfter från beläggningen.
Optimering	Få att fungera så bra som möjligt
SPB	Statistical Pass By. ISO standardiserad metod för att mäta trafikbuller. Mätningen genomförs med en mikrofon placerad sidan av vägen.
SPSS	Datorprogram för bearbetning av insamlade uppgifter.
TA3	Tyst Asfalt 3, Skanskas bullerreducerande beläggning
Tyst beläggning, Tyst asfalt, Lågbullerbeläggning, Bullerreducerande beläggning	En vägbeläggning som vid interaktionen mellan däck/vägbeläggning minskar vägtrafikbullret med minst 3 dB(A) jämfört med en traditionell beläggning (ABS 16).
VGU	Vägar och gators utformning. VGU är ett hjälpmedel för att utforma vägar och gator. Publikationen ges ut gemensamt av Vägverket och Svenska kommunförbundet.
ÅDT	ÅrsDygnst Trafik, är det genomsnittliga trafikflödet under ett helt år på en mätpunkt på vägnätet.
WHO	World Health Organisation

Bilaga 2. Trafikmätningar

Mättningsdata:

Mätpunktsnummer:	1862102
Gatutyp:	Lokalgata
Adress:	Ellenborgsvägen
Skyltad hastighet:	50 km/h
Del:	Virentoftgatan
Mätvecka:	0617
Fordonklass:	Fordon
Körriktning:	Båda riktningarna

Antal fordon per dygn och fordonsklass:

Mättag	Mätdatum	Antal fordon	Andel tunga fordon
Tisdag	2006-04-25	3398	7 %
Onsdag	2006-04-26	3359	8 %
Torsdag	2006-04-27	3292	8 %
Medelvärde		3350	8 %

Hastighetsdata:

Mättag	Mätdatum	85-Percentil	Medelhastighet	15-percentil	Median
Tisdag	2006-04-25	61 km/h	52 km/h	45 km/h	53 km/h
Onsdag	2006-04-26	60 km/h	51 km/h	44 km/h	52 km/h
Torsdag	2006-04-27	60 km/h	51 km/h	45 km/h	53 km/h
Medelvärde		60 km/h	51 km/h	45 km/h	53 km/h

Antal fordon per timme:

Timme	2006-04-25	2006-04-26	2006-04-27
00-01	13	12	16
01-02	4	6	1
02-03	7	14	13
03-04	3	3	7
04-05	7	5	11
05-06	28	23	20
06-07	119	110	119
07-08	255	272	247
08-09	194	210	184
09-10	127	132	108
10-11	138	140	139
11-12	150	140	150
12-13	151	168	144
13-14	161	156	153
14-15	200	179	204
15-16	233	233	245
16-17	293	321	279
17-18	317	257	275
18-19	271	233	273
19-20	184	206	181
20-21	171	170	133
21-22	118	101	115
22-23	54	63	58
23-24	29	20	23
Summa	3227	3174	3098

Bilaga 3. Protokoll för tillståndsbedömning

PROTOKOLL FÖR TILLSTÅNDBEDÖMNING AV GÅTORN OCH VÄGAR SAMT STATUS GÅNGBANA, KANTSTEN, RÄNNSTEN, YTAVVATTNING OCH DIKEN

Datum:
 Från/Till:
 Datum:
 Besiktigad av:

Värdetlek:
 Kant
 Värdande
 Avsak

Vägbana:
 Fört
 Uppfäst
 Ina

Körbält:
 Väntar 3 2 1
 Höger 1 2 3

Status KÖRBANA

Fyll i svårighetsgrad 1-4 enligt beskrivning i skadehandboken.

	UTBREDNING			Anmärkningar
	Lokal (<20%)	Mittig (20-50%)	Generell (>50%)	
Spår/up				
Spårkor				
Kräckelering				
Ojämnheter				
Blöddning				
Sensläpp				
Hål				
Överbeläggning				
Söndrig beläggning				

Status GÅNGBANA

	Felri, acceptabel jämnhet
	Enskilda ojämnheter/svackor
	Lokala ojämnheter/svackor
	Omfattande ojämnheter/svackor
	Söndrig beläggning, enskilda
	Söndrig beläggning, lokal
	Söndrig beläggning, omfattande

Status YTAVVATTNING

	Acceptabel, behöver ej åtgärdas
	Lokala svackor, pölar
	Omfattande svackor, pölar, behöver åtgärdas

Status DIKEN

	Acceptabel, behöver ej åtgärdas
	Igenast dikesboten, behöver åtgärdas
	Hög värdkort, bör åtgärdas

Status KANTSTEN

	Höjd i cm
	Felri, behöver ej justeras
	Ojämn, behöver justeras

Status RÄNNSTEN

	Felri, behöver ej justeras
	Ojämn, behöver justeras

BELÄGGNINGSDATA

Befästig beläggning:
 Lagd år: Tjocklek av bundna lager:
Typ av bärlager
 Asfaltgrus (AG, BG)
 Makadam (MM, IM)
 Cemenbundet
 Gruset

Nästa beläggningsår:
 1 - 2 år 11 - 15 år
 3 - 5 år 16 - 20 år
 6 - 10 år > 20 år

