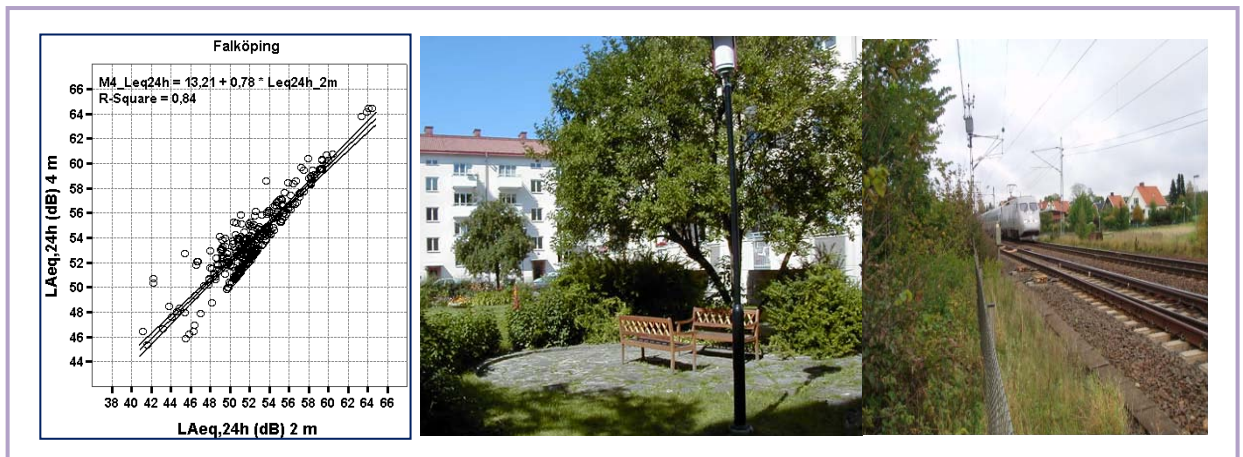


Effekter av tågbuller:

Samband med bullernivåer beräknade på 2 och 4 m höjd (Del 1) samt antal tåg per maxtimme > $L_{AFmax} 70$ dB på uteplats (Del 2)



Tomas Jerson, Ingenjör
Mikael Ögren, Tekn.Dr
Anita Gidlöf-Gunnarsson, Fil.Dr
Evy Öhrström, Docent

Rapport nr 3: 2010
Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa



Denna rapport utgör delrapport inom forskningsprogrammet TVANE - Effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik - tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik. BV:s Dnr: S07-5094/AL50 samt Dnr: S07-5095/AL50.

Omslagbilder: Diagram jämförelse bullernivå beräknad på 2 och 4 m höjd (vänster), Gårdsmiljö i Göteborg (mitten) samt snabbtåg typ X2 (höger). Foto Helena Svensson och Tomas Jerson, fotomontage Anita Gidlöf-Gunnarsson.

Rapporten finns att hämta som pdf.fil på www.tvane.se eller kan beställas från nedanstående adress:

Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet
Box 414, 405 30 Göteborg
ISBN 978-91-978916-2-2

Telefon: 031 – 786 63 00
E-post: amm@amm.gu.se
Hemsida: www.amm.se



**Effekter av tågbuller: Samband med
bullernivåer beräknade på 2 och 4 m höjd (Del 1) samt
antal tåg per maxtimme $>L_{AFmax}$ 70 dB på uteplats (Del 2)**

**Tomas Jerson, ingenjör¹⁾, Mikael Ögren, tekn.dr²⁾
Anita Gidlöf-Gunnarsson, fil.dr³⁾ och Evy Öhrström, docent³⁾**

¹⁾ WSP Environmental Akustik
Box 130 33, SE- 415 26 Göteborg

²⁾ Statens Väg- och Transportforskningsinstitut
Box 8077, SE-402 78 Göteborg

³⁾ Sahlgrenska Akademin vid Göteborgs universitet
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sektionen för Arbets- och miljömedicin
Box 414, SE- 405 30 Göteborg

Innehållsförteckning

Del 1:

Bullernivåer beräknade på 2 och 4 m höjd. Analyser och resultat av samband med allmän störning

1.	Bakgrund och syfte.....	6
2.	Material och metod.....	6
3.	Resultat.....	7
3.1	Jämförelser mellan bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för områden med svaga vibrationer (Töreboda, Falköping) och starka vibrationer (Kungsbacka, Alingsås)	7
3.2	Jämförelser mellan allmän störning av tågbuller och bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för områden med svaga vibrationer (Töreboda, Falköping) och starka vibrationer (Kungsbacka, Alingsås).....	9
3.3	Jämförelser mellan bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för Sollentunaområdet.....	11
3.4	Jämförelser mellan allmän störning av tågbuller och bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för Sollentunaområdet.....	12
3.5	Jämförelser av samband mellan allmän störning av buller och bullernivå beräknad på 2 m respektive 4 m höjd för bostäder med olika antal våningsplan för delområden i Sollentuna.....	14
4.	Sammanfattande kommentarer.....	16

Del 2:

Antal tåg per maxtimme över L_{AFmax} 70 dB på uteplats. Analyser och resultat av samband med allmän störning och störning av samtal, avkoppling och vistelse på uteplats

1.	Bakgrund och syfte.....	18
2.	Material och metod.....	18
2.1	Identifiering av maxtimme och antal tåg per maxtimme.....	18
2.2	Identifiering av studiepopulationen.....	19
2.3	Utvärdering av effekter av tågbuller.....	20
3.	Resultat.....	20
3.1	Störning av tågbuller utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg.....	22
3.2	Störning av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg	22
3.2.1	Störning av tågbuller vid samtal utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg.....	23
3.2.2	Störning av tågbuller vid avkoppling utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg.....	23
3.2.3	Störning av tågbuller vid utevistelse i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg.....	24
3.3	Bestämning av spridning i maximal bullernivå.....	24
3.4	Samband mellan antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB och allmän störning av tågbuller.....	27
4.	Sammanfattande kommentarer.....	29
5.	Referenser.....	31

Appendix

Del 1:

1	Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark i olika undersökningsområden.....	33
2	Bullernivåer från tåg beräknat på 4 m höjd över mark i olika undersökningsområden.....	34

Del 2:

3	Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn i olika områden.....	37
4	Antal tåg per timme kl. 06-22 i olika områden.....	38

Del 1:

Bullernivåer beräknade på 2 och 4 m höjd

Analyser och resultat av samband med allmän störning

1. Bakgrund och syfte

Inom TVANE-projektet har bullernivåer från tåg beräknats för två höjder, 2 m över mark samt 4 m över mark. Bullerexponering beräknad på 2 m över mark har använts vid analyserna av samband mellan bullernivå angivet i olika mått ($L_{Aeq,24h}$, L_{den} , L_{night} och L_{AFmax}) och olika effekter av tågbuller.

Enligt EU-direktivet 2002/49/EG (END) skall varje land kartlägga buller i större tätorter och vid större vägar, järnvägar och flygplatser. Rapporteringen till EU avser bland annat uppgifter om antalet exponerade personer och bostäder i olika bullerintervall, exponerad yta samt kartor över bullersituationen. Vid upprättandet av strategiska bullerkartor skall måttet L_{den} samt L_{night} användas. Avsikten är att L_{den} skall användas för att bedöma den allmänna störningen och att L_{night} skall användas för att bedöma sömnstörning.

EU-direktivet har implementerats i den svenska lagstiftningen genom en särskild förordning om omgivningsbuller (Förordning 2004:675) som antogs i januari 2005. Naturvårdsverket ansvarar för rapporteringen till EU i enlighet med denna förordning och en första rapport lämnades till EU den 30 december 2007. Redovisningen omfattade hur många personer som är exponerade för olika bullernivåer från vägtrafik, tåg och flyg i tätorter med över 250 000 invånare. Antal exponerade personer angavs för olika 5 dB-kategorier för L_{den} från 55-59 dB till >75 dB samt för L_{night} från 50-54 dB till >70 dB (Naturvårdsverket, 2007).

För nationell information om resultaten av de strategiska kartläggningarna får även andra mått än L_{den} och L_{night} användas. De svenska riktvärdena som ska ligga till grund för kommande åtgärdsprogram uttrycks i ekvivalent ljudnivå och maximalnivå och Naturvårdsverket anger i sin redovisning (Naturvårdsverket, 2007) att det kan vara bra, som några myndigheter valt, att också ange de svenska måtten i redovisningen i Sverige.

EU-direktivet anger att beräkningar av L_{den} och L_{night} skall avse en beräkningshöjd av 3,8 - 4,2 m och inte på 2 m höjd som är praxis vid användning av den nordiska beräkningsmodellen i olika bullerkartläggningar. För direkt exponerade fasader avses en punkt på fasaden medan man för oexponerade fasader på den "tysta" sidan avser ett avstånd på 1,8 – 2,2 m från fasad. Jonasson (2005) påpekar att beräkning av bullernivån på 4 m höjd som EU-direktivet föreskriver kan ge en missvisande bild av bullerexponeringen om Vägverket eller Banverket har byggt bullerskärmar för enplansbebyggelse. Enligt Jonasson (2005) innebär 4 m högre bullernivåer; för vägtrafikbuller mellan 1-5 dB högre nivåer än vid 2 m, i ett beräkningsfall 4 dB högre. För tågbuller menar Jonasson (2005) att skillnaden mellan 2 och 4 meters höjd är försumbar.

Eftersom bullernivåer finns beräknat för tågbuller på både 2 och 4 m höjd i samtliga fem undersökningsområden inom TVANE-projektet (Töreboda, Falköping, Alingsås, Kungsbacka och Sollentuna) har vi utfört särskilda analyser för att belysa:

- (1) Hur stor är skillnaden i bullernivå från tåg beräknad på 2 m respektive 4 m höjd över mark?
- (2) Hur påverkas dos-respons sambandet mellan bullernivå och olika effekter av tågbuller då tågbuller beräknats på olika höjd över mark?

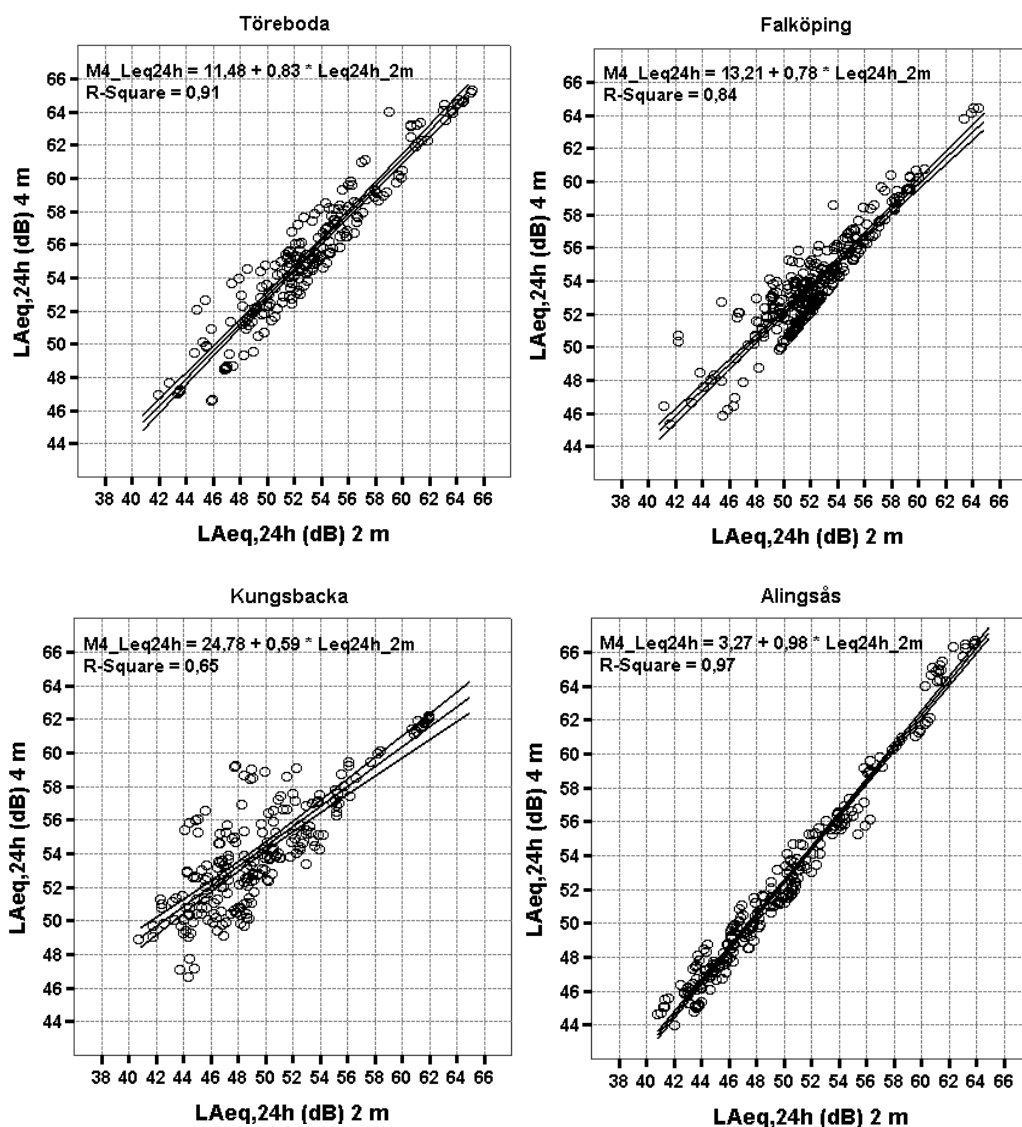
2. Metod och material

För beskrivning av metod och material hänvisas till delrapporterna (Öhrström *et al.*, 2010a-b). Resultaten av analyserna beskrivs i det följande, separat för respektive undersökningsområde.

3. Resultat

3.1 Jämförelser mellan bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för områden med svaga vibrationer (Töreboda, Falköping) och starka vibrationer (Kungsbacka, Alingsås)

Ljudnivåer från tåg har beräknats på nivån 2 m över mark och på nivån 4 m över mark. I tidigare svenska tågundersökningar (Öhrström & Skånberg, 1995; Öhrström *et al.*, 2005) har ljudnivån beräknats på 2 m höjd och i internationella undersökningar har olika höjder använts. Samband mellan olika effekter av tågbuller och bullernivå har därför analyserats och presenterats i relation till ljudnivå beräknad för 2 m över mark. I nedanstående figurer visas jämförelser mellan ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) beräknad för 2 respektive för 4 m höjd över mark (figur 1).



