

# BULLER

och

# VIBRATIONER

från spårburen linjetrafik



Riktlinjer och  
tillämpning

2006-02-01

Dnr.S02-  
4235/SA60



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<b>FÖRORD</b>	3
1	<b>SAMMANFATTNING</b>	5
2	<b>BULLER</b>	8
2.1	RIKTLINJER	8
2.2	PLANERINGSMÅL	9
2.2.1	Riktvärden för ”miljö kvalitet”	9
2.3	ÅTGÄRDSNIVÅER	13
2.3.1	Allmänt	13
2.3.2	NYBYGGNAD / av bana vid bebyggelse	18
2.3.3	VÄSENTLIG OMBYGGNAD / av bana vid bebyggelse	21
2.3.4	BEFINTLIG MILJÖ / Bana vid bebyggelse	24
2.4	BERÄKNING OCH MÄTNING AV BULLER	26
3	<b>VIBRATIONER</b>	28
3.1	RIKTLINJER	28
3.2	PLANERINGSMÅL	29
3.2.1	Riktvärden för ”miljö kvalitet”	29
3.2.2	Störningsupplevelser av vibrationer	29
3.2.3	Vibrationers inverkan på byggnader	31
3.3	ÅTGÄRDSNIVÅER	33
3.3.1	Allmänt	33
3.3.2	NYBYGGNAD / av bana vid bebyggelse	36
3.3.3	VÄSENTLIG OMBYGGNAD / av bana vid bebyggelse	37
3.3.4	BEFINTLIG MILJÖ / Bana vid bebyggelse	38
3.4	MÄTNING AV VIBRATIONER	40
4	<b>RIKTVÄRDEN OCH GRÄNSVÄRDEN</b>	44
5	<b>PLAN- OCH BYGGLOVSGRANSKNING</b>	47
5.1	Aktiv granskning av planer och bygglov är viktigt	47
5.2	Miljö kvalitetskrav i fysisk planering	51
6	<b>MILJÖANSVARET</b>	54
7	<b>REFERENSER</b>	57
	<b>BILAGOR</b>	
	1. MODELL FÖR SAMHÄLLSEKONOMISKT LÖNSAMMA ÅTGÄRDER	
	2. DISKONTERINGSTABELL	
	3. KORREKTIONSVÄRDEN FÖR OLIKA SVENSKA TÅGTYPER	



# FÖRORD

En långsiktigt hållbar samhällsutveckling kräver uthållighet, inte bara från ekonomisk och social synpunkt, utan också att olika verksamheter anpassas till vad människa och natur tål. Banverkets sektoransvar för miljö innebär att utveckla järnvägen i den riktningen.

Buller och vibrationsstörningar från järnvägar berör många och kan anses vara ett av järnvägens allvarligaste miljöproblem. Det är därför angeläget att stora insatser görs för att minska dessa störningar.

Naturvårdsverket, i samarbete med Banverket och Boverket, redovisade våren 1995 ett regeringsuppdrag med förslag till långsiktiga mål (riktvärden) för buller från spårburen trafik.

Nämnda förslag till riktvärden har remissbehandlats och regeringen har i proposition 1996/97:53 *Infrastrukturinriktning för framtida transporter* föreslagit att riktvärdesförslaget bör godtas

Föreliggande skrift har vad gäller bullerriktvärden som utgångspunkt de värden som verken redovisade i ovan nämnda regeringsuppdrag. Skriften har utarbetats av Banverket i samverkan med Naturvårdsverket. Samråd har även skett med Boverket som bidragit med värdefulla synpunkter.

Det är vår förhoppning att föreliggande skrift kommer att bidra till ett konstruktivt framtida miljöarbete inom området järnvägsbuller.

Borlänge och Stockholm i februari 1997

För Banverket

För Naturvårdsverket

MONICA ANDERSSON  
Generaldirektör

ROLF ANNERBERG  
Generaldirektör



# 1. SAMMANFATTNING

I den trafikpolitiska propositionen 1987/88:50 angavs som ett av de viktigaste målen att kraftigt begränsa trafikens miljöpåverkan. Regeringen har vidare givit trafikverken i uppdrag att utreda respektive trafiklags miljöeffekter och redovisa förslag till åtgärder för att minska störningarna.

Banverket genomförde i slutet av 1980-talet en översiktlig studie av buller- och vibrationsutbredningen kring de svenska järnvägarna. En bullerpolicy formulerades 1989 och en vibrationspolicy 1990. Detta dokument ersätter dessa policyhandlingar.

Långsiktiga miljömål har formulerats för buller- och vibrationsstörningar och åtgärdsprogram redovisas. De åtgärdsambitioner som redovisas ska ses som etappmål. De nuvarande programmen redovisar de skyddsåtgärder som planeras fram till år 2004.

Naturvårdsverket har - i samarbete med Banverket och Boverket - till regeringen under våren 1995 redovisat ett förslag till riktvärden för tågbuller i rapporten "Förslag till långsiktiga miljö kvalitetsmål, riktvärden, för buller från spårburen trafik" (ref. 5).

Nämnda förslag till riktvärden har remissbehandlats och regeringen har i proposition 1996/97:53 Infrastrukturinriktning för framtida transporter föreslagit att riktvärdesförslaget bör godtas.

Vad som avses med "riktvärden för miljö kvalitet" är de nivåer som inte bör överskridas för att upprätthålla en god miljö. Värdena baseras på dagens kunskap om buller från spårburen trafik och dess negativa inverkan på de människor som utsätts för det.

Principen i denna riktlinjer och tillämpning för buller- och vibrationsbegränsande åtgärder är att när åtgärder vidtas bör alltid "riktvärdet för miljö kvalitet" eftersträvas oavsett planeringssituation. De riktvärden som anges i detta dokument överensstämmer vad avser buller med vad som anges i Naturvårdsverkets förslag till riktvärden för spårburen trafik (ref. 5). För vibrationer har Banverket utifrån egen er-

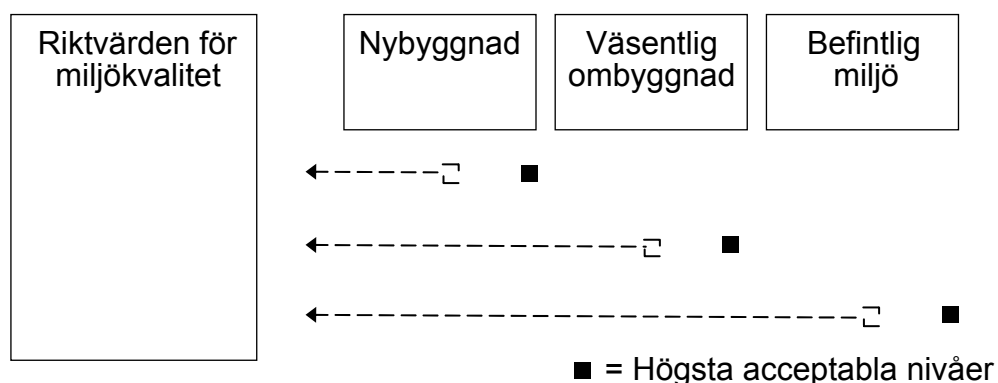
farenhet angett riktvärdena. Dessa överensstämmer väl med de värden som anges i Svensk Standard, SS 460 48 61 (ref. 8).