Bilaga 4. Resultat från okulärbesiktningen

Avsnitt 1					Utbredning				
		Lokal (< 20 %)			Måttlig (20-50 %)			Generell (>50 %)	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Spårdjup	7	-	1	2	1	-	-	-	1
Sprickor	3	7	1	-	4	4	-	2	3
Krackeleringar	3	6	-	-	2	4	-	1	1
Ojämnheter	6	-	1	-	-	-	-	-	-
Stensläpp	7	4	1	1	2	1	-	-	-
Hål	8	2	4	-	-	1	-	-	-
Söndergrävning/lagring	13	1	2	2	-	-	2	-	-

Avsnitt 2					Utbredning				
		Lokal (< 20 %)			Måttlig (20-50 %)			Generell (>50 %)	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Spårdjup	5	1	-	3	1	-	-	-	-
Sprickor	2	7	4	-	-	1	-	-	4
Krackeleringar	1	7	2	-	-	1	-	-	2
Ojämnheter	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Stensläpp	11	3	-	-	-	-	-	-	-
Hål	10	3	3	-	-	-	-	-	-
Söndergrävning/lagring	13	-	-	2	-	-	-	-	1

Avsnitt 3					Utbredning				
		Lokal (< 20 %)			Måttlig (20-50 %)			Generell (>50 %)	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Spårdjup	2	-	-	-	3	-	-	-	-
Sprickor	11	3	-	-	2	-	-	-	-
Krackeleringar	3	2	-	-	2	-	-	-	-
Ojämnheter	3	-	-	2	-	-	-	-	-
Stensläpp	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Hål	8	-	2	-	-	-	-	-	-
Söndergrävning/lagring	12	-	-	1	-	-	-	-	-

Bilaga 5. Följebrev - förestudie

En undersökning om Trafikbuller i Malmö

I Översiktplan 2000, Miljöprogram för Malmö stad 2003-2008 och Trafikstrategi för Malmö har Malmö stad formulerat mål mot trafikbuller. I miljöprogrammet står t.ex. att efter år 2010 skall ingen i Malmö utsättas för ljudnivåer högre än 35 dBA i sitt boende. Handlingsplanen i trafikmiljöprogrammet framhåller att Malmö ska sträva efter ett tystare transportsystem. Ansträngningar skall framförallt göras för att minska bullret vid källan samt att förebygga att buller uppkommer. Gatukontoret vill arbeta tillsammans med de boende i Malmö för att uppnå detta.

Ett samarbete har också etablerats med institutionen för Teknik och samhälle, LTH. I detta ingår bl.a. ett examensarbete om trafikbuller samt förslag till åtgärder att mildra effekterna av trafikbuller. Inledningsvis beskrivs nuläget i ett utvalt bostadsområde i Malmö. Här kan de boende bidra med värdefulla kunskaper. Därför ber vi Dig att besvara detta frågeformulär så detaljerat som möjligt för att hjälpa oss med underlag.

Det kommer även att göras en kartläggning av ljudnivån i Malmö. Den tillsammans med resultaten från examensarbetet samt synpunkter från boende i olika områden av staden kommer att leda fram till ett åtgärdsprogram som skall förankras i olika politiska instanser.

Det ifyllda formuläret sänds till LTH i bifogat svarskuvert. Alla uppgifter behandlas konfidentiellt, dvs. det går inte att utläsa ur datamaterialet vem som har svarat. Naturligtvis är det frivilligt att delta men varje uteblivet svar minskar undersökningens värde. Om Du har frågor angående trafikbuller i Malmö, om ifyllandet av formuläret eller examensarbetet kontakta gärna Mats Lawesson, Gatukontoret 040-341341 eller Monica Berntman, Teknik och samhälle, LTH 046-2229133 alternativt skicka e-post till mats.lawesson@malmo.se alt. monica.berntman@tft.lth.se.

Tack för Din hjälp! Vi hoppas att detta skall leda till ökade kunskaper om hur boende uppfattar och värderar trafikbuller samt att det kan medverka till bättre förståelse av problemets komplexitet. Resultatet kommer att användas för att välja åtgärder för mindre trafikbuller i Malmö i framtiden!

Med vänliga hälsningar
Mats Lawesson
Gatuingenjör

Monica Berntman
Universitetslektor

Ervin Turanovic
Examensarbetare

Bilaga 6. Enkät - förestudie

Frågeformuläret som skickades till de boende kring Ellenborgsvägen före beläggningsarbetet.

Löpnr

Uppgifter om Dig och Din familj samt om bostaden

1. Födelseår _____

2. Kön

Man

Kvinna

3. Storlek på hushållet

Totalt antal personer _____

Antal barn 15 år eller yngre _____

4. Bil i hushållet

Ja

Nej

5. Typ av boende

Friliggande villa

Radhus

Lägenhet

Annat. Ange vad _____

6. Hur länge har Du bott i Din nuvarande bostad?

Mindre än 1 år

1 år

2 år

3 år

4 år

5 år

Mer än 5 år

7. Har Du planer på att flytta inom de närmsta åren?

- Ja
- Nej
- Vet inte

Om Du svarat nej eller vet inte på fråga 7, var vänlig och fortsätt direkt till fråga 9.