Figur 1. Jämförelser mellan ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ beräknad 2 m över mark och 4 m över mark för de olika delområdena i områden med svaga (Töreboda och Falköping) respektive starka vibrationer (Kungsbacka och Alingsås).

Det fanns ett starkt samband mellan ljudnivå beräknad på 2 och på 4 m höjd över mark i Alingsås, Töreboda och Falköping ($r^2=0,97$, $0,91$ respektive $0,84$) medan sambandet var lågt i Kungsbacka ($r^2=0,65$). Ljudnivån beräknad på 4 m höjd var högre än ljudnivån beräknad på 2 m höjd. Skillnaderna (medeltal) i ljudnivå $L_{Aeq,24h}$ dB mellan 4 m och 2 m höjd var i Falköping $1,6$ dB (SD=1,47, min-max=0,10-8,50), Töreboda $2,4$ dB (SD=1,49, min-max=0,20-7,30), i Alingsås $2,5$ dB (SD=0,89, min-max=0,10-4,40) och i Kungsbacka $4,6$ dB (SD=2,79, min-max=0,10-11,5).

För alla områden undantaget Kungsbacka (se tabell 1) var den beräknade ljudnivån på 4 m höjd överlag upp till ca 4 dB högre än på 2 m höjd. För Kungsbacka var skillnaden i beräknad ljudnivå mellan 4 och 2 m höjd större jämfört med de övriga områdena. För nästan en tredjedel av fallen här var skillnaden mellan 6 och 11,5 dB. Vi har sökt men dock inte funnit någon förklaring för dessa skillnader (se vidare mätteknisk rapport, Ögren & Jerson, 2010).

Tabell 1. Differens i ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) beräknad på 2 respektive 4 m höjd för Töreboda, Falköping, Kungsbacka och Alingsås.

	Differens i $L_{Aeq,24h}$ mellan 2 m och 4 m, antal observationer och andel (%)					
	0,1 – 1,9 dB	2,0 – 3,9 dB	4,0 – 5,9 dB	6 – 7,9 dB	8 – 9,9 dB	10 – 11,5 dB
Töreboda	97 (45)	85 (39)	28 (13)	6 (3)	–	–
Falköping	192 (63)	93 (30)	17 (6)	–	–	–
Kungsbacka	37 (17)	72 (33)	43 (20)	37 (17)	17 (8)	12 (5)
Alingsås	70 (29)	154 (64)	17 (7)	–	–	–

3.2 Jämförelser mellan allmän störning av tågbuller och bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för områden med svaga vibrationer (Töreboda, Falköping) och starka vibrationer (Kungsbacka, Alingsås)

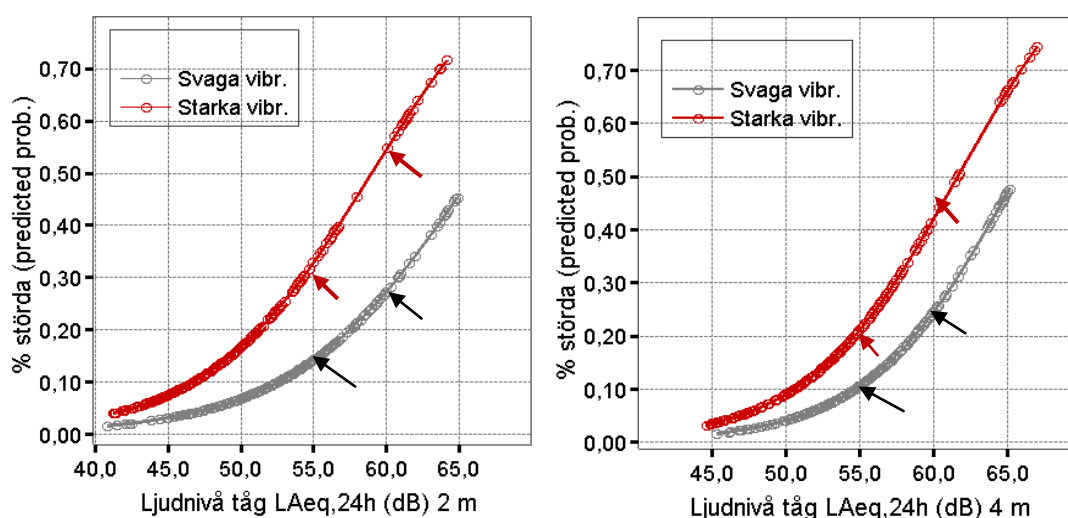
Sambandet mellan bullernivå ($L_{Aeq,24h}$ dB) beräknad på 2 m respektive 4 m och allmän störning av tågbuller (% som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda) analyserades med binär logistisk regression (se tabell 2 och figur 2). Då bullernivån från tåg beräknas på 2 m höjd medför varje ökning av bullernivån (kontinuerlig variabel) med 1 dB en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,18 gånger eller 18 % (OR=1,18; 95 % konfidensintervall=1,10-1,25) i områden med svaga vibrationer och med i genomsnitt 1,19 gånger eller 19 % (OR=1,19; 95 % konfidensintervall=1,14-1,25) i områden med starka vibrationer.

Tabell 2. Resultat av logistisk regression för predicering av andel störda utifrån $L_{Aeq,24h}$ beräknat på 2 m och 4 m höjd i områden med svaga och starka vibrationer.

Svaga vibrationer	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR Oddsquot Exp(B)	95 % konfidensintervall (CI)	
							Nedre	Övre
$L_{Aeq,24h}$ (dB) 2 m höjd	0,162	0,032	25,27	1	0,000	<u>1,18</u>	1,104	1,253
$L_{Aeq,24h}$ (dB) 4 m höjd	0,200	0,036	30,34	1	0,000	<u>1,22</u>	1,138	1,312

Starka vibrationer	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR Oddsquot Exp(B)	95 % konfidensintervall (CI)	
							Nedre	Övre
$L_{Aeq,24h}$ (dB) 2 m höjd	0,178	0,024	54,53	1	0,000	<u>1,19</u>	1,140	1,253
$L_{Aeq,24h}$ (dB) 4 m höjd	0,198	0,028	51,51	1	0,000	<u>1,22</u>	1,155	1,287

Då bullernivån från tåg beräknats på 4 m höjd medför varje ökning med 1 dB en ökning av oddset för att vara störd med i genomsnitt 22 % (OR=1,22; 95 % konfidensintervall=1,14-1,31 respektive 1,16-1,29) såväl för områden med svaga och områden med starka vibrationer. I figur 2 visas dos-respons sambandet mellan störning av tågbuller och bullernivå beräknad på 2 m respektive 4 m höjd och uppdelat på områden med svaga respektive starka vibrationer och i tabell 3 visas predicerad sannolikhet för andel störda för vissa ljudnivåer.



Figur 2. Predicerad sannolikhet för andel störda av tågbuller som funktion av ljudnivå från tåg i $L_{Aeq,24h}$ beräknat 2 m över mark (vänster) respektive 4 m över mark (höger) för områden med svaga (grå kurva) respektive starka vibrationer (röd kurva).

I områdena Töreboda och Falköping med svaga vibrationer (grå kurvor) är sambandet mellan predicerad sannolikhet för andel störda och ljudnivå likartat oavsett om ljudnivån beräknats på 2 m (vänster figur) eller 4 m höjd över mark (höger figur). En skattning utifrån kurvorna i figurerna ger en något högre andel störda (ca 3 procentenheter) vid ljudnivåerna 55 och 60 dB för $L_{Aeq,24h}$ 2 m (13 % och 28 % störda) än vid motsvarande ljudnivåer beräknade 4 m över mark (10 % och 25 % störda).

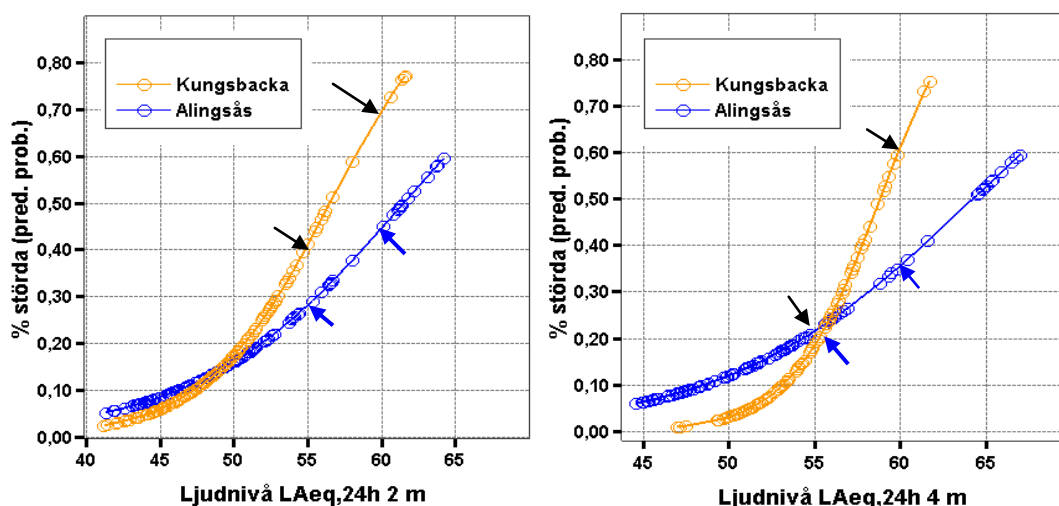
I områdena Alingsås och Kungsbacka med starka vibrationer (röda kurvor) är sambandet mellan predicerad sannolikhet för andel störda och ljudnivå olika då ljudnivån beräknats på 2 respektive på 4 m höjd över mark. En skattning utifrån kurvorna i figurerna ger en högre andel störda (ca 10 procentenheter) vid ljudnivåerna $L_{Aeq,24h}$ 55 och 60 dB då ljudnivån beräknats på 2 m över mark (32 % respektive 55 % störda) än vid motsvarande ljudnivåer då ljudnivån beräknats på 4 m över mark (20 % respektive 45 % störda).

Tabell 3. Predicerad sannolikhet av andel störda (%) vid olika ljudnivåer beräknade på 2 m och 4 m över mark för områden med svaga respektive starka vibrationer.

Predicerat sannolikhet av andel störda (%)	Ljudnivå $L_{Aeq,24 h}$ dB				
	45 dB	50 dB	55 dB	60 dB	65 dB
	<i>Områden med svaga vibrationer</i>				
2 m över mark	4	8	13	28	45
4 m över mark	2	5	10	25	48
	<i>Områden med starka vibrationer</i>				
2 m över mark	8	17	32	55	74
4 m över mark	4	10	20	45	67

En förklaring till att sambanden mellan andel störda och ljudnivå i områden med starka vibrationer är olika då ljudnivån beräknats på olika höjd över mark (2 respektive 4 m) skulle kunna vara att i undersökningsområdet i Alingsås finns en bullerskärm vilket inte är fallet i de övriga tre undersökningsområdena. En logistisk regressionsanalys gjordes därför separat för undersökningsområdena i Alingsås och Kungsbacka (se figur 3).

Som framgår av figur 3 är det Kungsbacka och inte Alingsås som skiljer sig från Töreboda/Falköping. I Kungsbacka är lutningen på kurvan för samband mellan predicerad sannolikhet av andel störda och bullernivå brantare och skillnaden i andel störda vid samma ljudnivå men beräknad på 2 respektive 4 m höjd är större. Detta beror på att beräkningarna av ljudnivå på 2 och 4 m höjd i Kungsbacka uppvisar stora skillnader för ett stort antal observationer (se tabell 1).



Figur 3. Predicerad sannolikhet för andel störda av tågbuller som funktion av ljudnivå från tåg i $L_{Aeq,24h}$ beräknat för 2 m över mark (vänster) respektive 4 m över mark (höger) för Kungsbacka (orange kurva) respektive Alingsås (blå kurva).

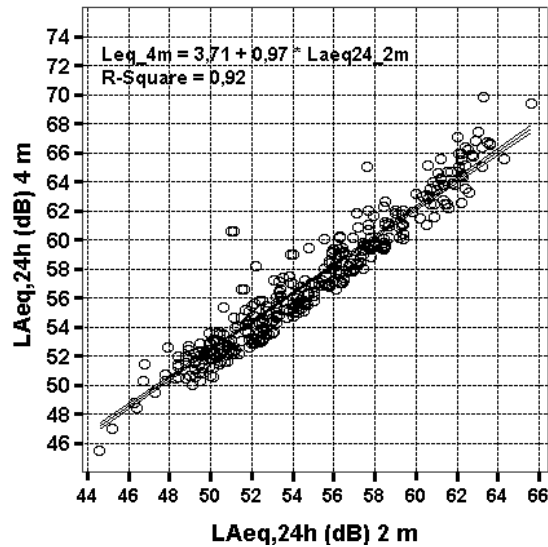
I område Alingsås (blå kurvor) är sambandet mellan predicerad sannolikhet för andel störda och ljudnivå olika då ljudnivån beräknats på 2 respektive på 4 m höjd över mark. En skattning utifrån kurvorna i figurerna ger en högre andel störda (ca 8 – 10 procentenheter) vid ljudnivåerna $L_{Aeq,24h}$ 55 och 60 dB då ljudnivån beräknats på 2 m höjd (28 respektive 45 % störda) än vid motsvarande ljudnivåer då ljudnivån beräknats på 4 m över mark (20 respektive 35 % störda).

I område Kungsbacka (orange kurvor) är sambandet mellan predicerad sannolikhet för andel störda och ljudnivå olika då ljudnivån beräknats på 2 respektive på 4 m höjd över mark. En skattning utifrån kurvorna i figurerna ger en högre andel störda (ca 10 – 20 procentenheter) vid ljudnivåerna $L_{Aeq,24h}$ 55 och 60 dB då ljudnivån beräknats på 2 m höjd (40 respektive 70 % störda) än vid motsvarande ljudnivåer då ljudnivån beräknats på 4 m över mark (20 respektive 60 % störda).