Riktvärdena är vägledande och således inte bindande. Åtgärdernas omfattning avgörs alltid med utgångspunkt från vad som är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt motiverat i det enskilda fallet.

Nivåer för åtgärder för tre olika planeringssituationer har angetts. Överskrids dessa nivåer ska åtgärder övervägas. Inriktningen av åtgärderna bör främst vara sådan att dessa bidrar till att reducera speciellt sömnstörningar.

Nedan redovisas en principskiss över hur detta dokument är uppbyggt.

## Planeringsmål                      Åtgärdsnivåer



### Åtgärd

#### **TEKNISKT-EKONOMISKT-MILJÖMÄSSIGT-MOTIVERAT**

Kostnaderna för riktlinjer och tillämpning av buller- och vibrationer är mycket svåra att uppskatta.

Vid ny- och väsentlig ombyggnad är åtgärdsinsatserna, och därmed kostnaderna för riktlinjer och tillämpning, helt avhängiga de investeringsramar som beslutas.

För buller uppskattas kostnaderna för skyddsåtgärder vid genomförande av stomnätplanen 1994-2003 bli ca 720 miljoner kronor, detta utgör kostnader för rent fysiska åtgärder. Den verkliga kostnaden är emellertid troligtvis högre. Kostnader för andra fördyrade lösningar ingår inte i denna uppskattning. Det kan t.ex.



röra sig om tunnellsättningar eller andra åtgärder som inte enbart görs av miljöskäl.

För vibrationer påkallas ofta åtgärder av andra orsaker än ren miljöhänsyn. Moderna spår ställer mycket stora krav på underbyggnaden, varför även vibrationsproblem undanröjs. I enstaka fall kan det dock krävas åtgärder enbart för att klara omgivningskriterier.

För befintlig miljö har kostnaderna uppskattats efter mer detaljerade inventeringar.

För buller har Banverket etappmålet att år 2004 klara 55 dB(A) maximal ljudnivå i sovrum och 70 dB(A) ekvivalent ljudnivå (dygn) utomhus. Kostnaderna uppskattas bli i storleksordningen 470-570 miljoner kronor.

För vibrationer har Banverket etappmålet att år 2004 ska ingen utmed statens spåransläggningar behöva utsättas för vibrationsnivåer över 2,5 mm/s "frekventsvägt RMS-värde" i sovrum nattetid. För att klara detta krävs normalt inlösen av fastigheter eller hastighetsnedsättning. Kostnaden för att klara detta mål kan uppskattas till 50-100 miljoner kronor.

## 2. BULLER

### 2.1 RIKTLINJER

Planeringsmålen (se sidan 8) utgör de långsiktiga målen för bullerbegränsande åtgärder. De målnivåer som anges innebär - om värdena innehålls - i princip en "nollstörning" om man ser till andelen mycket störda.

För samtliga planeringssituation ska alltid eftersträvas att uppnå "riktvärden för miljö kvalitet". Utgångspunkten är att vidta de bullerskyddsåtgärder som är tekniskt möjliga, ekonomiskt rimliga och miljömässigt motiverade.

Förutsättningarna att uppnå "riktvärden för miljö kvalitet" varierar naturligtvis stort för olika planeringssituationer och är bäst vid nyplanering av bannät. I bebyggelseområden med befintlig järnväg tvingas man ofta att acceptera högre ljudnivåer.

Att klara de långsiktiga målen i samtliga planeringssituationer är mycket kostsamt och rimligt endast i ett mycket långt tidsperspektiv.

Föreliggande skrift behandlar åtgärdsnivåer för olika planeringssituationer. Utgångspunkten har varit att skapa ett underlag för tillämpning så att tillgängliga ekonomiska medel används på, från hälso- och miljösynpunkt, ett kostnadseffektivt sätt.

Banverket har ett övergripande sektoransvar för miljöfrågor för all spårburen trafik. Sektoransvaret innebär bl.a. att Banverket ska informera andra spårinnehavare om behovet av att långsiktigt miljöanpassa järnvägstransporterna.

## 2.2 PLANERINGSMÅL

### 2.2.1 Riktvärden för miljö kvalitet

Tabell 1

Lokaltyp eller Områdestyp	Ekvivalent ljudnivå i dB(A) för vardagsmedeldygn	Maximal ljudnivå dB(A) "fast"
<b>Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler</b>		
Utomhus	60 <sup>1)</sup> 55 <sup>2)</sup>	70 <sup>2)</sup>
Inomhus	30 <sup>6)</sup>	45 <sup>3)</sup>
<b>Undervisningslokaler</b>		
Inomhus		45 <sup>7)</sup>
<b>Arbetslokaler</b>		
Inomhus		60 <sup>5)</sup>
<b>Områden med låg bakgrunds nivå</b>		
Rekreationsytor i tätort	55 <sup>1)4)</sup>	
Friluftsområden	40 <sup>1)4)</sup>	

<sup>1)</sup> Riktvärdena avser frifältsvärden eller till frifältsvärden korrigerade värden.

<sup>2)</sup> Avser uteplats, särskilt avgränsat område.

<sup>3)</sup> Avser utrymme för sömn och vila (sovrums) under tidsperioden 22.00–06.00 samt övriga bostadsrum (ej hall, förråd, WC etc).

<sup>4)</sup> Avser områden med låg bakgrunds nivå.

<sup>5)</sup> Avser arbetslokaler för tyst verksamhet.

<sup>6)</sup> Avser boningsrum (ej hall, förråd och WC etc).

<sup>7)</sup> Avser nivå under lektionstid.

#### **Kommentarer:**

Riktvärdena avser de värden som bör innehållas för att klara en god miljö kvalitet och avspeglar således inte tekniska och ekonomiska hänsynstaganden. Oavsett planeringssituation ska riktvärden för miljö kvalitet eftersträvas, utifrån vad som är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt motiverat. Riktvärdena gäller under förutsättning att vibrationerna i området underskrider 0,5 mm/s (vägt RMS-värde). Bakgrunden till detta är att individer har svårt att särskilja vad som orsakar själva störningsupplevelsen. Vid högre vibrationsnivåer än 0,5 mm/s kan vibrationerna bidra till att förstärka upplevelsen av bullerstörningen. Ska man vara säker på att skyddsåtgärden bli effektiv bör man därför vara uppmärksam på att vibrationer inte påverkar störningsbilden.