8. Om Du planerar att flytta. Vilka är de viktigaste skälen för detta?

(Ange högst 3 alternativ)

- Trafiken (för mycket trafik, allmänna trafikförhållanden, barnen kan inte röra sig på egen hand)
- Bullret från trafiken
- Luftföroreningarna
- Bostadens förutsättningar (standard/storlek)
- Omgivningarna/utomhusmiljön
- Grannarna
- Familjens hälsa
- Nytt arbete
- Brottsligheten i området
- Barnomsorgen och/eller skolorna
- Servicen i området t.ex. bibliotek, sportanläggningar, simhallar
- Tillgången till butiker och stormarknader
- Annat. Ange vad _____

9. Hur mycket tid tillbringar Du i bostaden per dygn?

(Ange antal timmar du är hemma i genomsnitt per dygn)

Under veckodagarna ____ timmar per dygn

Under veckosluten ____ timmar per dygn

10. Har Du sovrummet placerat mot gatan?

- Ja
- Nej

11. Har Du trädgård, terrass, balkong eller gård i anslutning till bostaden?

- Ja
- Nej

Om Du svarat nej på fråga 11, var vänlig och fortsätt direkt till fråga 13.

12. Hur ofta är Du i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården i anslutning till bostaden?

- Varje dag
- Flera gånger i veckan
- Flera gånger i månaden
- Mindre
- Aldrig
- Vet inte

13. Hur ofta promenerar eller cyklar Du i bostadsområdet?

- Varje dag
- Flera gånger i veckan
- Flera gånger i månaden
- Mindre
- Aldrig
- Vet inte

Uppgifter om biltrafik och trafikbuller

14. Störs Du av biltrafiken i Ditt bostadsområde?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls

Om Du svarat "Inte alls" på fråga 14, var vänlig och fortsätt till fråga 16.

15. Varför störs Du av biltrafiken?

(Ange ett eller flera alternativ)

- Trafiksäkerhetsproblem för alla
- Trafiksäkerhetsproblem enbart för barnen
- Trafikbuller
- Luftföroreningar/obehaglig lukt
- Damm/smuts
- Annat. Ange vad _____

16. Finns det företag eller andra verksamheter/aktiviteter i området som genererar trafikbuller? Om ja, var vänlig och ange vilket eller vilka.

17. Störs Du av trafikbuller inomhus?

a. Med stängda fönster

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

b. Med öppna fönster

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Om Du svarat "Inte alls" eller "Kan inte höra trafikbuller" på frågorna 17a. och 17b., var vänlig fortsätt till fråga 21.

18. Från vilken gata kommer trafikbullret?
(Ange gatans namn)

19. Vilka tider på dygnet störs Du mest av trafikbuller?

a. Under veckodagarna

- Tidig morgon (kl 6-9)
- Förmiddag (kl 9-12)
- Tidig eftermiddag (kl 12-16)
- Sen eftermiddag (kl 16-19)
- Kväll (kl 19-23)
- Natt (kl 23-6)
- Inte alls
- Vet inte

b. Under veckosluten

- Tidig morgon, (kl 6-9)
- Förmiddag (kl 9-12)
- Tidig eftermiddag (kl 12-16)
- Sen eftermiddag (kl 16-19)
- Kväll (kl 19-23)
- Natt (kl 23-6)
- Inte alls
- Vet inte

20. Hur påverkas Du av trafikbullret inomhus?

(Ange ett eller flera alternativ)

- Har svårt att somna
- Vaknar under natten
- Sover inte med öppet fönster
- Störs när Du pratar i telefon
- Störs när Du lyssnar på radio eller TV
- Har flyttat sovrummet till husets baksida
- Störs när Du läser eller arbetar
- Störs när Du samtalar
- Har sällan fönstren öppna
- Sover med öronproppar
- Annat. Ange vad _____

21. Har Du gjort något själv för att minska bullerproblemet inomhus?

(Ange ett eller flera alternativ)

- Inte gjort något
- Flyttat sovrummet till husets baksida
- Skaffat ljudisolerade fönster
- Satt upp ett bullerplank
- Annat. Ange vad _____

22. Hur påverkas Du av trafikbullret när Du vistas i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Ange situationer som är störande:

23. Hur påverkas Du av trafikbullret när Du vistas på gatan i Ditt bostadsområde?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Ange situationer som är störande:

24. Hur påverkas Du av trafikbullret när Du vistas i parker eller rekreatiomsområden?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Ange situationer som är störande:

Om Du svarat "Inte alls" eller "Kan inte höra trafikbuller" på frågorna 22-24, var vänlig fortsätt till avslutningen på frågeformuläret.