3.3 Jämförelser mellan bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för Sollentunaområdet

Ljudnivåer från tåg i undersökningsområdet i Sollentuna har beräknats på nivån 2 m över mark och på nivån 4 m över mark. Undersökningsområdet omfattar tre delområden – Helenelund längst i söder, Häggvik samt Norrvik. I hela undersökningsområdet finns en bullerskärm utmed båda sidor av järnvägen. Skärmen som uppfördes år 1995 är utförd i trä och skärmhöjden varierar från 2,1 till 4,7 m över mark på mottagarsidan. En skärmhöjd på 3,8 m över rälsöverkant har använts vid beräkning av ljudnivåer från tåg.

I figur 4 visas jämförelser mellan ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) beräknad för 2 m över mark respektive för 4 m över mark (se även tabell 4).



Figur 4. Jämförelser mellan ljudnivå i $L_{Aeq,24h}$ beräknad 2 m över mark och 4 m över mark.

Det fanns ett starkt samband mellan ljudnivå beräknad på 2 och på 4 m över mark ($r^2=0,92$). Den beräknade ljudnivån på 4 m höjd var högre än den beräknade ljudnivån på 2 m höjd. Skillnaden (medeltal) i ljudnivå $L_{Aeq,24h}$ dB var 2,3 dB (SD=1,23, min-max=0,40-9,60). Överlag var den beräknade ljudnivån 4 m över mark upp till ca 4 dB högre än 2 m över mark. I enstaka fall var den beräknade ljudnivån på 4 m höjd mellan 6 och 9,6 dB högre än på 2 m höjd.

Tabell 4. Differens i ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) beräknad på 2 respektive 4 m höjd för Sollentuna.

	Differens $L_{Aeq,24h}$ mellan 2 m och 4 m över mark, antal observationer och andel (%)					
	0,1 – 1,9 dB	2,0 – 3,9 dB	4,0 – 5,9 dB	6 – 7,9 dB	8 – 9,9 dB	10 – 11,5 dB
Sollentuna	340 (48)	304 (42)	62 (9)	7 (1)	2 (0,3)	–

3.4 Jämförelser mellan allmän störning av tågbuller och bullernivå beräknad på 2 m respektive på 4 m höjd över mark för Sollentunaområdet

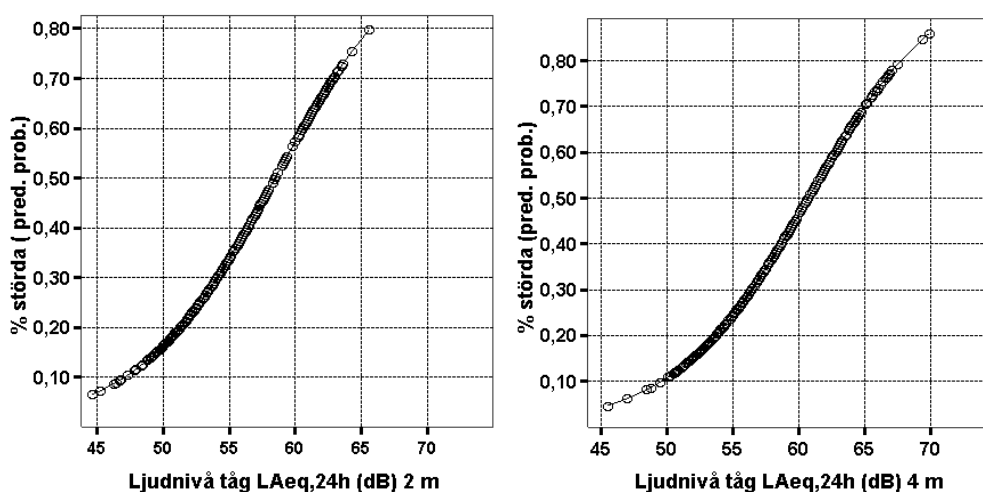
Tabell 5 visar resultat av analyser med logistisk regression hur andelen störda av tågbuller förändras då ljudnivån ökar med 1 dB.

Tabell 5. Resultat av logistisk regression för predicering av andel störda utifrån $L_{Aeq,24h}$ beräknat på 2 m och 4 m över mark för Sollentuna.

Bullerexponering	B	S.E.	Wald	df	Sig.	OR	95 % konfidensintervall (CI)	
						Oddsquot Exp(B)	Nedre	Övre
2 m $L_{Aeq,24h}$ (dB)	0,193	0,021	80,60	1	0,000	1,21	1,163	1,265
4 m $L_{Aeq,24h}$ (dB)	0,198	0,021	85,98	1	0,000	1,22	1,169	1,271

Då bullernivån från tåg beräknats på 2 m höjd medför varje ökning av bullernivån med 1 dB en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,21 gånger eller med 21 % (OR=1,21; 95 % konfidensintervall=1,16-1,26). Då ljudnivån beräknats på 4 m höjd medför varje ökning med 1 dB en ökning av oddset för att vara störd med i genomsnitt 1,22 gånger eller med 22 % (OR=1,22; 95 % konfidensintervall=1,17-1,27).

Samband mellan andel störda av tågbuller och ljudnivå beräknad på 2 m respektive 4 m höjd över mark för Sollentuna visas i figur 5 (se även tabell 6). Som framgår av figurerna är lutningen på kurvan för den predicerade sannolikheten av andel störda något brantare i vänster figur (ljudnivå 2 m över mark), dvs. ökningen i andel störda med ökad ljudnivå är något större då ljudnivån är beräknad 2 m över mark än då ljudnivån är beräknad 4 m över mark.



Figur 5. Predicerad sannolikhet för andel störda av tågbuller som funktion av ljudnivå från tåg i $L_{Aeq,24h}$ beräknat för 2 m över mark (vänster) respektive 4 m över mark (höger) för Sollentuna.

En skattning av andel störda av tågbuller utifrån kurvorna i figurerna redovisas i tabell 6. Andelen störda av tågbuller är högre vid ljudnivåer beräknade på 4 m höjd än vid samma ljudnivå beräknad vid 2 m höjd. Som mest skiljer det mellan 13 procentenheter (58 respektive 45 % störda vid 60 dB) och som minst ca 3 procentenheter vid (8 respektive 5 procentenheter vid 45 dB).

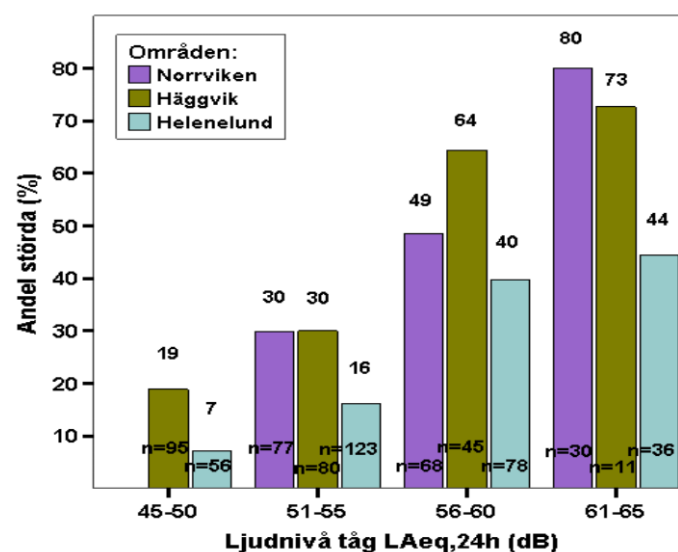
Tabell 6. Predicerad sannolikhet av andel störda (%) vid olika ljudnivåer beräknade på 2 m och 4 m över mark för Sollentuna.

Predicerat andel störda (%)	Ljudnivå $L_{Aeq,24 h}$ dB					
	45 dB	50 dB	55 dB	60 dB	65 dB	70 dB
2 m över mark	8	17	35	58	77	–
4 m över mark	5	10	25	45	70	87

3.5 Jämförelser av samband mellan allmän störning av buller och bullernivå beräknad på 2 m respektive 4 m höjd för bostäder med olika antal våningsplan för delområdena i Sollentuna

I analyser av dos-respons samband mellan tågbuller och olika upplevda effekter använde vi inom TVANE-projektet endast bullernivå beräknad på 2 m höjd över mark. För detaljerade analyser av dos-respons samband vore det mer relevant att basera analyser på bullernivå beräknad i höjd med varje våningsplan vid analys av upplevda effekter då man vistas inne i bostaden. Detaljerade beräkningar av bullernivån görs dock av *kostnadsskäl bara undantagsvis* i socio-akustiska undersökningar t.ex. i studier inom forskningsprogrammet "Ljudlandskap för bättre hälsa" (se Öhrström *et al.*, 2006).

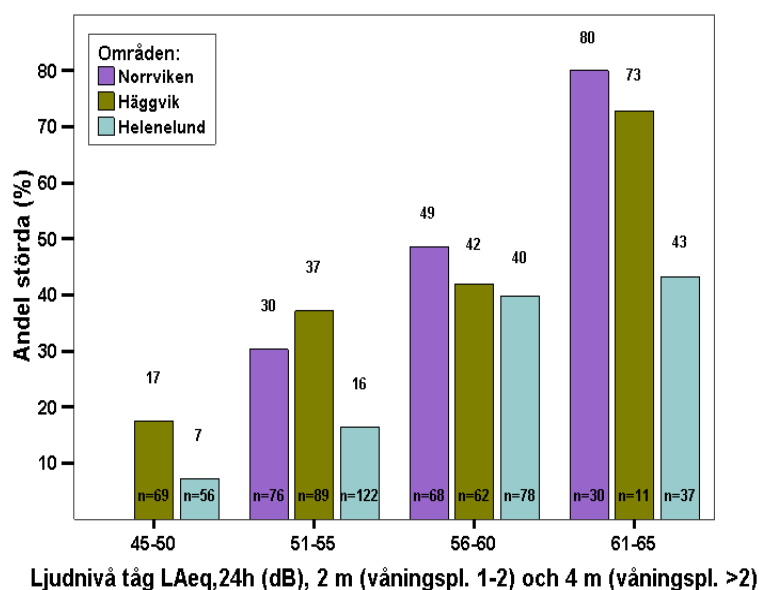
För Sollentunaområdet skilde sig störning av buller åt i de olika delområdena, Helenelund, Häggvik och Norrviken (figur 6). Andelen störda av tågbuller är avsevärt högre i Norrviken och i Häggvik än i Helenelund, framför allt i de tre högsta ljudnivåkategorierna (jämför t.ex. 64 % störda i Häggvik och 40 % störda i Helenelund vid $L_{Aeq,24h}$ 56-60 dB).



Figur 6. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i de olika delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund i relation till ljudnivå $L_{Aeq,24h}$ (dB) beräknat på 2 m över mark.

För att finna förklaringar till dessa skillnader i störning av tågbuller mellan de olika delområdena gjordes en rad analyser, bl.a. huruvida skillnader i störning vid samma bullernivå kan bero på vilken våning som bostaden är belägen. I ett av områdena, Häggvik bodde en avsevärt högre andel av deltagarna i undersökningen i flervåningshus än i de övriga två områdena (73 jämfört med 3 respektive 7 %).

I analyserna tilldelades de som bodde på våningsplan 1-2 det ljudnivåvärde som beräknats för 2 m höjd och de personer som bodde från våningsplan 3 eller högre tilldelades det ljudnivåvärde som beräknats på 4 m höjd (figur 7).



Figur 7. Andel störda (%) av buller från tågtrafik i de olika delområdena Norrviken, Häggvik och Helenelund i relation till ljudnivå $L_{Aeq,24h}$ (dB) beräknat på 2 m över mark för personer boende på våningsplan 1-2 och beräknat på 4 m över mark för personer boende på våningsplan 3-9.

Då ljudnivån beräknats på 4 m får de som bor på högre våningsplan (våning 3 och högre) ett högre ljudnivåvärde och flyttas upp i högre ljudnivåkategorier. I två av områdena (Norrsviken och Helenelund) påverkas inte fördelningen av antalet personer mellan de olika ljudnivåkategorierna. Däremot i området Häggvik minskar antalet personer från 95 till 69 personer i kategorin 45-50 dB, och ökar i kategorierna 51-55 dB och 56-60 dB (se figur 6 och 7). Som framgår av figuren ovan samt av tabell 7 minskar skillnaderna i störning mellan området Häggvik och de övriga delområdena i kategorin $L_{Aeq,24h}$ 56-60 dB då bullernivån för högre våningsplan angetts som ljudnivå beräknad på 4 m istället för på 2 m (en skillnad mellan Norrviken och Häggvik på 7 %-enheter jämfört med 15 %-enheter). Samtidigt ökar skillnaderna i störning något i kategorin 51-55 dB.

Tabell 7. Andel störda (%) för olika delområden och ljudnivåkategorier baserade på ljudnivåer beräknade på 2 m höjd för samtliga bostäder respektive ljudnivåkategorier baserade på ljudnivå 2 m för våningsplan 1-2 och ljudnivå 4 m för våningsplan 3 och högre.

	Andel störda (%) vid olika ljudnivåer i $L_{Aeq,24h}$											
	45 -50 dB			51-55 dB			56-60 dB			61-65 dB		
Andel störda (%)	Norr	Häg	Hel	Norr	Häg	Hel	Norr	Häg	Hel	Norr	Häg	Hel
Ljudnivå 2 m över mark	-	19	7	30	30	16	49	64	40	80	73	44
Ljudnivå 2 & 4 m över mark	-	17	7	30	37	16	49	42	40	80	73	43
Differens		2	0	0	7	0	0	22	0	0	0	1

4. Sammanfattande kommentarer

Hur stor är skillnaden i ljudnivå från tåg beräknad på 2 m respektive 4 m höjd över mark?

Ljudnivån beräknad på 4 m höjd var högre än ljudnivån beräknad på 2 m höjd. Skillnaderna i ekvivalent ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) vid 4 m och 2 m höjd varierade mellan 1,6 och 2,5 dB i medeltal i fyra av de fem undersökningsområdena. I Kungsbackaområdet var ljudnivån i medeltal 4,6 dB högre på beräkningshöjden 4 m än på 2 m och för närmare en tredjedel av fallen var skillnaden stor, mellan 6 och 11,5 dB.