Vid kraftiga vibrationer >1,0 mm/s (vägt RMS-värde) bör vibrationsåtgärder i första hand vidtas för att sedan bedöma behovet av buller-skyddsåtgärder.

#### **Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler.**

Riktvärdet för ekvivalent ljudnivå inomhus har utgått från de värden som WHO angett och de som Socialstyrelsen anger i sina allmänna råd för

inomhusmiljön. Eftersom WHO:s och Socialstyrelsens värden avser samhällsbuller och inte specifikt järnvägsbuller behöver järnvägsbullrets speciella karaktär även beaktas i den samlade bedömningen av riktvärdena.

Vid framtagandet av riktvärdena har därför resultaten av Göteborgs universitets studier av störningar från tågbuller beaktats (ref. 1).

Göteborgs universitet, institutionen för miljömedicin har sedan en tid tillbaka studerat effekter hos människor vid exponering av buller från tågtrafik.

Dessa överväganden har lett till att riktvärdet för den ekvivalenta ljudnivån inomhus angetts till 30 dB(A).

Vad gäller riktvärden för **ekvivalentnivån utomhus** har utgångspunkten, förutom WHO:s värden, varit omfattningen av den störning som förekommer i områden med permanentbebyggelse. Störningsstudier utförda vid Göteborgs universitet visar att vid en ekvivalentnivå utomhus på 56-60 dB(A) känner sig 6-10% av de boende störda om man slår samman gruppen ganska och mycket störda. Det lägre procenttalet avser områden utan eller med låga vibrationer och det högra områden med höga vibrationer. Vid en bullernivå på 61-65 dB(A) blir motsvarande siffror på störningsgraden 19-35%. Ser man i samma undersökning på antalet mycket störda vid ljudnivån 55 dB(A) finner man att det vid denna nivå är knappt någon som känner sig mycket störd.

Utgångspunkten för riktvärdet för ekvivalentnivån utomhus 60 dB(A) (frifältsvärde) är de störningar som konstaterats i områden med permanentbebyggelse. Med en utomhusnivå av 60 dB(A) och normal fasadisolering fås en inomhusnivå på 30 dB(A). För uteplats gäller dock riktvärdet 55 dB(A). När det gäller tågtrafik är den maximala ljudnivån viktig att uppmärksamma eftersom många banor inte har särskilt omfattande trafik över dygnet varför ekvivalentnivån då inte ger en rättvis bild av bullersituationen i området.

Riktvärden för **maximal ljudnivå inomhus** 45 dB(A) nattetid i sovrum är baserat främst på risken för väckning och andra sömnstörningar vid vistelse inomhus med stängt fönster. För att rikt-

värdet ska kunna innehållas krävs att den maximala ljudnivån utomhus underskrider 75 dB(A) (fasaddämpningen antas i normalfallet vara > 30 dB(A), såvida inte fönsteråtgärder vidtagits. För att klara en god miljö kvalitet i sovrum med fönster på glänt på den sida av fasaden som vetter från järnvägen krävs att maximalvärdet vid "tyst fasad" underskrider 60-65 dB(A).

Vid höga maximalnivåer kvälls- och nattetid finns risk för att utsatta personer väcks eller får försämrad sömnkvalitet. Påverkan på sömnen (hjärnaktivitet, hjärtfrekvens och andningsfrekvensändringar) har konstaterats vid bullertoppar från samhällsbuller vid 40 dB(A) och uppåt. Risken för sömnstörningar ökar med antalet bullerhändelser. Väckningseffekter har konstaterats vid bullertoppar på 45 dB(A). Värdet utgör dock ingen gräns för när personer väcks, normalt erhålls väckningseffekter i intervallet 45-65 dB(A) beroende av en mängd faktorer, såsom ålder, hälsotillstånd m.m.

Efter flera års exponering sker viss tillvänjning till bullret, men effekterna försvinner inte helt. Vid minskning av ljudnivån inomhus ökar andelen REM-sömn (drömsömn) och/eller djupsömn. Djupsömnen spelar en viktig roll då det gäller att återuppbygga de kroppsliga resurserna, medan REM-sömnen är viktig för psykisk återhämtning, bearbetning av dagens upplevelser och konsolidering av dessa i långtidsminnet. Ingen tillvänjning har konstaterats när det gäller de fysiologiska reaktionerna som hjärtfrekvens och kropps rörelser.

Vid bl.a. Lunds universitet har sömnstudier i lab. Miljö, gjorts där människor utsatts för buller från olika källor (flyg, tåg, lastbil). Av resultaten framkom att max. bullernivåer på 65 dB(A) medför sömnstörningar och att ingen avgörande skillnad mellan olika källor kunde konstateras. Möjligen beroende av att den relativt höga maximalnivån kan maskera eventuella skillnader (ref. 7).

Av störningsstudierna vid Göteborgs universitet framgår att störningarna är begränsade vid maximalnivåer <80 dB(A) utomhus, vilket motsvarar 50 dB(A) max inomhus.

Riktvärdet för uteplatser **maximal ljudnivå utomhus** är baserat på värden för talinterfe-

rens. Det här angivna värdet 70 dB(A) möjliggör samtal med förhöjd röststyrka på cirka 1 meters avstånd.

Eftersom inget talar för att det finns skäl att illämpa andra riktvärden för fritidsbostäder och vårdlokaler än de som bör gälla för permanentbostäder anges samma riktvärde för alla dessa lokaler, jämför Naturvårdsverkets skrivelse (ref. 5). De begränsade undersökningsmaterial som finns tyder inte på att människor som vistas på sjukhus är mer störningskänsliga än andra.

#### **Undervisningslokaler**

Riktvärdet för maximal ljudnivå inomhus är baserat på talinterferens. Det angivna värdet 45 dB(A) möjliggör samtal med förhöjd röststyrka på 8-10 meters avstånd.

#### **Arbetslokaler**

Riktvärdet för maximal ljudnivå är baserat på talinterferens. Riktvärdet (60 dB(A)) innebär att samtal kan föras på två meters avstånd med förhöjd röststyrka utan att taluppfattbarheten riskeras.

#### **Områden med låg bakgrundsnivå utomhus**

Kravet på ekvivalenta ljudnivåer för rekreationsytor i tätort är samma som för uteplatser vid bostäder 55 dB(A). Skälet är att dessa kan jämföras, d.v.s. samma önskemål finns om en låg bullernivå. Med rekreationsytor avses områden som i detaljplan är avsatta som rekreationsyta, t.ex. parker och grönområden som ligger inom gångavstånd från bostaden och där man normalt vistas kortare stunder under dagen.