25. Vad tror Du skulle kunna minska trafikbullret för Dig inomhus?
(Ange ett eller flera alternativ)

- Installera ljudisolerade fönster
- Sätta upp bullerplank
- Mindre biltrafik
- Lägre hastighet för bilarna
- Annat. Ange vad _____
- Vet inte

26. Vad tror Du kan minska trafikbullret för Dig utomhus?
(Ange ett eller flera alternativ)

- Sätta upp bullerplank
- Mindre biltrafik

- Lägre hastighet för bilarna
- Annat. Ange vad _____
- Vet inte

27. Vem tycker Du skall betala för att minska trafikbullret?

(Ange ett eller flera alternativ)

- Du själv
- Hyresrättsföreningen, hyresvärden
- Bilisterna
- Lokal myndighet
- Regional myndighet
- Nationell myndighet
- EU
- Annan finansiär. Ange vem _____
- Vet inte

Övriga synpunkter:

Tack för Din medverkan!

Vi ber Dig att fylla i namn och adress om Du kan tänka Dig att bli kontaktad av personal på LTH eller Malmö gatukontor för ytterligare kommentarer och synpunkter.

Namn _____

Adress _____

Telefonnr _____ Mailadress _____

Bilaga 7. Enkät svar – förestudie

Svarsfrekvensen och total inkomna svar.

Avsnitt:	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
Skickade	103	30	27	160
Svarat (antal)	67	23	23	113
Svarat (%)	65 %	77 %	85 %	71 %

Fråga 1. Födelseår

	Antal			
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
18-24	3	0	0	3
25-44	16	7	5	28
45-64	23	10	9	42
65-79	17	6	8	31
80+	7	0	1	8
Totalt	66	23	23	112

Fråga 2. Kön

	Antal			
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
Man	39	15	9	63
Kvinna	28	8	14	50
Total	67	23	23	113

Fråga 3. Storlek på hushållet

Totalt antal personer

	Antal			
Antal Vuxna	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
1	23	3	3	29
2	22	7	9	38
3	9	4	2	15
4	9	4	5	18
5	4	5	3	12
6	0	0	1	1
Totalt	67	23	23	113

Antal barn 15 år eller yngre

Antal Barn	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
0	50	14	17	81
1	8	3	0	11
2	7	3	4	14
3	2	3	1	6
4	0	0	1	1
Totalt	67	23	23	113

Fråga 4. Bil i hushållet

Bil	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Ja	61	23	22	106
Nej	6	0	1	7
Totalt	67	23	23	113

Fråga 5. Typ av boende

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Friliggande villa	10	22	19	51
Radhus	8	0	1	9
Lägenhet	44	0	0	44
Annat	4	1	3	8
Totalt	66	23	23	112

Fråga 6. Hur länge har du bott i din nuvarande bostad?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Mindre än ett år	5	0	1	6
1 år	15	2	1	18
2 år	1	0	0	1
3 år	7	2	0	9
4 år	1	2	1	4
5 år	2	1	0	3
Mer än 5 år	36	16	20	72
Totalt	67	23	23	113

Fråga 7. Har du planer på att flytta inom de närmsta åren?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Ja	6	6	2	14
Nej	44	15	20	79
Vet inte	11	2	1	14
Totalt	61	23	23	107

Fråga 8. Om du planerar att flytta. Vilka är de viktigaste skälen för detta?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (27st)
Bostadens förutsättningar	13	26,5 %	48,1 %
Bullret från trafiken	6	12,2 %	22,2 %
Omgivningarna/utomhusmiljön	5	10,2 %	18,5 %
Nytt arbete	4	8,2 %	14,8 %
Brottsligheten i området	4	8,2 %	14,8 %
Familjens hälsa	3	6,1 %	11,1 %
Tillgång till butiker och stormarknader	3	6,1 %	11,1 %
Grannarna	2	4,1 %	7,4 %
Luftföroreningarna	2	4,1 %	7,4 %
Barnomsorgen och/eller skolorna	1	2,0 %	3,7 %
Servicen i området	0	0,0 %	0,0 %
Annat	6	12,2 %	22,2 %
Totalt	49	100 %	

Fråga 9. Hur mycket tid tillbringar du i bostaden per dygn?

Tid Spenderad hemma	Veckodagarna	Vecksluten
Medelvärde (timmar)	15,3	18,4

Fråga 10. Har du sovrummet placerat mot gatan?

	Antal			
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
Ja	32	9	16	57
Nej	35	13	7	55
Totalt	67	22	23	112

Fråga 11. Har du trädgård, terrass, balkong, eller gård i anslutning till bostaden?

	Antal			
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
Ja	67	22	23	112
Nej	0	0	0	0
Totalt	67	22	23	112

Fråga 12. Hur ofta är du i trädgården, på terrassen, på balkongen, eller på gården i anslutning till bostaden?

	Antal			
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	Totalt
Varje dag	41	14	10	65
Flera gånger i veckan	16	7	13	36
Flera gånger i månaden	3	2	0	5
Mindre	7	0	0	7
Aldrig	0	0	0	0
Vet ej	0	0	0	0
Totalt	67	23	23	113

Fråga 13. Hur ofta promenerar eller cyklar du i bostadsområdet?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Varje dag	28	7	8	43
Flera gånger i veckan	17	6	13	36
Flera gånger i månaden	10	6	2	18
Mindre	8	4	0	12
Aldrig	4	0	0	4
Vet ej	0	0	0	0
Totalt	67	23	23	113

Fråga 14. Störs du av biltrafiken i ditt bostadsområde?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Extremt mycket	3	4	1	8
Mycket	4	5	9	18
Något	23	11	10	44
Mycket lite	16	0	1	17
Inte alls	20	3	2	25
Totalt	66	23	23	112

Fråga 15. Varför störs du av biltrafiken?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Trafiksäkerhetsproblem för alla	11	9	5	25
Trafiksäkerhetsproblem för barnen	4	4	2	10
Trafikbuller	38	16	19	73
Luftföroreningar	6	3	7	16
Damm/smuts	9	3	7	19
Annat	8	2	0	10
Totalt	76	37	40	153

Fråga 16. Finns det företag eller andra verksamheter/aktiviteter i området som genererar trafikbuller? Om ja, var vänlig och ange vilket eller vilka.