Skillnaden i beräknad nivå mellan 2 m och 4 m höjd beror delvis på skillnad i markdämpning men framförallt skillnad i skärmning av terrängen och byggnader nära mottagaren. Dessa effekter blir mer uttalade på långa avstånd. En förklaring till de stora skillnaderna i Kungsbackaområdet är att avstånden är långa och det förekommer skärmning av både terräng och huskroppar i stora delar av området. Detta räcker dock inte för att förklara hela skillnaden utan resultatet påverkas också av exakt hur den använda programvaran hanterar den tredimensionella miljön med skärmningseffekter, reflexer i mark och byggnader m.m. Detta diskuteras mer ingående i den mättekniska rapporten (Ögren & Jeresson, 2010).

Hur påverkas dos-respons sambandet mellan bullernivå och olika effekter av tågbuller då ljudnivån beräknats på olika höjd över mark?

I och med att den beräknade ljudnivån från tågtrafiken är högre då den beräknas på 4 m jämfört med då den beräknas på 2 m förskjuts dB-skalan mot högre ljudnivåer vilket medför att andelen störda av tågbuller blir lägre vid t.ex. 55 dB beräknat på 4 m höjd än vid motsvarande ljudnivå beräknat vid 2 höjd över mark.

En skattning utifrån kurvorna i figur 2 (sid 9) ger en något högre andel störda (ca 3 %-enheter) i områdena Töreboda och Falköping vid ljudnivåerna 55 och 60 dB för $L_{Aeq,24h}$ 2 m (13 respektive 28 % störda) än vid motsvarande ljudnivåer beräknade 4 m över mark (10 respektive 25 % störda). I områdena Alingsås och Kungsbacka är andelen störda vid motsvarande ljudnivåer ca 8-20 %-enheter lägre vid 4 m än vid 2 m höjd (sid 11, figur 3) och i Sollentunaområdet är andelen störda beräknade vid 4 m över mark 10 respektive 13 %-enheter lägre vid 55 och 60 dB än vid 2 m över mark (sid 13, figur 5).

Sammantaget visar resultaten att andelen störda i de olika undersökningsområdena är mellan 3 och 20 %-enheter lägre vid en viss ljudnivå om ljudnivån beräknats på 4 m höjd jämfört med om ljudnivån beräknats på 2 m höjd, vilket beror på att den beräknade ljudnivån är högre vid 4 m än vid 2 m.

Vilken beräkningshöjd är mest lämplig?

Det mest korrekta vore att beräkna ljudnivån för det våningsplan som den aktuella bostaden är belägen på. I de flesta fall beräknas dock ljudnivån av kostnadsskäl endast för en nivå över mark (såvida det inte är fråga om detaljplan och bygglovshandlingar). EU-direktivet anger att beräkningar av L_{den} och L_{night} skall avse en beräkningshöjd av 3,8 - 4,2 m och inte på 2 m höjd som är praxis vid användning av den nordiska beräkningsmodellen i olika bullerkartläggningar.

Våra undersökningar visar att det kan skilja mellan 1,6 och ända upp till 11,5 dB i beräknad ljudnivå beroende på om ljudnivån beräknats på 2 eller 4 m höjd. Om bostäderna är 1-plans eller 1½-planshus är 2 m den mest lämpliga beräkningshöjden men om bostadsfastigheten innerhåller många våningsplan är 4 m en lämpligare beräkningshöjd. Figur 6 och 7 samt tabell 7 visar att spridningen i andel störda minskar när ljudnivån för boende i flerfamiljshus på våningsplan 3 och högre har getts ett ljudnivåvärde beräknat på 4 m höjd över mark och boende på våning 1 eller 2 har getts ett ljudnivåvärde beräknat på 2 m höjd.

Del 2:

Antal tåg per maxtimme $>L_{AFmax}$ 70 dB på uteplats

**Analyser och resultat av samband med allmän störning och störning
av samtal, avkoppling och vistelse på uteplats**

1. Bakgrund och syfte

Beslut om riktvärden för buller från tåg och andra transportmedel antogs av riksdagen den 20 mars 1997 (1996/97:TU7). För tågbuller är riktvärdet för ekvivalent ljudnivå ($L_{Aeq,24h}$) 55 dB (frifältsvärde) utomhus vid fasad och riktvärdet för maximal ljudnivå (L_{AFmax}) är 70 dB vid uteplats. Vid åtgärd i järnväg eller annan spåranläggning avser riktvärdet för buller utomhus 55 dB ekvivalentnivå vid uteplats och 60 dB ekvivalentnivå i bostadsområdet i övrigt.

Naturvårdsverket har föreslagit, i avvaktan på ett säkrare bedömningsunderlag, att antalet bullerhändelser inte får överskrida L_{AFmax} 70 dB vid uteplats mer än 5 ggr per maxtimme under dag/kväll (06.00-22.00). Definitionen för maximalnivå anges som följer: *"Med det långsiktiga riktvärdet 70 dBA L_{max} på uteplats avses ett beräknat bullervärde av de mest bullrande fordonen under ett årsmedeldygn. I riktvärdet är fasadreflektionen inkluderad och instrumentställning F (fast) avses. Förslaget avses gälla för bostäder för permanent boende, fritidshus samt vårdlokaler"* (Naturvårdsverket 2001). Enligt praxis tillämpas detta förslag (med undantag för att fasadreflexen *inte* inkluderas) såväl av Banverket som av Vägverket. Naturvårdsverket (2001) skriver i sitt förslag att när det gäller buller på uteplats är det risken för samtalsstörning som i första hand bör beaktas. Vidare sägs (sid. 42) att det inte bara är antalet bullertoppar under en viss tidsperiod som är avgörande utan också längden av den enskilda bullerhändelsen.

I de undersökningar som vi utför inom TVANE-projektet liksom i tidigare undersökningar av effekter av tågbuller (se litteraturstudie Öhrström & Skånberg, 2006) har det framkommit att samtalsstörningar är en kritisk effekt vid exponering för tågbuller vid uteplats. Andra effekter av tågbuller utomhus som studerats är påverkan på avkoppling och möjligheten att kunna vistas utomhus utan att uppleva tågbuller som ett hinder.

Inom TVANE-projektet finns insamlade data från totalt 1695 personer från 5 olika undersökningsområden med uppgifter om L_{AFmax} -nivåer, uteplatsernas läge i förhållande till järnvägen samt olika effekter av tågbuller utomhus på uteplats. Två av de fem tågområdena (Alingsås och Kungsbacka) är belägna i områden där markförhållandena är sådana att tågtrafiken alstrar kraftiga vibrationer. Eftersom vibrationerna bidrar till ökad störning av tågbuller ingår inte dessa områden. Denna rapport beskriver hur data har utnyttjats i analyser av samband mellan antal tågpassager per maxtimme dag/kväll och olika effekter av tågbuller utomhus på uteplats. Syftet med dessa analyser är, som ett första steg, att bidra till ökat kunskapsunderlag för bedömning av sambandet mellan effekter av tågbuller på uteplats och bullerexponering angiven som antal överskridanden per maxtimme över maximalnivån 70 dB. Resultaten av analyserna förväntas även ge kunskaper om vilka effekter och exponeringssituationer som ytterligare behöver belysas, t.ex. i experimentella studier med väl kontrollerade exponeringsförhållanden.

2. Material och metod

2.1 Identifiering av maxtimme och antal tåg per maxtimme

I ett första steg identifierades "maxtimmen" för de tre undersökningsområdena Töreboda, Falköping och Sollentuna. Utöver dygnsfördelning av tågtrafiken för vardagsmedeldygn togs även fram information om typ av tåg under dygnets 24 timmar (se Appendix 3 och Appendix 4).

Tabell 1 visar när under dag/kväll som maxtimmen inträffar i de tre olika undersökningsområdena. I Falköping och Sollentuna förekommer flest tåg mellan kl. 08 och 09 (12 respektive 35 tåg) men eftersom riktvärdet för antal överskridanden av L_{AFmax} 70 dB gäller för uteplats och eftersom det är mest troligt att uteplatsen används på eftermiddag/kväll valdes att ange kl. 17-18 för Falköping respektive kl. 16-17 för

Sollentuna som maxtimme. I Sollentuna förekommer inga godståg under maxtimmen medan mellan 2 och 4 godståg förekommer under maxtimmen i de övriga områdena. I medeltal (se kolumn 6) förekommer 6 tåg per timme under dag/kväll i Töreboda och Falköping, och i medeltal 26 tåg per timme under dag/kväll i Sollentuna.

Tabell 1. Antal tåg per maxtimme och antal tåg under olika tidsperioder i olika undersökningsområden.

Område	Maxtimme infaller kl.	Totalt antal tåg per maxtimme	Antal godståg per maxtimme	Antal tåg dag & kväll (06-22)	Antal tåg i medeltal per timme (06-22)	Antal tåg per natt (22-06)	Antal tåg per dygn
Töreboda	18-19	8	4	98	6	26	124
Falköping	(07-08)	(12)	(2)	98	6	26	124
	17-18	11	4				
Sollentuna	(08-09)	(35)	2	412	26	69	481
	16-17	34	0				

2.2 Identifiering av studiepopulationen

I ett andra steg identifierades antal personer i de tre olika undersökningsområdena som är exponerade för ljudnivåer över riktvärdet L_{AFmax} 70 dB och som har sin på sin uteplats/balkong mot järnvägen. Totalt ingick 1 236 personer (tabell 2), av dessa bodde 746 personer (60 %) i bostäder med L_{AFmax} -nivåer över 70 dB vid mest exponerad sida av bostaden, dvs. mot järnvägen. Som underlag för analyser av samband mellan störning av tågbuller utomhus i relation till antal tågpassager med en ljudnivå över L_{AFmax} 70 dB på uteplats/balkong mot järnväg finns totalt 239 personer.

Den maximala ljudnivån i L_{AFmax} har beräknats för samtliga ingående bostäder på mest exponerad sida (mot järnvägen) i alla undersökningsområden. För personer som bor i flerbostadshus från våningsplan 3 och högre är den maximala ljudnivån angiven i den L_{AFmax} -nivå som beräknats för 4 m höjd. För övriga är L_{AFmax} den nivå som beräknats för 2 m höjd. Av de boende i de tre olika undersökningsområdena som är exponerade för ljudnivåer över riktvärdet L_{AFmax} 70 dB och som har sin på sin uteplats/balkong mot järnvägen har ca 20 % sin bostad på våning 3 eller högre. Dessa har fått en L_{AFmax} -nivå som beräknats för 4 m (se avsnitt 1 om bullernivåer beräknade på 2 m respektive 4 m höjd). Notera att även de med uteplats åt annat håll och som har L_{AFmax} över exempelvis 80 dB kan ha L_{AFmax} -nivåer över 70 dB på sin uteplats. Dessa har inte medtagits i analyserna eftersom det kräver detaljgranskning av varje bostads läge och utformning.

Tabell 2. Antal personer i området, antal personer med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB samt antal personer med uteplats mot järnväg i de olika undersökningsområdena.

Område	Totalt antal tåg per maxtimme	Antal personer i området	Antal personer med $L_{AFmax} > 70$ dB ^{*)}	Antal personer med $L_{AFmax} > 70$ dB och uteplats/balkong mot järnväg
Töreboda	8	216	134	21
Falköping	11	305	156	31
Sollentuna	34	715	456	187
Totalt	–	1 236	746	239

^{*)} avser ljudnivåer från 70,5 dB

Områdena Töreboda och Falköping har ungefär samma antal tåg per maxtimme och slås därför samman till ett område med lågt antal tågpassager (ca 10 tåg/maxtimme) och Sollentuna (mest trafikerade järnvägen i landet) med 34 tåg per maxtimme utgör ett område (se tabell 3).

Tabell 3. Antal personer med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB med uteplats mot järnväg uppdelat på olika ljudnivåkategorier i L_{AFmax} i olika undersökningsområden.

Område	Totalt antal tåg per maxtimme	Antal personer med $L_{AFmax} > 70$ dB uteplats mot jvg.	Antal personer med $L_{AFmax} > 70$ dB + uteplats mot jvg.		
			L_{AFmax} 71-75 dB	L_{AFmax} 76-80 dB	L_{AFmax} 81-85 dB
Töreboda, Falköping	10 (8, 11)	52	20	18	14
Sollentuna	34	187	38	112	37
Totalt	–	239	58	130	51

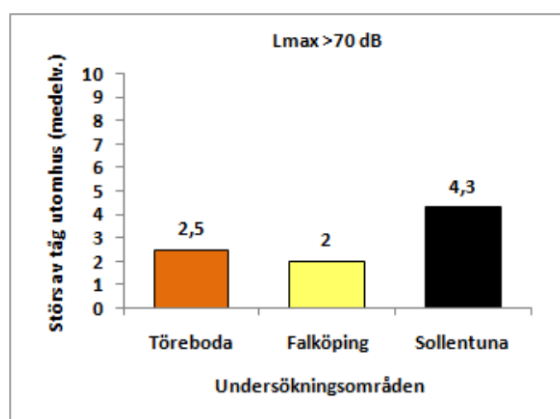
2.3 Utvärdering av effekter av tågbuller

I de olika fältstudierna inom TVANE-projektet har effekter av tågbuller utvärderats med frågor om allmän störning, störning i specifika situationer (inomhus med stängt respektive med öppet fönster samt utomhus) samt frågor om påverkan av tågbuller på olika aktiviteter i de tre nämnda specifika situationerna. De resultat som redovisas i denna rapport är baserade på analyser av **allmän störning** (mätt med 5-gradig kategoriskala "inte alls störd" till "oerhört mycket störd") samt **störning utomhus** mätt med en numerisk 11-gradig skala med ändpunkterna 0="inte alls störande" till 10="oerhört störande". *Frågan lyder: "När Du vistas utomhus, strax utanför bostaden (om Du tänker på de senaste 12 månaderna) hur störd eller besvärad är Du av buller från tåg".*

Tre frågor i frågeformuläret behandlade påverkan på olika aktiviteter utomhus (**störning av samtal, avkoppling samt utevistelse**). Dessa frågor bestod av två delar och var formulerade som följer. "För det första (1) undrar vi Hur ofta (under de senaste 12 månaderna) anser Du att buller från tåg stör på något sätt när Du vistas utomhus, strax utanför bostaden. Om Du svarat Ibland eller Ofta undrar vi för det andra (2) Hur störande eller besvärande Du tycker att detta är". På frågan "Hur ofta" var svarsalternativen "aldrig"= 0, "ibland"= 1, "ofta"= 2. På frågan "Hur störande eller besvärande" det är att bullret försvårar olika aktiviteter var svarsalternativen "inte särskilt"= 2, "ganska"= 3 och "mycket"= 4. Värdet på de två delfrågorna adderades i ett summamått, som kan anta värden mellan 0 och 6. Personer med summamåttet >3 klassas som påverkade av buller. De som har svarat "Ja ibland" i kombination med "ganska" eller "mycket störande/besvärande" har fått summamåttet 4 respektive 5. De som har svarat "Ja ofta" i kombination med "inte särskilt", "ganska" eller "mycket störande/besvärande" har fått summamåttet 4, 5 respektive 6.