För **friluftsområden** har värde 40 dB(A) ekvivalent ljudnivå valts för att inte alltför kraftigt maskera förekommande ljud i området. Buller från tågtrafik minskar områdets rekreationsvärde varför intrång i första hand bör undvikas. Det gäller särskilt om området är av riksintresse för friluftslivet.

## 2.3 ÅTGÄRDSNIVÅER

### 2.3.1 Allmänt

Åtgärdsnivåer anges för tre olika planeringssituationer, vilka behandlas var och en för sig. Överskrids dessa nivåer ska åtgärder övervägas utifrån vad som är tekniskt möjligt, ekonomiskt rimligt och miljömässigt motiverat. Se vidare kapitel 2.3.2-2.3.4.

För bostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler har som stöd en modell för beräkning av samhällsekonomiskt lönsamma åtgärder tagits fram, vilken redovisas i bilaga 1. Modellen är ännu relativt oprövad och bör därför tillsvidare användas med stor försiktighet. För undervisningslokaler och arbetslokaler och tysta områden får istället praxis avgöra vad som är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt motiverat.

Ökade hastigheter och tyngre tåg kan innebära ökade bullerstörningar. Är dessa förändringar inte förknippade med tekniska åtgärder i infrastrukturen på aktuell bandel bör skyddsåtgärder enligt planeringsfall för "BEFINTLIG MILJÖ" tillämpas.

När skyddsåtgärder vidtas ska alltid riktvärden för "miljö kvalitet" eftersträvas, oavsett planeringssituation. Förutsättningarna att uppnå dessa riktvärden varierar naturligtvis stort för olika planeringssituationer och är bäst vid planering av nya järnvägssträckningar.

Vid planering och genomförande av skyddsåtgärder är det viktigt att dessa leder till avsett resultat. Det är med andra ord viktigt att inte andra bullerkällor saboterar slutresultatet. Kommer en allvarlig bullerstörning att kvarstå efter en planerad skyddsåtgärd, ja då är det tveksamt om skyddsåtgärden överhuvudtaget ska genomföras. Skyddsåtgärder bör du kunna skjutas på framtiden i avvaktan på att den andra bullerkällan elimineras.

Banhuvudmannen bör dock ta sitt åtgärdsansvar om garantier finns för att åtgärder på andra bullerkällor planeras inom en överskådlig framtid.

Man bör vidare verka för att i möjligaste mån hitta former för samfinansiering av skyddsåtgärder. Det kan t.ex. röra sig om ett samarbete med såväl fastighetsägare som kommuner. Situationen med omgivningsstörningar har ofta uppkommit efter det att kommunen släppt till mark alltför nära järnvägen.

Att komma till rätta med bullerstörningar utomhus kan ibland vara svårt, speciellt om järnvägen går nära bebyggelse. Ljudnivåerna kan bli höga även med genomförda skyddsåtgärder. Överväg därför alltid att ordna boendemiljön så att tillgång finns till "tyst sida", d.v.s. den sida av bostaden som vetter från järnvägen.

För att komma till rätta med bullerstörningar inomhus krävs ofta fasadåtgärder i bostadsbyggnader nära järnvägen. Vanligen räcker det med komplettering eller byte av fönster för att uppnå godtagbart resultat. I vissa fall kan även byggnadens ventilation behöva ses över från bullerdämpningssynpunkt.

Fönstren avgör normalt ljudnivån inomhus. Av erfarenheter från mätningar utgör fönstren fortfarande den delyta som är dimensionerande för en fasads ljudreduktion. Friskluftsintag kan dock i vissa fall utgöra gräns för den fasadisolering som kan uppnås. En vädringslucka kan t.ex. ödelägga en hel fasads ljudisolerande förmåga, försämringar i storleksordningen 10-20 förekommer.

Andra ventiler, typ springventiler, ger nästan obetydligt försämring av fasadisoleringen (1-2 dB). Väggens ljudreduktion är i regel minst 10 dB högre än fönster och ventil. Fönsteråtgärder är därför en effektiv åtgärd för att minska inomhusbullret.

#### **Faktorer som också bör beaktas vid en avvägning av vilka åtgärder som bör vidtas.**

\* Graden av störning, d.v.s. ekvivalent ljudnivå utomhus och inomhus respektive maximal ljudnivå inomhus. Här bör man speciellt beakta buller från brokonstruktioner, som vanligtvis har högre ljudnivå än normalt trafikbuller.

\* Olägenheternas omfattning, antal personer som exponeras för buller. Ett bra mått på bebyggelseäta områden är exploateringsstal.



- \* Typ av lokaler eller områden som utsätts för buller.
- \* Varaktigheten hos olägenheterna samt tidpunkt för störningarna.
- \* Kostnader för olika åtgärder.
- \* Åtgärdernas effekt.
- \* Estetik (stadsbild, landskapsbild)/det kan bli estetiken som fäller avgörandet beträffande vilka skyddsåtgärder som ska göras.
- \* Miljöpsykologi. Ljudets betydelse i olika miljöer.

### **Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler**

Grundprincipen för övervägande av åtgärder är att de åtgärder som vidtas ska vara samhälls-ekonomiskt lönsamma, se vidare kapitel 2.3.2-2.3.4 samt Bilaga 1. Grovt innebär principen för samhällsekonomisk lönsamhet att bullerskärmar i normalfallet endast kan bli aktuella i bebyggelsetäta områden. Medan fönsteråtgärder i kombination med skärmade uteplatser kan nyttjas på landsbygden. För att klara högsta acceptabla värden för boendemiljön kan åtgärder behöva vidtagas trots att de inte är samhällsekonomiskt lönsamma.

Vid beaktande av rimliga åtgärder bör man studera vilket slag av bebyggelse det är samt hur gammal bebyggelsen är. Om husen inom en överskådlig framtid ska bli föremål för en omfattande ombyggnad eller renovering bör bullerskyddsåtgärder skjutas på framtiden.

Blir åtgärds-kostnaderna större än 50% av fastighetsvärdet ska alltid inlösen övervägas. Åtgärds-kostnaderna får under inga omständigheter överstiga fastighetsvärdet. Vinner fastighetsägaren andra fördelar av åtgärden än rent bullermässiga, såsom lägre energikostnader, högre fastighetsvärde m.m., ska en samfinansiering övervägas.

### **Kvalitetsmål**

Följande kvalitetsmål kan utgöra grund för bedömning av åtgärdsval och uppfyllelse av olika kvalitetsmål vid bebyggelseområden och är ett viktigt komplement till modellen för samhälls-

ekonomisk lönsamhet vid planeringsfallen NY- och VÄSENTLIG OMBYGGNAD av järnväg vid bebyggelse.