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (20st)
Busstrafiken	11	50 %	55 %
Lastbilarna	3	14 %	15 %
Montessoriskolan	3	14 %	15 %
Skjutbana-Motorcykelbana	2	9 %	10 %
Äldreboende	1	5 %	5 %
LV4	1	5 %	5 %
Heab	1	5 %	5 %
Totalt	22	100 %	

Fråga 17. Störs du av trafikbuller inomhus?

a) Med stängda fönster

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Extremt mycket	0	2	0	2
Mycket	3	3	1	7
Något	16	7	13	36
Mycket lite	16	5	5	26
Inte alls	27	3	2	32
Kan inte höra trafikbuller	4	3	2	9
Totalt	66	23	23	112

b) Med öppna fönster

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Extremt mycket	4	5	2	11
Mycket	10	4	8	22
Något	18	6	10	34
Mycket lite	16	5	2	23
Inte alls	17	3	1	21
Kan inte höra trafikbuller	1	0	0	1
Totalt	66	23	23	112

Fråga 18. Från vilken gata kommer trafikbullret?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (89st)
Ellenborgsvägen	83	80 %	93 %
Videdalsvägen	7	7 %	8 %
Husie Kyrkoväg	6	6 %	7 %
Toftängsgatan	4	4 %	4 %
Yttre Ringvägen	3	3 %	3 %
Stenkällevägen	1	1 %	1 %
Totalt	104	100 %	

Fråga 19. Vilka tider på dygnet störs du mest av trafikbuller?

Veckodagar	Antal svar	Procent av antal svar
Tidig morgon (kl 6-9)	32	21 %
Förmiddag (kl 9-12)	9	6 %
Tidig eftermiddag (kl 12-16)	12	8 %
Sen eftermiddag (kl 16-19)	50	32 %
Kväll (kl 19-23)	32	21 %
Natt (kl 23-6)	8	5 %
Inte alls	3	2 %
Vet inte	9	6 %
Totalt	155	100 %

Veckosluten	Antal svar	Procent av antal svar
Tidig morgon (kl 6-9)	6	4 %
Förmiddag (kl 9-12)	27	17 %
Tidig eftermiddag (kl 12-16)	27	17 %
Sen eftermiddag (kl 16-19)	30	19 %
Kväll (kl 19-23)	38	24 %
Natt (kl 23-6)	11	7 %
Inte alls	6	4 %
Vet inte	12	8 %
Totalt	157	100 %

Fråga 20. Hur påverkas du av trafikbullret inomhus?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (72st)
Sover inte med öppet fönster	27	20 %	38 %
Har sällan fönstren öppna	21	16 %	29 %
Vaknar under natten	16	12 %	22 %
Störs när Du läser eller arbetar	15	11 %	21 %
Har svårt att somna	13	10 %	18 %
Störs när Du lyssnar på radio eller TV	7	5 %	10 %
Har flyttat sovrummet till husets baksida	6	5 %	8 %
Störs när Du pratar i telefon	4	3 %	6 %
Störs när Du samtalar	4	3 %	6 %
Sover med öronproppar	2	2 %	3 %
Annat	17	13 %	24 %
Totalt	132	100 %	

Fråga 21. Har du gjort något själv för att minska bullerproblemet inomhus?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (111st)
Inte gjort något	85	76 %	77 %
Skaffat ljudisolerade fönster	12	11 %	11 %
Flyttat sovrummet till husets baksida	6	5 %	5 %
Satt upp ett bullerplank	4	4 %	4 %
Annat	5	4 %	5 %
Totalt	112	100 %	

Fråga 22. Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Extremt mycket	3	3	7	13
Mycket	7	3	4	14
Något	21	8	6	35
Mycket lite	18	4	1	23
Inte alls	17	4	5	26
Kan inte höra trafikbuller	1	0	0	1
Totalt	67	22	23	112

Fråga 23. Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas på gatan i ditt bostadsområde?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Extremt mycket	2	3	2	7
Mycket	8	2	9	19
Något	15	10	5	30
Mycket lite	25	6	3	34
Inte alls	17	1	3	21
Kan inte höra trafikbuller	0	0	1	1
Totalt	67	22	23	112

Fråga 24. Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas i parker eller rekreationsområden?