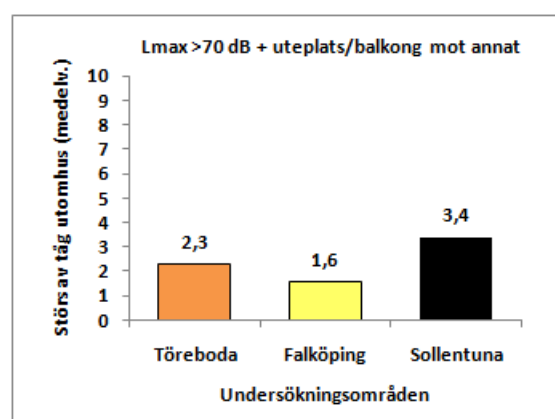
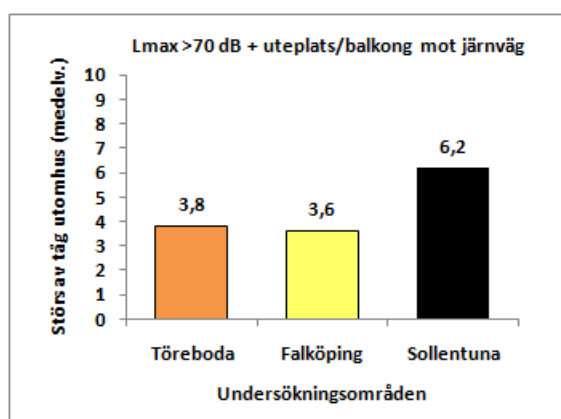
3. Resultat

Uteplatsens/balkongens läge i förhållande till järnvägen har mycket stor betydelse för hur störande man upplever att buller från tågtrafiken är. Detta gäller såväl allmän störning mätt med den ISO-standardiserade frågan om "störning hemma" som störning mätt med en specifik fråga om "störning utomhus". Figur 2 visar upplevelse av störning utomhus av tågbuller angivet som medelvärde på den 11-gradiga skalan för boende med en L_{AFmax} -nivå över 70 dB uppdelat på de tre undersökningsområdena. I Töreboda och Falköping är graden av störning ungefärligt lika (medelvärde 2-2,5), men i Sollentuna är störningen omkring dubbelt så hög (medelvärde 4,3).



Figur 2. Störning av tågbuller utomhus (medelvärde skala 0-10) för boende med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB uppdelat på Töreboda, Falköping och Sollentuna.

Figur 3 (vänster) visar störning när uteplatsen/balkongen vetter mot järnväg och den högra figuren visar störning när uteplatsen/balkongen vetter mot annat (gård, väg, annat). Av figuren framgår att störningen är upp till 2 gånger högre i de olika delområdena bland boende med uteplats mot järnväg jämfört med de som har uteplats mot annat (gård, väg, annat). Mest störda är boende i Sollentuna.

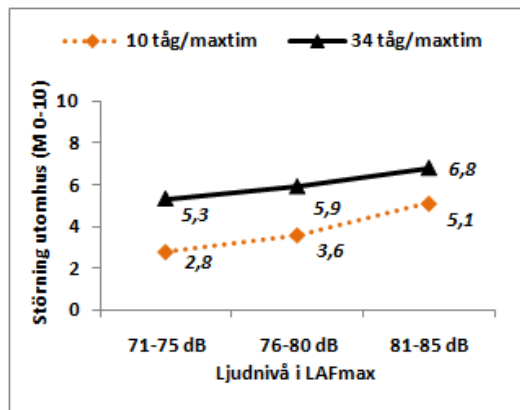


Figur 3. Störning av tågbuller utomhus (medelvärde skala 0-10) för boende med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB. Vänster figur visar störning för de som har uteplatsen/balkongen mot järnväg och höger figur för de som har uteplatsen/balkongen åt annat håll uppdelat på Töreboda, Falköping och Sollentuna.

Den fortsatta redovisningen av resultat över störning av tågbuller utomhus samt störning av tågbuller vid samtal, avkoppling och utevistelse görs uppdelat på två områden baserat på antal tåg/maxtimme (10 tåg/maxtimme=Töreboda/Falköping och 34 tåg/maxtimme=Sollentuna) och baserat på tre kategorier för maximal ljudnivå L_{AFmax} (71-75, 76-80 och 81-85 dB).

3.1 Störning av tågbuller utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg

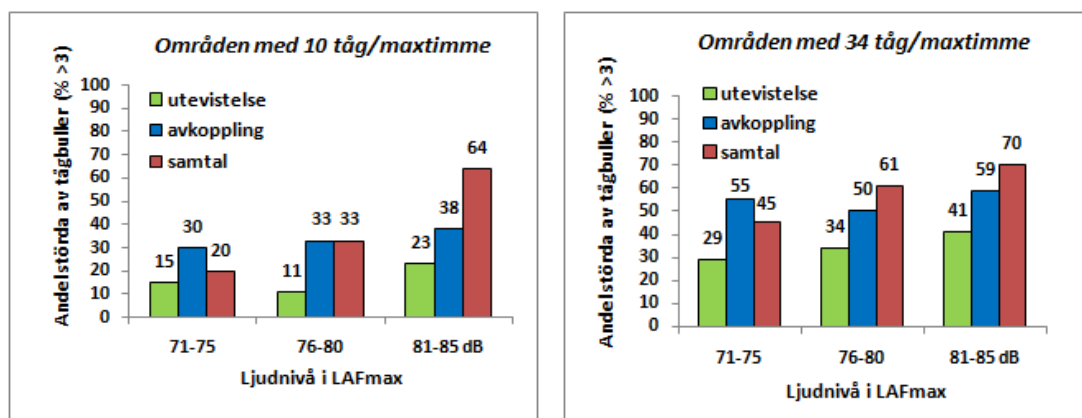
Figur 4 visar att störning av tågbuller (medelvärde 11-gradig skala) vid 10 respektive 34 antal tåg/maxtimme ökar med ökad L_{AFmax} -nivå. Störningen är genomgående högre i området med 34 tåg/maxtimme (svart linje) jämfört med 10 tåg/maxtimme (orange linje). Skillnaden i störning mellan de två områdena är störst vid den lägsta L_{AFmax} -kategorin (71-75 dB) – nästan 2 gånger högre i området med 34 tåg/maxtimme jämfört med 10 tåg/maxtimme. Vid högre L_{AFmax} -nivåer minskar dock skillnaden i störning mellan de två områdena.



Figur 4. Störning av tågbuller utomhus (medelvärde skala 0-10) för boende med uteplats/balkong mot järnväg i relation till tre L_{AFmax} -kategorier över 70 dB vid 10 respektive 34 antal tåg/maxtimme.

3.2 Störning av tågbuller vid olika aktiviteter utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg

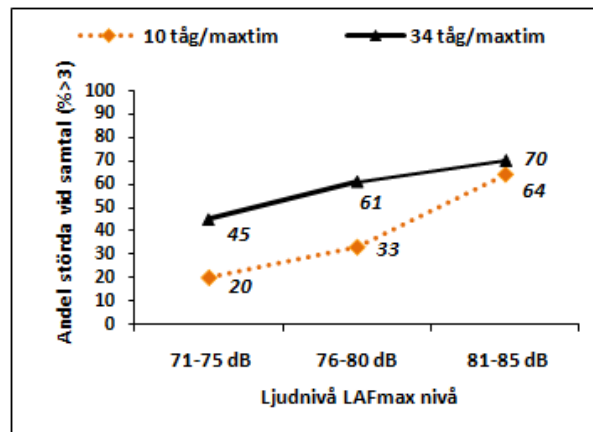
Av de tre utomhusaktiviteter som studerats (samtal, avkoppling och utevistelse) är samtal i överlag den aktivitet som påverkas mest av tågbuller (se figur 5). I den högsta L_{AFmax} -kategorin (81-85 dB) är mellan 64 och 70 % störda vid samtal utomhus, 38 och 59 % är störda vid avkoppling och mellan 23 och 41 % anger att de inte vistas på sin uteplats/balkong så ofta som de skulle vilja p.g.a. tågbuller (figur 5). I området med 34 tåg/maxtimme är andelen störda generellt högre än i områden med 10 tåg/maxtimme. I nästa avsnitt jämförs de två tåg/maxtimme-områdena mer ingående vad gäller varje utomhusaktivitet.



Figur 5. Störning av tågbuller (andel i % >3) vid olika aktiviteter utomhus (samtal, avkoppling, utevistelse) för boende med balkong/uteplats mot järnväg i relation till olika L_{AFmax} -kategorier över 70 dB för områden med olika antal tåg per maxtimme (vänster figur 10 tåg/maxtimme och höger figur 34 tåg/maxtimme).

3.2.1 Störning av tågbuller vid samtal utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg

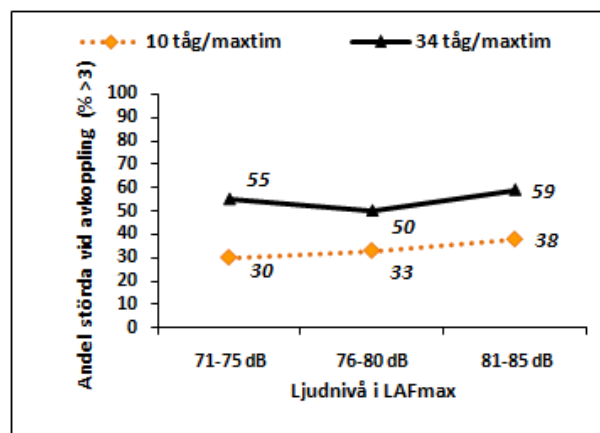
Figur 6 visar att andelen samtalsstörda (% >3) vid 10 respektive 34 antal tåg/maxtimme ökar med ökad L_{AFmax} -nivå. Störningen är genomgående högre bland boende i området med 34 tåg (svart linje) jämfört med områden med 10 tåg (orange linje) och störst skillnad (ca 26 %-enheter) återfinns vid L_{AFmax} -nivåer lägre än 81 dB. Vid högre maximalnivåer (81-85 dB) är dock andelen samtalsstörda nästan lika stor i de två områdena (70 respektive 64 %).



Figur 6. Störning av tågbuller vid samtal utomhus (andel i % >3) för boende med balkong/uteplats mot järnväg i relation till tre L_{AFmax} -kategorier över 70 dB vid 10 respektive 34 antal tåg/maxtimme.

3.2.2 Störning av tågbuller vid avkoppling utomhus i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg

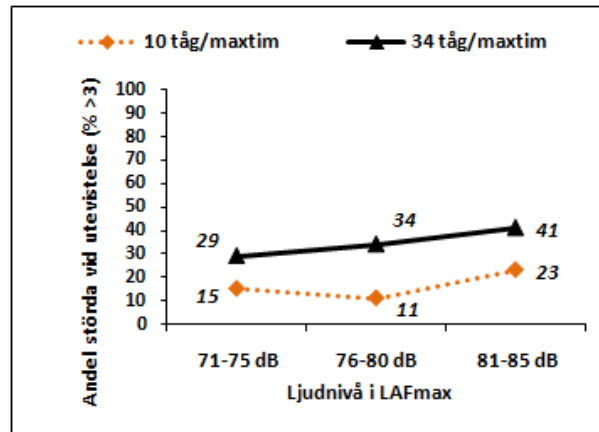
Figur 7 visar att många är störda vid avkoppling utomhus (mellan 30 och 59 %). Störningen är genomgående högre bland boende i området med 34 tåg (svart linje) jämfört med områden med 10 tåg (orange linje) och störst skillnad (ca 25 %-enheter) återfinns i L_{AFmax} -kategorin 71-75 dB (55 respektive 30 %). Andelen störda av tågbuller vid avkoppling ökar dock inte nämnvärt med ökande L_{AFmax} -nivå i något av områdena.



Figur 7. Störning av tågbuller vid avkoppling utomhus (andel i % >3) för boende med balkong/uteplats mot järnväg i relation till tre L_{AFmax} -kategorier över 70 dB vid 10 respektive 34 antal tåg/maxtimme.

3.2.3 Störning av tågbuller vid utevistelse i relation till maximala ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och antal tåg per maxtimme för boende med uteplats/balkong mot järnväg

Det var generellt färre som angav att tågbuller påverkade utevistelse så att man inte vistades ute så ofta som man skulle vilja än som stördes av tågbuller under samtal och avkoppling utomhus (fig. 8).



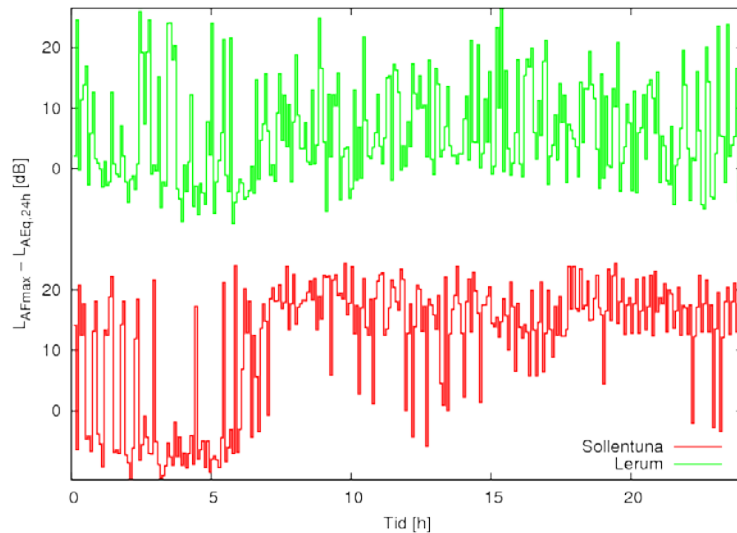
Figur 8. Störning av tågbuller vid utevistelse (andel i % >3) för boende med balkong/uteplats mot järnväg i relation till tre L_{AFmax} -kategorier över 70 dB vid 10 respektive 34 antal tåg/maxtimme.