*Kvalitetsmål 1.* Sök åstadkomma att samtliga värden för miljökvalitetsmål för bebyggelseområden innehålls.

*Kvalitetsmål 2.* Från miljökvalitetsmål enligt ovan görs avkall på att innehålla den ekvivalenta ljudnivån utomhus på 60 dB(A) vid permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler.

*Kvalitetsmål 3.* Från kvalitetsmål enligt ovan görs även avkall på att innehålla 55 dB(A) som ekvivalent ljudnivå utomhus på uteplats vid permanentbostäder, vårdlokaler och fritidsbostäder.

*Kvalitetsmål 4.* Från kvalitetsmål enligt ovan görs avkall på att innehålla den maximala ljudnivån 70 dB(A) utomhus på uteplats vid permanentbostäder, vårdlokaler och fritidsbostäder.

*Kvalitetsmål 5.* Från kvalitetsmål enligt ovan görs avkall på att innehålla 30 dB(A) som ekvivalentnivå per dygn inomhus i permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler.

*Kvalitetsmål 6.* Från kvalitetsmål enligt ovan görs avkall på att innehålla 45 dB(A) som maximal ljudnivå inomhus i rum för sömn och vila i permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler.

*Kvalitetsmål 7.* Avkall görs på samtliga kvalitetsmål enligt ovan men här bör gälla att åtgärden ska leda till att den maximala ljudnivån inomhus nattetid i sovrum inte överskrider 55 dB(A) och att den ekvivalenta ljudnivån utomhus inte överskrider 70 dB(A).

### **Undervisningslokaler**

Här avses lokaler för undervisning. Riktvärdena behöver normalt inte innehållas i samlingsrum, laboratorielokaler etc., dessa bör istället jämföras med arbetslokaler. Avgörande för vilka riktvärden som bör tillämpas är hur lokalen nyttjas, inte själva benämningen. Således kan en laboratorielokal klassas som undervisningslokal om regelrätt undervisning bedrivs där.

### **Arbetslokaler**

Med arbetslokaler menas lokaler för ej bullrande verksamhet (exempelvis kontor).

### **Områden med låg bakgrundsnivå utomhus**

Med rekreationsytor avses områden som i detaljplan eller områdesbestämmelser är avsatt som rekreationsyta t.ex. parker och grönområden som ligger inom gångavstånd från bostaden och där man normalt vistas kortare stunder under dagen. Värdet behöver inte uppfyllas på kommunikationsytor inom rekreationsområdet och det förutsätts att området inte är utsatt för höga bullernivåer från annat samhällsbuller.

Med **friluftsområden** menas här sådana områden för rörligt friluftsliv där naturupplevelsen och kravet på tystnad är väsentliga faktorer, det gäller således inte alla friluftsområden. Här avses områden som finns med i kommunernas översiktsplaner och som regleras via områdesbestämmelser eller detaljplan. Inga andra samhällsliga bullerstörningar får förekomma, som t.ex. motorsportbanor, vägtrafik, motorbåtstrafik eller skoterleder.

När det gäller rekreationsområden i tätbebyggelse och friluftsområden är det främst en planeringsfråga att innehålla riktvärdena i dessa områden. Bullerskyddsåtgärder är normalt inte aktuella. Endast i undantagsfall kan skyddsåtgärder bli aktuella för områden med låg bakgrundsnivå. Det gäller vid nyplanering av järnväg, i de fall skyddsåtgärder kan genomföras till låg kostnad. Vidare bör gälla att koloniområden inte bör hänföras till dessa områden.

## 2.3.2 NYBYGGNAD / av bana vid be- byggelse

Tabell 2: Nivå för övervägande av åtgärd

Lokaltyp områdestyp	Ekvivalent ljudnivå i dB(A) för vardagsmedeldygn	Maximal dB(A) "fast"
<b>Permanentbostäder, fritids- Bostäder och vårdlokaler</b>		
Utomhus	60 <sup>1)</sup> 55 <sup>2)</sup>	70 <sup>2)</sup>
Inomhus	se nedan <sup>7)</sup>	45 <sup>3)</sup>
<b>Undervisningslokaler</b>		
Inomhus		45 <sup>6)</sup>
<b>Arbetslokaler</b>		
Inomhus		60 <sup>5)</sup>
<b>Områden med låg bakgrunds nivå</b>		
Rekreationsytor i tätort	55 <sup>1)4)</sup>	
Friluftsområden	40 <sup>1)4)</sup>	

<sup>1)</sup> Riktvärdena avser frifältsvärden eller till frifältsvärden korrigerade värden.

<sup>2)</sup> Avser uteplats, särskilt avgränsat område.

<sup>3)</sup> Avser utrymme för sömn och vila (sovrums) under tidsperioden 22.00–06.00 samt övriga bostadsrum (ej hall, förråd, och wc).

<sup>4)</sup> Avser områden med låg bakgrunds nivå.

<sup>5)</sup> Avser arbetslokaler för tyst verksamhet.

<sup>6)</sup> Avser nivå under lektionstid.

<sup>7)</sup> Vi förutsätter att fasaden har en dämpning på minst 30 dB(A), därför anges inget värde.

### **Kommentarer:**

Med planeringsfallet "NYBYGGNAD / av bana vid bebyggelse" avses en situation där spår förläggs i sådana områden där bullernivån från järnvägstrafik i planeringsskedet underskrider riktvärden för miljö kvalitet. D.v.s. i områden som ej tidigare utsatts för ljudstörningar från järnväg.

Överskrider ljudnivåerna, vid nybyggnad, de i tabell 2 angivna värdena ska åtgärder alltid övervägas.

När kraven/målsättningarna formuleras inför en banutredning anges ofta hastighetsstandard, minsta horisontalradier, fritt från plankorsningar etc. På motsvarande sätt bör miljö kvalitetskrav som bör uppfyllas anges. När man sedan studerar olika sträckningsalternativ tvingas man ofta göra avkall på dessa krav genom att minsta horisontalradien på någon delsträcka, tillåta enstaka plankorsningar, sätta upp bullerskydd istället för att gräva ner järnvägen i tunnel etc. För att uppnå maximal samhällsekonomisk lönsamhet för projektet skulle den nya järnvägssträckningen till alla delar strikt utformas efter kostnadseffektivitetsprincipen. Det skulle dock vara ett omständigt och tids-

krävande arbetssätt som ofta inte är praktiskt genomförbart. Istället formuleras målsättningar från vilka avkall görs om de leder till orimliga anläggningskostnader. En annan anledning att göra avkall på målsättningar är om det uppstår konflikter mellan olika mål, t.ex. mellan hastighetsstandard och intrångseffekter.