	Antal			Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Avsnitt 3	
Extremt mycket	1	0	1	2
Mycket	2	0	1	3
Något	7	1	4	12
Mycket lite	24	6	9	39
Inte alls	32	12	7	51
Kan inte höra trafikbuller	0	3	0	3
Totalt	66	22	22	110

Fråga 25. Vad tror du skulle kunna minska trafikbullret för dig inomhus?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (83st)
Lägre hastighet för bilarna	43	32 %	52 %
Mindre biltrafik	43	32 %	52 %
Installera ljudisolerade fönster	16	12 %	19 %
Sätta upp bullerplank	7	5 %	8 %
Vet inte	9	7 %	11 %
Annat	16	12 %	19 %
Totalt	134	100 %	

Fråga 26. Vad tror du kan minska trafikbullret för dig utomhus?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (83st)
Lägre hastighet för bilarna	51	41 %	61 %
Mindre biltrafik	42	34 %	51 %
Sätta upp bullerplank	7	6 %	8 %
Vet inte	10	8 %	12 %
Annat	13	11 %	16 %
Totalt	123	100 %	

Fråga 27. Vem tycker du skall betala för att minska trafikbullret?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (96st)
Lokal myndighet	55	41 %	57 %
Bilisterna	19	14 %	20 %
Regional myndighet	15	11 %	16 %
Nationell myndighet	10	7 %	10 %
EU	8	6 %	8 %
Hyresrättsföreningen, hyresvärden	6	4 %	6 %
Annan finansär	4	3 %	4 %
Du själv	1	1 %	1 %
Vet inte	16	12 %	17 %
Totalt	134	100 %	

Bilaga 8. Resultat av statistiska tester

1) Korrelation mellan åldersgrupper och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6,366(a)	8	,606

2) Korrelation mellan kön och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,178(b)	1	,673

3) Korrelation mellan familjeförhållande och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,134(b)	1	,715

4) Korrelation mellan ägande av bil och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,083(b)	1	,149

5) Korrelation mellan typ av boende och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	19,458(a)	2	,000

6) Korrelation mellan långtidsboende och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	10,541(b)	1	,001

7) Korrelation mellan placering av sovrum och bullerstörning

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2,925(b)	1	,087

Bilaga 9. Bullermätningar

1. Preliminary results of SPB-measurements at Ellenborgsvägen

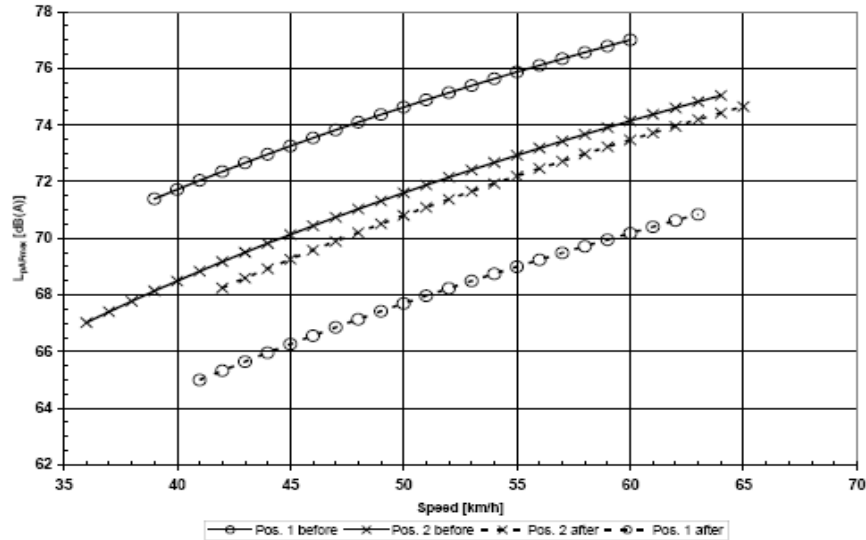


Figure 1.1: Maximum A-weighted noise level (passenger cars) with the time weighting F (fast), at a distance of 7.5 m, as a function of vehicle speed. Results are corrected to a temperature of 20 °C.

The equation for the regression line is as follows:

$$L_{pAFmax,7.5m} = A + B \cdot \text{Log}(v)$$

Where v is the vehicle speed, A and B are constants.

Pos. 1 (measurement position 1) was at Ellenborgsvägen no. 74 and Pos. 2 (measurement position 2) was at Ellenborgsvägen 110. The results are summarized in the table below (results are corrected to a temperature of 20 °C). The statistical uncertainty (expressed as half the width of the 95% confidence interval) is valid at the reference speed of 50 km/h.

Measurement position	Average speed [km/h]	L_{pAFmax} [dB(A)] ¹	L_{pAFmax} [dB(A)] ²	Statistical uncertainty [dB]
1-before	49.6	74.5	74.6	0.2
2-before	49.8	71.6	71.6	0.1
1-after	53.9	68.7	67.7	0.1
2-after	52.0	71.4	70.8	0.1

¹ L_{pAFmax} -values based on the actual average speed of the vehicles.