Det är framför allt vid de högsta maximala ljudnivåerna (81-85 dB) som tågbuller upplevs som störande (23 respektive 41 %) och ett hinder för utevistelse (figur 8). Störningen är återigen genomgående högre bland boende i området med 34 tåg (svart linje) jämfört med områden med 10 tåg (orange linje) och störst skillnad (23 %-enheter) återfinns i L_{AFmax} -kategorin 76-80 dB (34 respektive 11 %).

3.3 Bestämning av spridning i maximal bullernivå

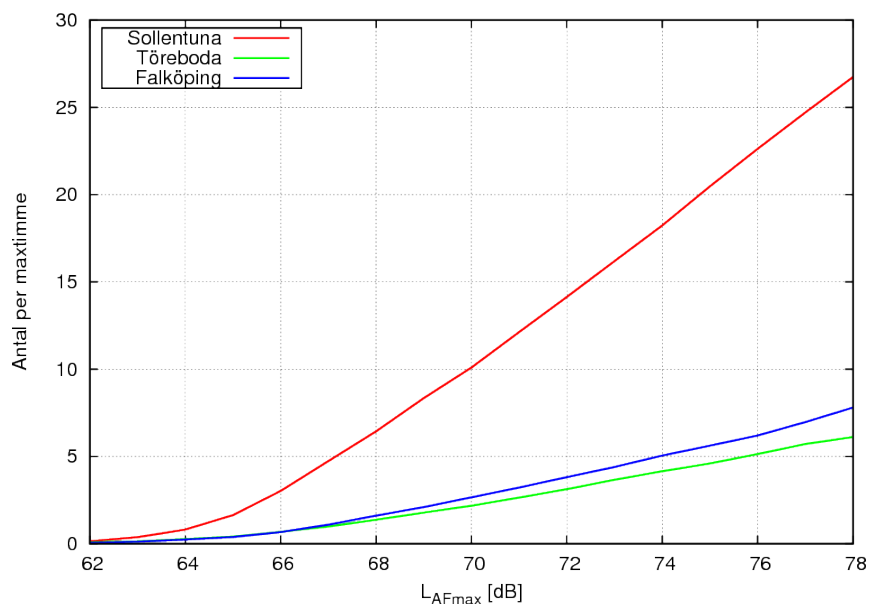
Den maximala nivån har beräknats för samtliga bostäder som ingår i våra enkätundersökningar, men den maximala nivån enligt den nordiska beräkningsmetoden säger ingenting om hur ofta den uppträder. I områden med hög trafik är det rimligt att anta att höga nivåer uppträder oftare, men den maximala nivån i beräkningsmetodens mening är densamma eftersom den inte beror på trafikflödet utan bara på hastigheten och den maximala längden hos den bullrigaste förekommande tågtypen.

För att försöka beskriva sannolikheten att ett visst antal toppar över en viss nivå förekommer (t.ex. antalet över 70 dB) gjordes två serier med långtidsmätningar, en i Lerum och en i Sollentuna. Mätningarna och analysen av resultaten presenteras mer i detalj i Ögren och Jerson (2010). Ett exempel på hur den maximala nivån ser ut i intervall om fem minuter presenteras i figur 9. Under dagtid i Sollentuna finns det väldigt få perioder om fem minuter där man inte har en eller flera tågpassager som är åtminstone 10 dB starkare än den ekvivalenta nivån. I Lerum däremot förekommer tysta perioder ibland även under dag och kväll. En annan tydlig skillnad är godstrafiken under natten som är vanligare i Lerum.



Figur 9. Typiskt mätdygn i Sollentuna och Lerum, L_{AFmax} i intervall om fem minuter.

I den nordiska beräkningsmodellen (Jonasson & Nielsen, 1996) räknas varje passage av en viss tågtyp som lika bullrig förutsatt att hastighet och längd är densamma. I verkligheten varierar inte bara hastighet och längd, utan även bulleregenskaper hos hjul, fläktar osv. Under det enkla antagandet att dessa variationer tillsammans ger upphov till en normalfördelad spridning i bullernivå kan man beräkna sannolikheten att ett visst antal passager överstiger en viss nivå. Detta gjordes genom att jämföra den uppmätta spridningen i maximalnivå med en teoretiskt beräknad, detaljerna presenteras i Ögren och Jerson (2010). En sammanställning av dessa sannolikhetsfunktioner för Töreboda, Falköping och Sollentuna ges i figur 10. Dessa har sedan använts för att i varje beräkningspunkt i materialet också beräkna hur många passager som överstiger 70 dB, vilket ligger till grund för nedanstående analyser. Antalet beräkningspunkter som faller i respektive kategori i beräknad L_{AFmax} och antal passager över 70 dB finns återgivet i tabell 4 och 5.



Figur 10. Beräknat antal passager som överstiger 70 dB vid maxitimme som funktion av beräknad L_{AFmax} .

Tabell 4. Töreboda/Falköping (n=521): Fördelning av antal tågpassager per maxtimme i olika L_{AFmax} -kategorier. Antal personer och andel (%) av n inom parentes.

Antal tågpassager	L_{AFmax} dB					Totalt
	58*-65	66-70	71-75	76-80	81-85	
0-4	33 (6)	210 (40)	139 (27)	0	0	382
5-9	0	0	45 (9)	69 (13)	21 (4)	135
10-14	0	0	0	0	4 (0,73)	4
Totalt	33	210	184	69	25	521

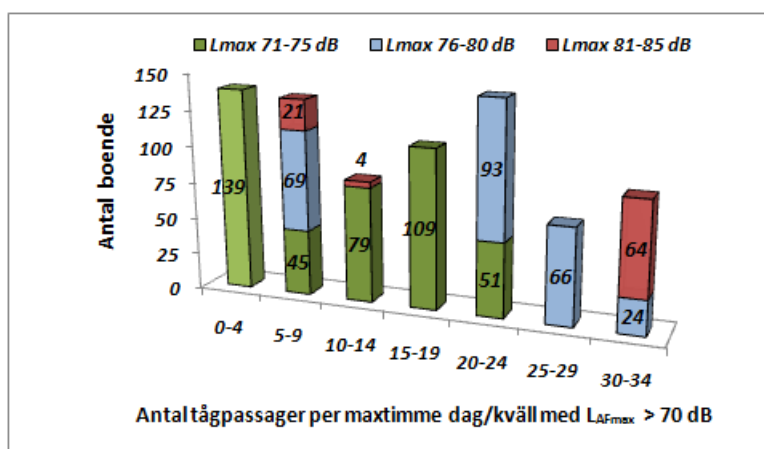
* 58 dB var den lägsta L_{AFmax} -nivån som förekom.

Tabell 5. Sollentuna (n=715): Fördelning av antal tågpassager per maxtimme i olika L_{AFmax} -kategorier. Antal personer och andel (%) av n inom parentes.

Antal tågpassager	L_{AFmax} dB					Totalt
	58*-65	66-70	71-75	76-80	81-85	
0-4	47 (7)	32 (5)	0	0	0	79
5-9	0	106 (15)	0	0	0	106
10-14	0	44 (6)	79 (11)	0	0	123
15-19	0	0	109 (15)	0	0	109
20-24	0	0	51 (7)	93 (13)	0	144
25-29	0	0	0	66 (9)	0	66
30-34	0	0	0	24 (3)	64 (9)	88
Totalt	47	182	239	183	64	715

* 58 dB var den lägsta L_{AFmax} -nivån som förekom.

Figur 11 visar fördelningen av antal boende med olika L_{AFmax} -värden i sju kategorier avseende antal tågpassager per maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB för Töreboda, Falköping och Sollentuna sammanslaget (d.v.s. kolumn 3-5 i tabell 4 och 5). Figuren visar att bland dem som är utsatta för mindre än 20 tågpassager/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB är de flesta exponerade för L_{AFmax} mellan 71-75 dB medan de boende som är utsatta för mellan 20 och 34 tågpassager/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB är majoriteten exponerade för L_{AFmax} mellan 76-80 dB och många för nivåer mellan 81-85 dB.



Figur 11. Fördelning av antal boende med olika L_{AFmax} värden i sju kategorier avseende antal tågpassager per maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB för Töreboda, Falköping och Sollentuna sammanslaget.

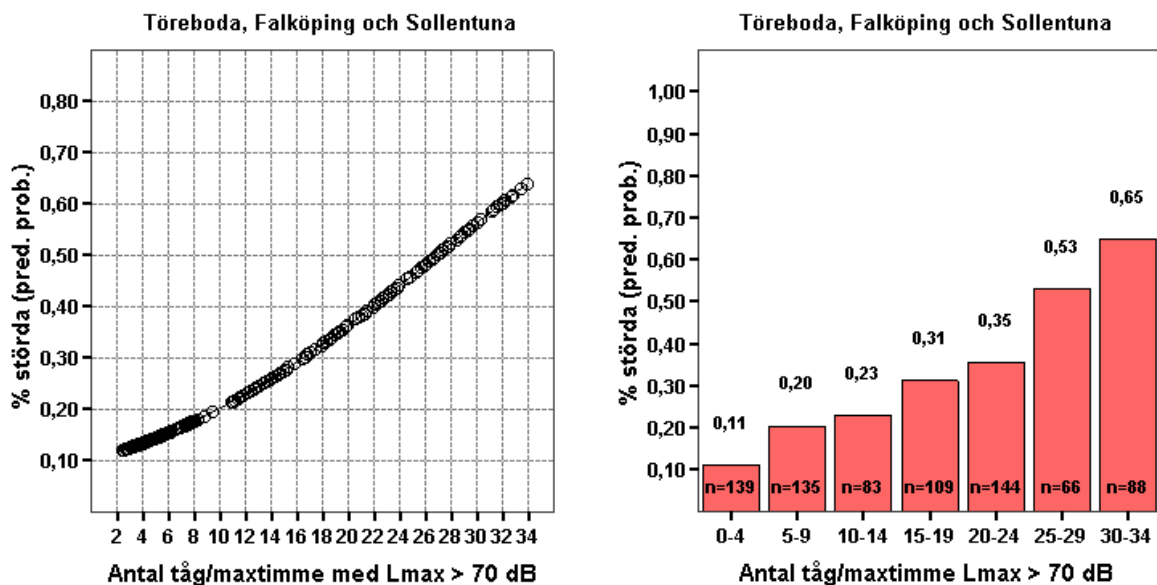
3.4 Samband mellan antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB och allmän störning av tågbuller

Sambandet mellan antal tåg/maxtimme med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och allmän störning av tågbuller (% som är ganska, mycket eller oerhört mycket störda) analyserades med binär logistisk regression (se figur 12). Enligt tabell 4 och 5 ingår områdena Töreboda och Falköping i de tre första tåg/maxtimme-kategorierna och Sollentuna med 34 tåg per maxtimme ingår i kategori 3 och de högre kategorierna ($n=764$, se även figur 11).

Resultatet från den logistiska regressionsanalysen av sambandet mellan antal tåg/maxtimme med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB (kontinuerlig variabel) och allmän störning av tågbuller (1=störda och 0=ej störda) visas i figur 12 (vänster diagram) och i tabell 6. Sambandet var statistiskt signifikant ($p < 0,0001$) och enligt tabell 6 så medför varje ökning av 1 tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,08 gånger eller med 8 % (95 % konfidensintervall=1,07-1,10).

Tabell 6. Resultat av logistisk regression för predicering av andel störda utifrån antal tåg/maxtimme (kontinuerlig variabel) med $L_{AFmax} > 70$ dB för Töreboda, Falköping och Sollentuna.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Oddsquot (OR) Exp(B)	95 % konfidensintervall (CI)	
							Nedre	Övre
Antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB (kontinuerlig variabel)	0,081	0,009	83.84	1	0,000	1,08	1,066	1,104



Figur 12. Samband mellan skattad andel störda (%) och antal tågpassager per maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB (vänster diagram kontinuerlig variabel och höger diagram kategorivariabel) beräknad med logistisk regressionsanalys.

Resultatet från den logistiska regressionsanalysen av sambandet mellan antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB (kategori variabel) och allmän störning av tågbuller (1=störda och 0=ej störda) visas i figur 12 (höger diagram) och i tabell 7. Sambandet var statistiskt signifikant ($p < 0,0001$) och enligt tabell 7 så medför varje ökning av 5 tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB en ökning av oddset (OR) för att vara störd med i genomsnitt 1,50 gånger eller 50 % (95 % konfidensintervall=1,38-1,64).

Som framgår av figur 12 (höger diagram) ökar andelen störda med ökat antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB från 11 % störda i lägsta kategorin med 0-4 tågpassager till 65 % störda i den högsta kategorin med 30-34 tågpassager.

Tabell 7. Resultat av logistisk regression för predicering av andel störda utifrån antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB (sju kategorier) för Töreboda, Falköping och Sollentuna.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Oddskvot (OR) Exp(B)	95 % konfidensintervall (CI)	
							Nedre	Övre
Antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB (kategori variabel)	0,408	0,045	82,82	1	0,000	1,504	1,377	1,642

4. Sammanfattande kommentarer

Störning av tågbuller på uteplats

Riktvärdet för tågbuller på uteplats är L_{AFmax} 70 dB och enligt Naturvårdsverkets förslag till riktvärden och gällande praxis får denna nivå inte överskridas mer än 5 gånger per maxtimme under dag kväll. I denna studie har vi undersökt påverkan av tågbuller utomhus vid bostaden bland boende med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB vid mest exponerad sida av bostaden, d.v.s. mot järnvägen. Att uteplatsen är förlagd på en sida av bostaden som inte vetter direkt mot järnvägen har stor betydelse för i vilken grad man störs av buller. Resultaten visar att störning av tågbuller är närmare 2 gånger högre bland boende med ljudnivåer över L_{AFmax} 70 dB och som har uteplats mot järnväg jämfört med de som har uteplats mot annat håll (figur 3). Den mest kritiska effekten av tågbuller då man vistas på sin uteplats är samtalsstörningar vilket är i överensstämmelse med litteraturen. Även störning av avkoppling anges av många med uteplats mot järnvägen (se figur 5).