Efter en samhällsekonomisk bedömning, väljs sedan den sträckning som bedöms vara mest samhällsekonomiskt lönsam. Därmed kan det hävdas att man har tillämpat samhällsekonomisk lönsamhet på projektet som helhet, samtidigt som man eftersträvat att uppnå målsättningarna med projektet.

Principen om samhällsekonomisk lönsamhet för bullerskyddsåtgärder kan därför inte tillämpas generellt i detta planeringsfall. När man kommer in i detaljprojekteringsfasen uppkommer det dock ibland situationer där man tvingas välja mellan olika bullerskyddsåtgärder. Detta gäller i första hand projekt där omfattningen av bullerskyddsåtgärder inte haft någon väsentlig betydelse för val av sträckning i banutredningskedet. I ett sådant fall där åtgärden inte ger några andra väsentliga effekter är det lämpligt att använda principen om samhällsekonomisk lönsamhet.

### **Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler**

Banor bör lokaliseras så att riktvärden för miljö kvalitet från bullersynpunkt uppnås. Vid samtidig planering av bebyggelse och banor finns som regel goda förutsättningar för att uppnå låga ljudnivåer.

Ofta kan det dock vara svårt att hitta sträckningar som inte berör någon bebyggelse. Man bör då undersöka möjligheten att lägga banvallen i skärning eller planera för bullerval-lar. Givetvis med beaktande av järnvägstekniska aspekter.

Vid byggandet av nya banor intill befintlig bebyggelse kan det ibland bli svårt att klara riktvärdena.

Högsta acceptabla värden. Inga boende ska behöva utsättas för en maximal ljudnivå i sov- och boningsrum överskridande 50 dB(A). I utemiljön ska heller inga boende behöva utsättas för en

ekvivalent ljudnivå överskridande 65 dB(A) i markplan. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

### **Undervisningslokaler**

Högsta acceptabla värden. Inga undervisningslokaler ska behöva utsättas för ljudnivåer överskridande 50 dB(A) som maximalnivå. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

### **Arbetslokaler**

Högsta acceptabla värden. Inga arbetslokaler för tyst verksamhet ska behöva utsättas för ljudnivåer överskridande 65 dB(A) som maximalnivå. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

## 2.3.3 VÄSENTLIG OMBYGGNAD / av bana vid bebyggelse

Tabell 3: Nivå för övervägande av åtgärd

Lokaltyp eller	Ekvivalent ljudnivå i dB(A) Maximal för vardagsmedeldygn		dB(A) "fast"
<b>Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler</b>			
Utomhus	60 <sup>1)</sup>	55 <sup>2)</sup>	70 <sup>2)</sup>
Inomhus	se nedan <sup>6)</sup>		45 <sup>3)</sup>
<b>Undervisningslokaler</b>			45 <sup>4)</sup>
<b>Arbetslokaler</b>			60 <sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Värdena avser frifältsvärden eller till frifältsvärden korrigerade värden.

<sup>2)</sup> Avser uteplats, särskilt avgränsat område.

<sup>3)</sup> Avser utrymme för sömn och vila (sovrum) under tidsperioden 22.00–06.00 samt övriga bostadsrum (ej hall, förråd, och wc).

<sup>4)</sup> Avser nivå under lektionstid.

<sup>5)</sup> Avser arbetslokaler för tyst verksamhet.

<sup>6)</sup> Vi förutsätter att fasaden har en dämpning på minst 30 dB(A), därför anges inget värde.

### **Kommentarer:**

Med planeringsfallet "VÄSENTLIG OMBYGGNAD / av bana vid bebyggelse" avses t.ex. sidoförflyttning av banan för bättre linjeföring, byggande av ny bro, breddning från enkel- till dubbelspår eller ännu flera spår samt kapacitetsuppbyggnad av bana. Här avses inte normalt banunderhåll och byte av förbrukat materiel. Överskrider ljudnivåerna, vid väsentlig ombyggnad, de i tabell 3 angivna värdena ska åtgärder alltid övervägas.

I detta planeringsfall handlar det oftast om att göra åtgärder där man är låst av den befintliga banans sträckning såväl i plan- som höjdläge. Visserligen kan det finnas vissa möjligheter att modellera terrängen på kortare partier men i huvudsak är man hänvisad till att vidta åtgärder för att begränsa störningarna. Naturligtvis bör man ha ambitionen att klara riktvärden för miljö kvalitet. Det är dock viktigt att klargöra att detta i många fall inte är rimligt där järnvägen passerar genom tätorter. Här bör principen om samhällsekonomisk lönsamhet tillämpas förutom då högsta acceptabla värden överskrids.

I en tätort är ofta antalet fastigheter som berörs av bullerstörningar stort. Det är därför inte rimligt att strikt tillämpa principen om samhällsekonomisk lönsamhet för varje enskild fastighet. Det skulle upplevas som djupt orättvist om två intilliggande fastigheter med likartade bullerstörningar före åtgärd får väsent-

ligt skilda situationer efter åtgärd p.g.a. att det är väsentligt dyrare att vidta åtgärder för den ena fastigheten. Man måste därför pröva olika ambitionsnivåer för projektet som helhet eller för relativt homogena delsträckor. Sedan får man välja den ambitionsnivå, som är mest samhällsekonomiskt lönsam. Detta behöver dock inte betyda att principen om samhällsekonomisk lönsamhet gäller för varje enskild åtgärd i den valda ambitionsnivån. Det är inte heller självklart att man i alla lägen bör välja den ambitionsnivå som är mest samhällsekonomiskt lönsam. Om en högre ambitionsnivå är samhällsekonomiskt lönsam men inte lika lönsam som den lägre bör man välja den högre nivån om den ger väsentligt mindre bullerstörningar. Förutsättningen är dock att den högre ambitionsnivån är tillräckligt samhällsekonomiskt lönsam för att inte objektets totala samhällsekonomiska lönsamhet ska försämrats. D.v.s. om ett objekt har prioriterats i stornätsplanen utifrån förutsättningen att  $NNK = 0,4$  och att anläggningskostnader och bullereffekter i den samhällsekonomiska kalkylen baserats på den lägre ambitionsnivån för bullerskyddsåtgärder måste de ökade anläggningskostnaderna för den högre ambitionsnivån kompenseras genom värdet av minskade bullerstörningar. Detta innebär att det inte är tillräckligt att  $NNK > 0$  för den högre ambitionsnivån avseende bulleråtgärder utan den måste vara tillräckligt hög för att objektets totala lönsamhet inte ska försämrats.