² L_{pAFmax} -values based on a reference speed of 50 km/h

Bilaga 10. Följebrev - efterstudie

En efterstudie om Trafikbuller i Malmö

Före sommaren fick Du ett frågeformulär som handlade om trafikbuller i Ditt bostadsområde. Ditt svar och Dina synpunkter utgjorde ett av underlagen för de åtgärder som senare genomfördes i området. Ett viktigt steg i det fortsatta arbetet är att följa upp effekterna av de genomförda åtgärderna. Detta sker genom att de boende även medverkar i efterstudien. Frågeformuläret är en del av efterstudien där de boende kan bedöma och kommentera de genomförda åtgärderna. Därför ber vi Dig att besvara detta frågeformulär så detaljerat som möjligt för att hjälpa oss att få en bättre förståelse och en ökad kunskap om trafikbuller.

Vi ber att **samma person** som svarade första gången på frågeformuläret bör även svara denna gång. Självfallet är det frivilligt att delta i projektet men för att resultaten skall bli tillförlitliga bör många delta och därför är det viktigt att just Du svarar.

Alla lämnade uppgifter behandlas konfidentiellt, dvs. det går inte att utläsa ur datamaterialet vem som har svarat. Tacksam om Du skickar Ditt svar i bifogat svarskuvert. Om Du har frågor angående trafikbuller i Malmö, om ifyllandet av formuläret eller examensarbetet kontakta gärna Mats Lawesson, Gatukontoret 040-34 13 41 eller Monica Berntman, Teknik och samhälle, LTH 046-222 91 33 alternativt skicka e-post till mats.lawesson@malmo.se alternativt monica.berntman@tft.lth.se.

Med vänliga hälsningar

Mats Lawesson
Gatuingenjör

Monica Berntman
Universitetslektor

Ervin Turanovic
Examensarbetare

Bilaga 11. Enkät - efterstudie

Frågeformuläret som skickades till de boende kring Ellenborgsvägen efter beläggningsarbetet.

Löpnr

Uppgifter om Dig

1. Födelseår _____

2. Kön

Man

Kvinna

Uppgifter om trafikbuller

3. Stördes Du av vägarbetet i Ditt bostadsområde under läggningen av den nya beläggningen?

Extremt mycket

Mycket

Något

Mycket lite

Inte alls

Om Du svarat "Inte alls" på fråga 3, var vänlig och fortsätt till fråga 5, sidan 2.

4. Varför stördes Du?

(Ange ett eller flera alternativ)

Svårt att ta sig till bostaden

Trångt på gatan

Farligt med alla maskinerna

Buller

Obehaglig lukt

Damm

Annat. Ange vad _____

Kommentar gärna varför du valt detta/dessa alternativ:

5. Störs Du av trafikbuller inomhus med den nya beläggningsen?

a. Med stängda fönster

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

b. Med öppna fönster

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Om Du svarat "Inte alls" eller "Kan inte höra trafikbuller" på frågorna 5a. Och 5b, var vänlig fortsätt till fråga 8, sidan 4.

6. Vilka tider på dygnet störs Du mest av trafikbuller med den nya beläggningsen?

(Ange ett eller flera alternativ)

a. Under veckodagarna

- Tidig morgon (kl 6-9)
- Förmiddag (kl 9-12)
- Tidig eftermiddag (kl 12-16)
- Sen eftermiddag (kl 16-19)
- Kväll (kl 19-23)
- Natt (kl 23-6)
- Inte alls
- Vet inte

b. Under veckosluten

- Tidig morgon, (kl 6-9)
- Förmiddag (kl 9-12)
- Tidig eftermiddag (kl 12-16)
- Sen eftermiddag (kl 16-19)
- Kväll (kl 19-23)
- Natt (kl 23-6)
- Inte alls
- Vet inte

7. Hur påverkas Du av trafikbullret inomhus med den nya beläggningen?

(Ange ett eller flera alternativ)

- Har svårt att somna
- Vaknar under natten
- Sover inte med öppet fönster
- Störs när Du pratar i telefon
- Störs när Du lyssnar på radio eller TV
- Har flyttat sovrummet till husets baksida
- Störs när Du läser eller arbetar
- Störs när Du samtalar
- Har sällan fönstren öppna
- Sover med öronproppar
- Annat. Ange vad _____

8. Hur påverkas Du av trafikbullret från den nya beläggningen, när Du vistas i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Ange situationer som är störande:

9. Hur påverkas Du av trafikbullret från den nya beläggningen, när Du vistas på gatan i Ditt bostadsområde?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Ange situationer som är störande:

10. Hur påverkas Du av trafikbullret från den nya beläggningen, när Du vistas i parker eller rekreationsområden?

- Extremt mycket
- Mycket
- Något
- Mycket lite
- Inte alls
- Kan inte höra trafikbuller

Ange situationer som är störande:

11. Hur upplever Du de åtgärder som genomfördes i Ditt bostadsområde?

- Mycket positivt
- Positivt
- Varken eller
- Missnöjd
- Mycket missnöjd

Skriv gärna en kommentar till varför du valde just det alternativet:

Övriga synpunkter:

Tack för Din medverkan!

Vi ber Dig att fylla i namn och adress om Du kan tänka Dig att bli kontaktad av personal på LTH eller Malmö gatukontor för ytterligare kommentarer och synpunkter.

Namn _____

Adress _____

Telefonnr _____ Mailadress _____

Bilaga 12. Enkät svar – efterstudie

Svarsfrekvensen och totalt inkomna svar.