Vilken betydelse för upplevd störning av tågbuller vid samtal och avkoppling på uteplats har antal tågpassager och vilken betydelse har den maximala ljudnivån? För att besvara detta delade vi in undersökningsmaterialet i tre grupper beroende på maximal ljudnivå (71-75, 76-80 och 81-85 dB) och två grupper av antal tågpassager per maxtimme över L_{AFmax} 70 dB (10 respektive 34 tågpassager). För den mest kritiska effekten (störning av samtal) är andelen störda vid samtal fördubblad vid 34 tåg jämfört med 10 tåg per maxtimme vid ljudnivåer mellan 71 och 80 dB men vid ljudnivåer över L_{AFmax} 80 dB är skillnaden i störning liten, d.v.s. vid de högsta maximalnivåerna har antalet tågpassager per maxtimme mindre betydelse (figur 6). För de övriga studerade effekterna (avkoppling och att vistas ute) är andelen störda genomgående betydligt lägre för områdena med 10 tåg per maxtimme och skillnaderna i effekt mellan 10 och 34 tågpassager är lika stora oavsett ljudnivåkategori (figur 7-8).

Definition av maximal bullernivå och antal tågpassager per maxtimme över riktvärdet

Det faktiska antalet tågpassager per maxtimme vid en viss beräknad maximal ljudnivå (t.ex. L_{AFmax} 70 dB) varierar beroende på typ av tåg på bansträckan och avstånd från järnvägen. De beräkningar som gjorts för att beskriva denna variation är baserade på långtidsmätningar i Lerum och Sollentuna och applicerade på de aktuella undersökningsområdena i denna studie (Töreboda, Falköping och Sollentuna).

Eftersom vårt undersökningsmaterial inte är så omfattande att vi kunnat göra en finindelning i faktiskt antal tågpassager för boende med uteplats mot järnväg har vi valt att använda hela undersökningsmaterialet med L_{AFmax} -nivåer över 70 dB på mest exponerad sida ($n=764$, se tabell 4 och 5) i våra analyser.

Med logistisk regressionsanalys predicerades andel störda av tågbuller utifrån antal tågpassager per maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB. Andelen störda (% ganska, mycket eller oerhört mycket störda) ökar med ökat antal tågpassager per maxtimme och *varje ökning med 1 tåg/maxtimme* (kontinuerlig variabel) medför en ökning av oddset för att vara störd med i *genomsnitt* 8 % (sid 28, tabell 6). Samma analys med variabeln antal tåg/maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB indelad i 7 kategorier visar att *varje ökning med 5 tåg/maxtimme* medför en ökning av oddset för att vara störd med i *genomsnitt* 50 % (sid 29, tabell 7). Om dessa analyser hade gällt störning utomhus enbart för dem som har uteplats eller balkong mot järnväg är det troligt att andelen störda hade blivit högre utifrån de resultat som visas på sid 22, figur 3.

Denna studie var inte designad för att belysa samband mellan antal bullerhändelser per maxtimme med $L_{AFmax} > 70$ dB. Resultaten av analyserna tyder dock på att det är viktigt att riktvärdet för maximal ljudnivå på uteplats är uppfyllt och att uteplatsen om möjligt inte bör vara förlagd till den sida av bostaden som vetter mot järnvägen. Redan vid 10 tågpassager per maxtimme med en maximal ljudnivå på 71-75 dB är andelen som störs vid samtal och avkoppling hög (20 respektive 30 %).

Forskningsbehov

Det saknas i stort sett studier som är utformade för att undersöka samband mellan störning och andra effekter av buller från olika trafikslag och antal bullerhändelser per maxtimme över L_{AFmax} 70 dB. Innan några säkra slutsatser kan dras behövs därför väl designade socio-akustiska studier i fält med enkäter och med detaljerade beräkningar och mätningar av ljudnivån vid uteplatser. Väl kontrollerade experiment i laboratoriemiljö ger möjlighet att skapa exponeringsförhållanden med stor variation i antal bullerhändelser och maximal ljudnivå för att studera olika akuta effekter av olika typer av buller.

5. Referenser

EU-direktivet 2002/49/EG: Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/49/EG av den 25 juni 2002 om bedömning och hantering av omgivningsbuller.

Förordning om omgivningsbuller SFS nr:2004:675 utfärdad 2004-07-01.

Infrastrukturinriktning för framtida transporter, prop 1996/97:53, antagen av riksdagen den 20 mars 1997. <http://www.riksdagen.se>.

Jonasson, H. (2005). Svenska riktvärden och L_{den} . Rapport ETaP404604 ver.3, SP Akustik, Borås 2005.

Jonasson, H. & Nielsen, H.L. (1996). Road traffic noise – Nordic Prediction Method. In: Nordic Council of Ministers. Tema Nord. Copenhagen, Denmark, Vol. 525. ISBN 92 9120 836 1.

Naturvårdsverket (2001). Riktvärden för trafikbuller vid nyanläggning eller väsentlig ombyggnad av infrastruktur - Förslag till utveckling av definitioner. Redovisning av regeringsuppdrag. Dnr 540-355-01 Rv.

Naturvårdsverket (2005). Redogörelse för svenska riktvärden för buller och deras tillämpning med anledning av rapportering enligt Direktiv 2002/49/EG om bedömning och hantering av omgivningsbuller. Regeringskansliet, Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet, 2005-06-17.

Naturvårdsverket (2007). Vår rapportering för 2007 enligt Förordningen om omgivningsbuller. (www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Buller/).

Ögren, M. & Jerson, T. (2010). Mätning och beräkning av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik inom TVANE-projektet. VTI-notat xx-2010.

Öhrström, E., Gidlöf-Gunnarsson, A., Ögren, M. & Jerson, T. (2010a). Effekter av buller och vibrationer från tågtrafik – undersökningar i Töreboda, Falköping, Alingsås och Kungsbacka. Rapport nr 4:2010, Enheten för Arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet. ISBN 978-91-978916-3-9.

Öhrström, E., Gidlöf-Gunnarsson, A., Ögren, M. & Jerson, T. (2010b). Effekter av tågbuller vid en starkt trafikerad järnväg – undersökningar i Sollentuna kommun. Rapport nr 2:2010, Enheten för Arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet. ISBN 978-91-978916-1-5.

Öhrström, E. & Skånberg, A. (2006). Litteraturstudie – Effekter avseende buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik. Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Akademin vid Göteborgs universitet. Rapport 112, 2006. ISSN 1650-4321, ISBN 91-7876-111-5.

Appendix Del 1:

1. Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark i olika undersökningsområden
2. Bullernivåer från tåg beräknat på 4 m höjd över mark i olika undersökningsområden

Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark i olika undersökningsområden

Tabell 1. Område Töreboda och Falköping: Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått i områden med svaga vibrationer.

Bullerexponering från tåg i områden med svaga vibrationer: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=521)							
	L _{AFmax}	L _{Aeq,24h}	L _{Aeq,06-18}	L _{Aeq,18-22}	L _{Aeq,22-06*}	L _{den}	Avstånd till järnväg
Mean	71,5	52,7	49,0	56,9	53,3	60,1	207
Median	70,8	52,2	48,6	56,5	52,9	59,6	213
Sd	4,5	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	83
Minimum	58,3	40,8	37,1	45,0	41	48,1	35
Maximum	84,2	64,9	61,2	69,2	65,6	72,3	451

*) L_{natt}

Tabell 2. Område Alingsås och Kungsbacka: Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått i områden med starka vibrationer.

Bullerexponering från tåg i områden med starka vibrationer: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=459)							
	L _{AFmax}	L _{Aeq,24h}	L _{Aeq,06-18}	L _{Aeq,18-22}	L _{Aeq,22-06*}	L _{den}	Avstånd till järnväg
Mean	71,2	49,8	48,0	52,6	50,5	57,0	186
Median	70,6	48,9	47,4	51,4	49,7	56,1	183
Sd	5,7	5,2	5,3	5,4	5,2	5,2	103
Minimum	60,8	41,2	38,5	42,8	41,6	48,3	19
Maximum	85,0	64,2	61,5	68,1	64,6	71,4	432

*) L_{natt}

Tabell 3. Område Sollentuna: Bullernivåer från tåg beräknat på 2 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått.

Bullerexponering från tåg: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=715)							
	L _{AFmax}	L _{Aeq,24h}	L _{Aeq,06-18}	L _{Aeq,18-22}	L _{Aeq,22-06*}	L _{den}	Avstånd till järnväg
Mean	73,2	54,1	55,2	54,7	51,2	58,8	132
Median	73,3	53,7	54,6	54,2	50,6	58,2	118
Sd	4,8	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	69
Minimum	63,0	44,6	45,6	45,0	41,6	49,2	11
Maximum	85,0	65,6	66,6	66,3	62,6	70,3	343

*) L_{natt}

Bullernivåer från tåg beräknat på 4 m höjd över mark i olika undersökningsområden

Tabell 4. Område Töreboda och Falköping: Bullernivåer från tåg beräknat på 4 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått i områden med svaga vibrationer.

Bullerexponering från tåg i områden med svaga vibrationer: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=521)							
	L _{AFmax}	L _{Aeq,24h}	L _{Aeq,06-18}	L _{Aeq,18-22}	L _{Aeq,22-06*}	L _{den}	Avstånd till järnväg
Mean	72,9	54,6	50,9	58,9	55,2	61,9	207
Median	72,3	54,2	50,6	58,5	54,8	61,5	213
Sd	4,1	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	83
Minimum	61,9	45,3	41,7	49,5	45,8	52,6	35
Maximum	84,6	65,1	61,4	69,4	65,7	72,5	451

*) L_{natt}

Tabell 5. Område Alingsås och Kungsbacka: Bullernivåer från tåg beräknat på 4 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått i områden med starka vibrationer.

Bullerexponering från tåg i områden med starka vibrationer: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=459)							
	L _{AFmax}	L _{Aeq,24h}	L _{Aeq,06-18}	L _{Aeq,18-22}	L _{Aeq,22-06*}	L _{den}	Avstånd till järnväg
Mean	74,1	53,3	51,9	56,4	53,7	60,4	186
Median	73,2	53,0	51,7	55,6	53,4	60,2	183
Sd	5,3	4,7	5,2	4,6	4,9	4,8	103
Minimum	63,0	44,6	41,8	48,7	44,5	51,5	19
Maximum	88,1	67,0	64,4	70,9	67,5	74,2	432

*) L_{natt}

Tabell 6. Område Sollentuna: Bullernivåer från tåg beräknat på 4 m höjd över mark vid de olika bostäderna samt avstånd från järnvägen – statistisk fördelning för olika exponeringsmått.

Bullerexponering från tåg: Statistisk fördelning för olika exponeringsmått (n=715)							
	L _{AFmax}	L _{Aeq,24h}	L _{Aeq,06-18}	L _{Aeq,18-22}	L _{Aeq,22-06*}	L _{den}	Avstånd till järnväg
Mean	76,2	56,4	57,5	57,0	53,5	61,1	132
Median	76,1	56,0	57,1	56,7	53,1	60,7	118
Sd	4,9	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	69
Minimum	63,1	45,5	46,5	45,9	42,5	50,1	11
Maximum	90,1	69,9	71,0	70,7	67,0	74,6	343

*) L_{natt}

Appendix Del 2:

3. Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn i olika områden
4. Antal tåg per timme kl. 06-22 i olika områden

Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn i olika områden

Tabell 1a. Tågtrafik på Västra Stambanan i Töreboda.

<i>Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn</i>					
Tidsperiod	Motorvagnståg	Lokdragna persontåg	Snabbtåg	Godståg	Totalt
Kl. 06-18	20	8	16	6	50
Kl. 18-22	10	8	10	20	48
Kl. 22-06	2	0	4	20	26
Antal/typ av tåg	32	16	30	46	124

Tabell 1b. Tågtrafik på Västra Stambanan i Falköping.

<i>Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn</i>					
Tidsperiod	Motorvagnståg	Lokdragna persontåg	Snabbtåg	Godståg	Totalt
Kl. 06-18	20	8	16	6	50
Kl. 18-22	10	8	10	20	48
Kl. 22-06	2	0	4	20	26
Antal/typ av tåg	32	16	30	46	124

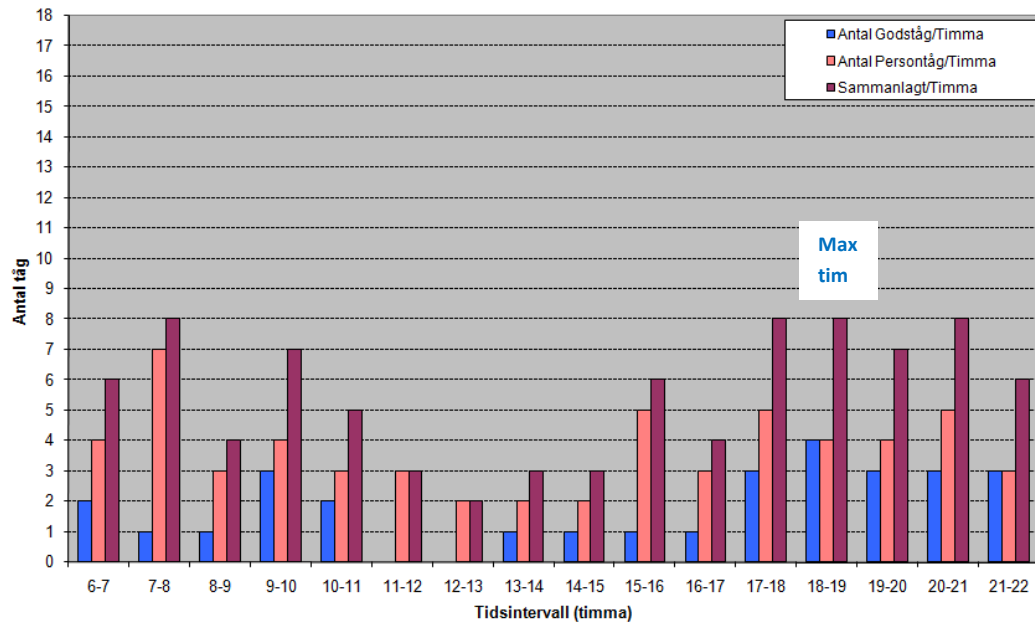
Tabell 1c. Tågtrafik på Ostkustbanan, mellan Helenelund och Norrvikens station (2008).