### **Permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler**

Åtgärder övervägs då ljudnivåerna överskrider de i tabell 3 (sid. 17) angivna värdena. För maximalnivåer i sovrum gäller detta om överskridandet med stängda fönster sker fler än 1-5 ggr/natt. Hur många fordonspassager som kan accepteras får avgöras från fall till fall, beroende av fordonstyper, trafikeringstider etc.

Att bullerskydda balkonger (t.ex. inglasning) är i flerbostadshus normalt inte aktuellt, åtgärderna skulle innebära orimliga kostnader. En inglasad balkong kan inte heller ses som en uteplats. För att klara en dräglig utemiljö bör åtgärder istället inriktas på att ordna annan, för hyresgästerna, gemensam uteplats. I första hand bör denna anordnas i markplan på den sida som vetter från järnvägen.



Högsta acceptabla värden. Inga boende ska behöva utsättas för fler än fem störningstillfällen med maximal ljudnivå i sovrum överskridande 55 dB(A) under natt (22.00-06.00). I utemiljön ska heller inga boende behöva utsättas för en ekvivalent ljudnivå överskridande 70 dB(A) i markplan. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

### **Undervisningslokaler**

I normalfallet ska inga skyddsåtgärder behöva vidtas om man ligger under maximalnivån 50 dB(A).

Högsta acceptabla värden. Inga undervisningslokaler ska behöva utsättas för ljudnivåer överskridande 55 dB(A) som maximalnivå. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

### **Arbetslokaler**

I normalfallet ska inga skyddsåtgärder behöva vidtas om man ligger under maximalnivån 65 dB(A).

Högsta acceptabla värden. Inga arbetslokaler för tyst verksamhet ska behöva utsättas för ljudnivåer överskridande 70 dB(A) som maximalnivå. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

## 2.3.4 BEFINTLIG MILJÖ / Bana vid bebyggelse

Tabell 4: Nivå för övervägande av åtgärd

Lokaltyp eller områdestyp	Ekvivalent ljudnivå i dB(A) vardagsmedeldygn	Maximal ljudnivå i sovrum i dB(A) "fast" 22.00–06.00
<b>Permanentbostäder</b>		
Inomhus		55 <sup>1)</sup>
Utomhus	70 <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup> Avser utrymme för sömn och vila (sovrum) under tidsperioden 22.00–06.00.

<sup>2)</sup> Värdet avser frifältsvärde eller till frifältsvärde korrigerat värde.

### **Kommentarer:**

Med planeringsfallet "BEFINTLIG MILJÖ / Bana vid bebyggelse" avses banor som inte är aktuella för någon form av infrastrukturell åtgärd.

Överskrider ljudnivåerna, vid befintlig miljö, de i tabell 4 angivna värdena ska åtgärder alltid övervägas. För maximalnivåer i sovrum gäller detta om överskridandet med stängda fönster sker fler än 1–5 ggr/natt. Hur många fordonspassager som kan accepteras får avgöras från fall till fall, beroende av fordonstyper, trafikeringstider etc.

Banverket har som etappmål att år 2004 ska ingen utmed statens spåranläggningar behöva utsättas för bullernivåer över 55 dB(A) i sovrum fler än fem ggr/natt.

Ökade hastigheter och tyngre tåg kan innebära ökade bullerstörningar. Är dessa förändringar inte förknippade med tekniska åtgärder i infrastrukturen på aktuell bandel bör skyddsåtgärder enligt planeringsfall för "BEFINTLIG MILJÖ" tillämpas.

Här handlar det vanligtvis om objekt som är specifikt inriktade på att lösa bullerproblem. Detta innebär att åtgärder studeras speciellt för en enskild fastighet eller en grupp av fastigheter med likartade problem. Teoretiskt skulle alla objekt som är samhällsekonomiskt lönsamma, d.v.s. NNK > 0 genomföras med en prioriteringsordning efter fallande NNK. Eftersom det sannolikt alltid kommer att finnas andra åtgärder på järnvägsnätet, som har NNK > 0,2–0,3 kommer i praktiken de bulleråtgärder som har låg NNK aldrig att utföras.

När man ska välja ambitionsnivå för ett objekt måste man ta hänsyn till såväl principen om samhällsekonomisk lönsamhet, som i vilken grad ambitionsnivån uppfyller miljökraven. Som regel är den billigaste åtgärden, typ tilläggsrutor och fönsterbyten, den mest lönsamma. Den kan därför ges hög prioritet och genomföras snabbt. Problemet är att åtgärden efterlämnas olösta bullerproblem, som sannolikt aldrig kommer att kunna åtgärdas, eftersom åtgärden inte blir samhällsekonomiskt lönsamma när de mest akuta bullerproblemen åtgärdats med den billiga åtgärden.

Om man har något akut bullerproblem som måste lösas snabbt bör man välja den mest samhällsekonomiskt lönsamma åtgärden. Strävar man istället för att mer långsiktigt lösa bullerproblematiken bör man försöka finna en ambitionsnivå som kan begränsa bullerstörningarna så långt som möjligt. Fortfarande måste dock gälla att åtgärden är tillräckligt lönsamma för att kunna konkurrera med andra åtgärder på järnvägsnätet.

När åtgärd genomförs bör man eftersträva att gå så långt som möjligt ner mot riktvärden för miljö kvalitet.

### **Bostäder**

Högsta acceptabla värden. Ingaboende ska behöva utsättas för fler än fem störningstillfällen med maximal ljudnivå i sovrum överskridande 55 dB(A) under natt (22.00-06.00). I utemiljö ska heller inga boende behöva utsättas för en ekvivalent ljudnivå överskridande 70 dB(A) i markplan. För att klara detta kan åtgärder behöva vidtas utan att de är samhällsekonomiskt lönsamma.

## 2.4 BERÄKNING OCH MÄTNING AV BULLER

Beräknade ljudnivåer ska i första hand användas vid tillämpningen av riktvärden. Med ljudnivåer som anges i detta dokument menas de beräknade nivåer som erhålls med NV:s beräkningsmodell rapport 3059 "Buller från spårbunden trafik, Beräkningsmodell" (ref. 9). En revision sker dock för närvarande och beräknas vara slutförd under 1997.

Sveriges Provnings- och forskningsinstitut (SP) har under 1993 genomfört en mängd mätningar på tågpassager (ref. 10). Dessa mätningar har visat att vissa tågtyper är betydligt tystare än vad man tidigare trott. Därför har vissa korrigeringar tagits fram, dessa ska användas intill dess att den nya beräkningsmodellen blir gällande. Av bilaga 3 framgår vilka korrigeringar som kan göras av de värden som erhålls i nuvarande beräkningsmodell.

Vid situationer där beräkningsmodellen ej är tillämpbar, t.ex. vid komplicerad terräng, kan man istället utgå från mätvärden.