Avsnitt:	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Totalt
Skickade	103	30	133
Svarat (antal)	64	23	87
Svarat (%)	62 %	77 %	65 %

Fråga 1. Födelseår

	Antal		
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Totalt
18-24	2	0	2
25-44	13	6	19
45-64	22	11	33
65-79	18	6	24
80+	8	0	8
Totalt	63	23	86

	Födelseår medel	Födelseår (medelålder)
Totalt	1949	57

Fråga 2. Kön

	Antal		
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Totalt
Man	38	13	51
Kvinna	24	10	34
Total	62	23	85

Fråga 3. Störde du av vägarbetet i ditt bostadsområde under läggning av den nya beläggningen?

	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Totalt
Extremt mycket	0	1	1
Mycket	4	3	7
Något	25	10	35
Mycket lite	18	5	23
Inte alls	14	4	18
Totalt	61	23	84

Fråga 4. Varför stördes du?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (60st)
Trångt på gatan	34	31 %	57 %
Buller	27	25 %	45 %
Svårt att ta sig till bostaden	17	15 %	28 %
Obehaglig lukt	16	15 %	27 %
Farligt med alla maskinerna	8	7 %	13 %
Damm	5	5 %	8 %
Annat	3	3 %	5 %
Totalt	110	100 %	

Fråga 5. Störs du av trafikbuller inomhus?

a) Med stängda fönster

	Antal		Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	
Extremt mycket	0	1	1
Mycket	0	1	1
Något	7	4	11
Mycket lite	16	8	24
Inte alls	35	7	42
Kan inte höra trafikbuller	3	2	5
Totalt	61	23	84

b) Med öppna fönster

	Antal		Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	
Extremt mycket	0	2	2
Mycket	5	2	7
Något	15	7	22
Mycket lite	20	8	28
Inte alls	20	2	22
Kan inte höra trafikbuller	1	0	1
Totalt	61	21	82

Fråga 6. Vilka tider på dygnet störs du mest av trafikbuller med den nya beläggningen?

Veckodagar	Antal svar	Procent av antal svar
Tidig morgon (kl 6-9)	18	20 %
Förmiddag (kl 9-12)	6	7 %
Tidig eftermiddag (kl 12-16)	4	4 %
Sen eftermiddag (kl 16-19)	17	19 %
Kväll (kl 19-23)	13	15 %
Natt (kl 23-6)	7	8 %
Inte alls	17	19 %
Vet inte	7	8 %
Totalt	89	100 %

Veckosluten	Antal svar	Procent av antal svar
Tidig morgon (kl 6-9)	11	12 %
Förmiddag (kl 9-12)	9	10 %
Tidig eftermiddag (kl 12-16)	8	9 %
Sen eftermiddag (kl 16-19)	12	13 %
Kväll (kl 19-23)	16	18 %
Natt (kl 23-6)	8	9 %
Inte alls	17	19 %
Vet inte	10	11 %
Totalt	91	100 %

Fråga 7. Hur påverkas du av trafikbullret inomhus med den nya beläggningen?

	Antal svar	Procent av antal svar	Procent av antal svarande (35st)
Sover inte med öppet fönster	9	17 %	26 %
Har sällan fönstren öppna	12	23 %	34 %
Vaknar under natten	2	4 %	6 %
Störs när Du läser eller arbetar	2	4 %	6 %
Har svårt att somna	3	6 %	9 %
Störs när Du lyssnar på radio eller TV	8	15 %	23 %
Har flyttat sovrummet till husets baksida	1	2 %	3 %
Störs när Du pratar i telefon	1	2 %	3 %
Störs när Du samtalar	2	4 %	6 %
Sover med öronproppar	2	4 %	6 %
Annat	11	21 %	31 %
Totalt	53	100 %	

Fråga 8. Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas i trädgården, på terrassen, på balkongen eller på gården?

	Antal		Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	
Extremt mycket	0	0	0
Mycket	2	3	5
Något	12	8	20
Mycket lite	21	4	25
Inte alls	23	6	29
Kan inte höra trafikbuller	1	1	2
Totalt	59	22	81

Fråga 9. Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas på gatan i ditt bostadsområde?

	Antal		Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	
Extremt mycket	0	2	2
Mycket	1	1	2
Något	10	3	13
Mycket lite	24	7	31
Inte alls	23	8	31
Kan inte höra trafikbuller	1	1	2
Totalt	59	22	81

Fråga 10. Hur påverkas du av trafikbullret när du vistas i parker eller rekreationsområden?

	Antal		Totalt
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	
Extremt mycket	0	1	1
Mycket	1	0	1
Något	7	3	10
Mycket lite	11	4	15
Inte alls	37	12	49
Kan inte höra trafikbuller	2	3	5
Totalt	58	23	81

Fråga 11. Hur upplever du de åtgärder som genomfördes i ditt bostadsområde?

	Antal		
	Avsnitt 1	Avsnitt 2	Totalt
Mycket positivt	23	11	34
Positivt	30	10	40
Varken eller	7	1	8
Missnöjd	0	1	1
Mycket missnöjd	0	0	0
Totalt	60	23	83