<i>Antal tåg per tågtyp och vardagsmedeldygn</i>						
Tidsperiod	Motor vagnståg	Lokdragna persontåg	Snabbtåg	Godståg	Tjänstetåg	Totalt
Kl. 06-18	109	75	128	3	8	323
Kl. 18-22	30	17	36	4	2	89
Kl. 22-06	16	11	24	8	10	69
Antal/typ av tåg	155	103	188	15	20	481

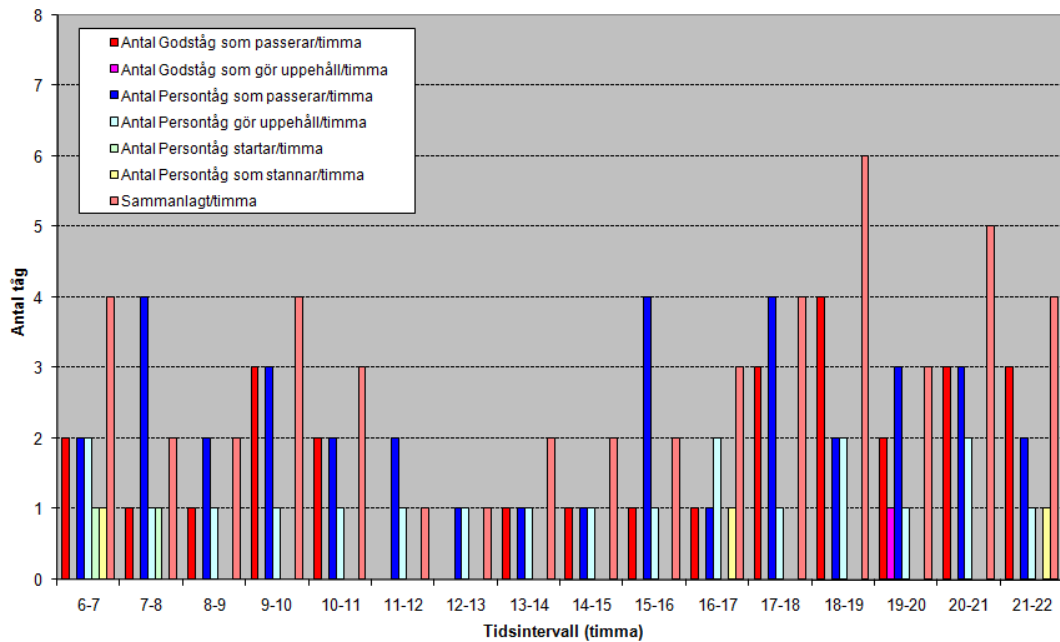
Antal tåg per timme kl. 06-22 i olika områden

TÖREBODA ANTAL TÅG PER TIMME KL. 06-22

Antal tågrörelser/timma vardagar i Töreboda mellan kl 06-22



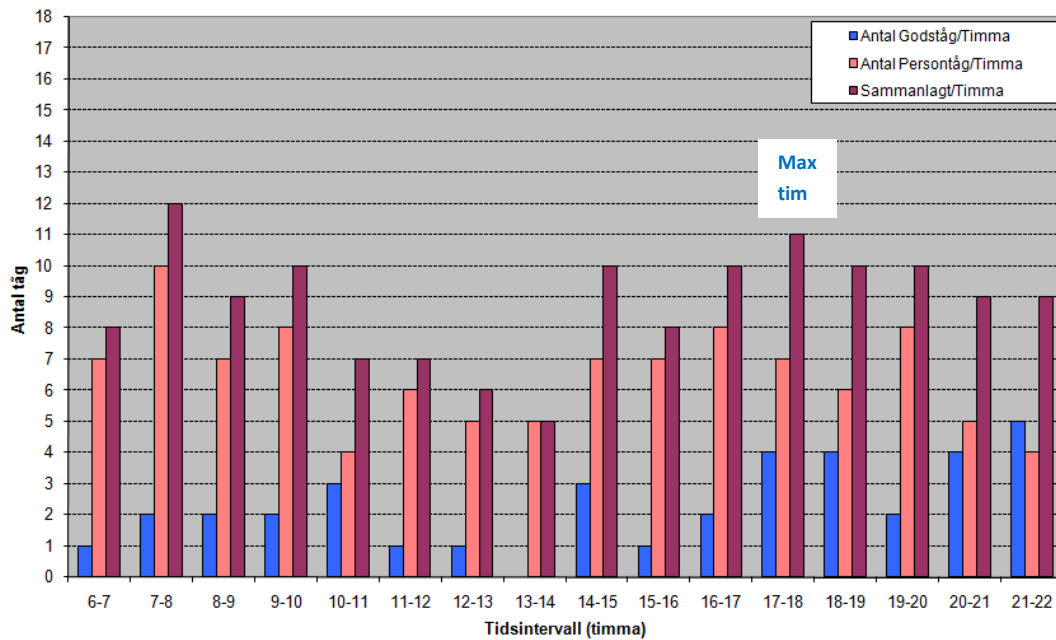
Antal tågrörelser/timma vardagar i Töreboda mellan kl 06-22



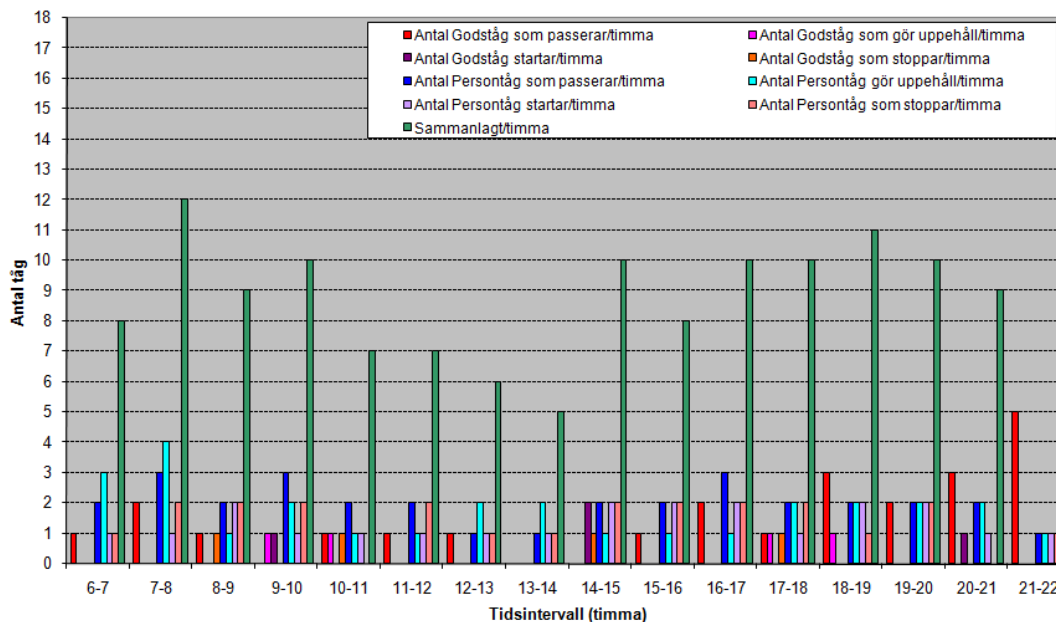
Diagrammet ovan visar de olika tågrörelserna i detalj separerat.

FALKÖPING ANTAL TÅG PER TIMME KL. 06-22

Antal tågrörelser/timma vardagar i Falköping mellan kl 06-22

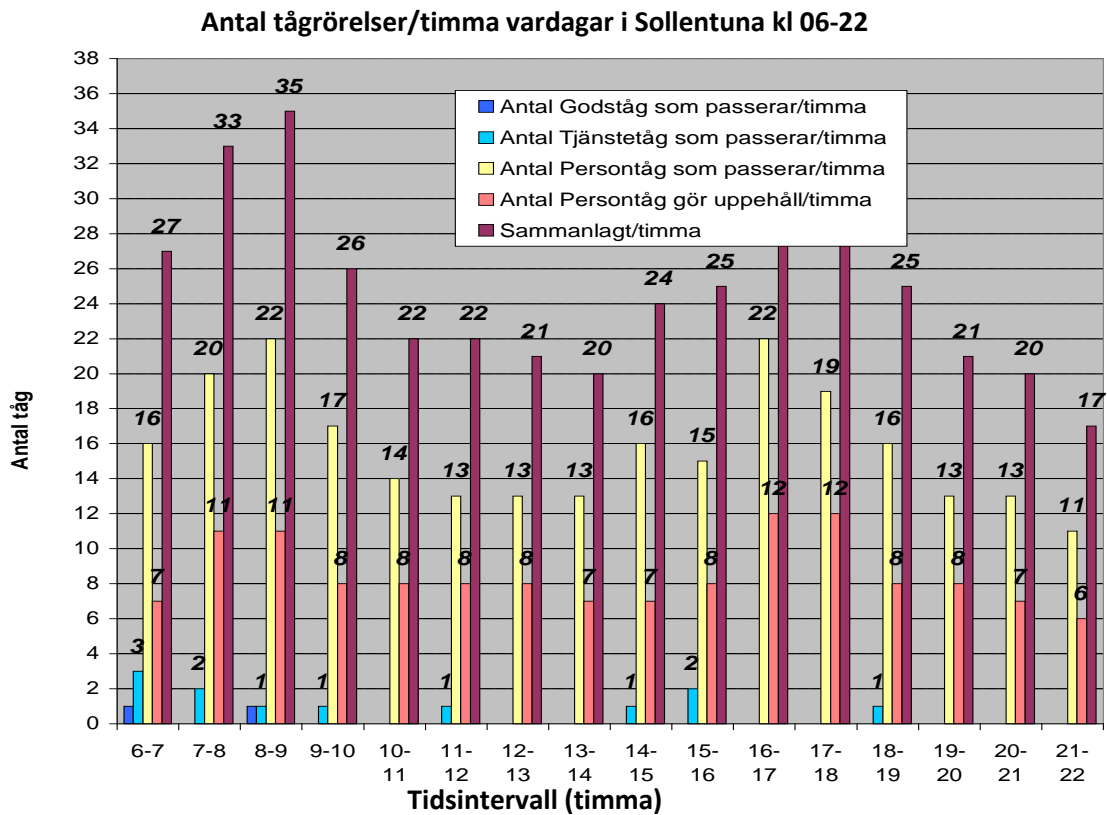
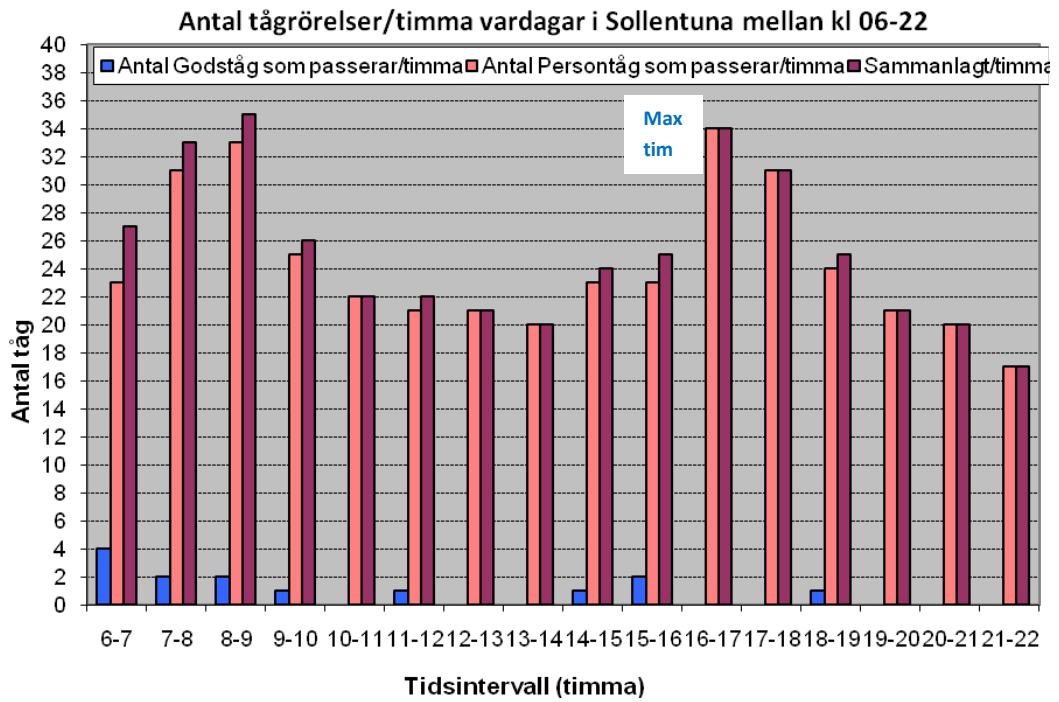


Antal tågrörelser/timma vardagar i Falköping mellan kl 06-22



Nedre diagrammet visar de olika tågrörelserna i detalj separerat. Det förekommer en icke obetydlig rangeringsverksamhet på Falköpings bangård. Vissa av godstågen har Falköping som mål där sedan vagnarna delas upp eller sätts samman för transport till nya destinationer. Detta innebär att vi får en helt annan bullerkaraktär av denna verksamhet än från genomgående tåg. Det är bromsljud, gnissel och intermittenta ljud då vagnarna stöter samman vid rangeringen. Falköping är också start och slutstation för ett antal lokaltåg, det gäller trafiken till Skövde och Jönköping men även trafik från Göteborg. Detta innebär att vissa av dessa tåg regelbundet endast passerar genom vissa delar av samhället.

SOLLENTUNA ANTAL TÅG PER TIMME KL. 06-22



Diagrammet ovan visar de olika tågrörelserna i detalj separerat.



Denna rapport utgör delrapport inom forskningsprogrammet TVANE: Effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik - tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik. Bv:s Dnr: S07-5094/AL50 samt Dnr: S07-5095/AL50.

Rapport nr 3: 2010

Enheten för Arbets- och miljömedicin
Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa
Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet
Box 414, 405 30 Göteborg
Telefon: 031 – 786 63 00
E-post: amm@amm.gu.se
Hemsida: www.amm.se
ISBN 978-91-978916-2-2