Ett annat exempel där det är olämpligt att enbart använda beräknade värden är vid mötestationer. Bostäderna närmast sådana kan på grund av inbromsningar och accelerationer utsättas för höga ljudnivåer som inte "fångas upp" i beräkningsmodellen.

Utförs mätningar ska de göras enligt mätmetod som finns beskriven i SP rapport "Buller från spårburen trafik - förslag till mätmetod 1995:40". Denna mätmetod har även antagits som standard av det nordiska standardiseringsorganet "Nordtest".

Slutligen gäller att avvikelser uppåt och nedåt med upp till två dB(A) normalt inte behöver betraktas som avvikande i samband med jämförelser av beräknade och uppmätta värden med riktvärden.



# 3. VIBRATIONER

## 3.1 RIKTLINJER

Planeringsmålen utgör långsiktiga mål för vibrationsbegränsande åtgärder. För samtliga planeringssituationer ska man alltid sträva efter att uppnå riktvärdena för "miljökvalitet". Utgångspunkten är att vidta de vibrationsdämpande åtgärder som är tekniskt möjliga, ekonomiskt rimliga och miljömässigt motiverade. Förutsättningarna att uppnå "riktvärden för miljökvalitet" varierar naturligtvis stort för olika planeringssituationer och är bäst vid planering av nya järnvägssträckningar. I bebyggelseområden med befintlig järnväg tvingas man ofta att acceptera högre vibrationsnivåer.

Att klara de långsiktiga målen för miljökvalitet i samtliga planeringssituationer är mycket kostsamt och rimligt endast i ett mycket långt tidsperspektiv.

Föreliggande skrift behandlar åtgärdsnivåer för olika planeringssituationer. Utgångspunkten har varit att skapa ett underlag för tillämpning så att tillgängliga ekonomiska medel används på, från hälso- och miljösynpunkt, ett kostnadseffektivt sätt.

Vibrationsnivåerna anges här endast som vägda RMS-värden. För att räkna om medelmaxvärden (mest vanliga vibrationsmåttet inom Banverket) till "RMS-värden" kan man använda en särskild lathund som tagits fram. (Se vidare ref. 15).

Banverket har ett övergripande sektoransvar för miljöfrågor för all spårburen trafik. Sektoransvaret innebär bl.a. att Banverket ska informera andra spårinnehavare om behovet av att långsiktigt miljöanpassa järnvägstransporterna.

## 3.2 PLANERINGSMÅL

### 3.2.1 Riktvärden för miljö kvalitet

Vibrationsnivå RMS (1-80 Hz)	Hastighet	Acceleration
	0,4 mm/s	14 mm/s <sup>2</sup>

Angivna värden enligt SS 460 48 61 (ref. 8), d.v.s. max RMS-värden, tidsvägning "slow" och frekvensvägt enligt ISO 8041 (ref. 13) inom frekvensområdet 1-80 Hz.

#### **Kommentarer:**

Ovan angivna värden avser nivåer som långsiktigt bör eftersträvas vid permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler. Riktvärdena speglar enbart vilka nivåer som bör uppfyllas för att klara en god miljö kvalitet med utgångspunkt från dagens kunskaper om störningsupplevelser. Riktvärdena är framtagna för att eliminera risken för störningar från järnvägs-trafik nattetid. Nivåerna avser utrymmen där människor stadigvarande vistas, främst utrymmen för sömn och vila.

Riktvärdena är avsedda att tillämpas för störningar från järnvägstrafik. Riktvärdena är däremot inte avsedda att tillämpas på störningar från tillfälliga aktiviteter som bygg- och anläggningsarbeten.

### 3.2.2 Störningsupplevelser av vibrationer

Hur människor upplever och karaktäriserar vibrationer med lågt frekvensinnehåll varierar i hög grad på både fysiologiska och psykologiska faktorer. Liggande personer är t.ex. betydligt känsligare för horisontala svängningsrörelser än för vertikala, speciellt när de uppträder nattetid då annan bakgrundsstörning upphört.

#### **Känsletröskeln**

Känsletröskeln för individer varierar inom vida gränser, bl.a. beroende av vilket psykologiskt tillstånd personen befinner sig i och vad man för tillfället sysslar med.

Ett snittvärde för känseltröskeln, d.v.s. den nivå där man kan känna en vibration, är ca 0,3 mm/s (RMS) i frekvensområdet 10-100 Hz. Enligt ISO 2631 (ref. 12) är känseltröskeln den enda säkra undre gränsen om man vill undvika störande vibrationer.

### **Psykologiska effekter**

Störningar till följd av vibrationer kan yttra sig som sömnsvårigheter, insomningsproblem, koncentrationsproblem eller allmän trötthet. Sömnstörningar är del allvarligaste effekten av vibrationer.

Banverket har sedan lång tid tillbaka mätt vibrationer i fastigheter nära järnvägen. Vid nivån ca 0,5 mm/s (RMS-värde, vägt) upplevs vibrationen klart märkbar och vid nivåer överstigande 1,2-1,5 mm/s nattetid brukar de flesta karaktärisera dem som kraftigt kännbara. Lätt sovande personer kan vakna redan vid nivåer kring 1,5-2 mm/s. Vanan att utsättas för störningar har dock stor betydelse i sammanhanget, vilket många nyinflyttade märker. Efter en tid högs oftast reagensnivån och man reagerar endast på mer svårartade vibrationsföreteelser utanför det normala mönstret.

Varaktigheten av de kraftiga nivåerna är även väsentlig för upplevelsen av svängningen.

Göteborg universitet har under senare tid studerat störningseffekter från buller och vibrationer på delar av det svenska bannätet (ref. 1). Av dessa studier framgår att störningsupplevelserna är betydande i områden som utsätts för kraftiga vibrationer (>1 mm/s). När tåg framförs uppkommer i banvallen vibrationer som sprids ut i omgivningen. Hur höga nivåer och till vilket avstånd vibrationer fortplantas beror på en mängd faktorer. Godståg är t.ex. betydligt större vibrationsalstrare, trots relativt låga hastigheter, än persontåg. De senare är sällan föremål för klagomål.

Allvarligaste vibrationerna uppträder när tunga enhetslastade godståg passerar över lösa jordar (lera). Vibrationerna kan spridas över stora områden och kan påverka även ansevärd byggnader. Kraftiga vibrationer som får hela jordmassor att komma i resonans är vanligt förekommande i frekvensområdet 3,5-6 Hz. Höga svängningar kan kulminera upp till 10 sekunder



och nivåer över känseltröskeln kan bestå i 25-35 sekunder.

I fasta jordar (t.ex. morän) uppträder de dominerande vibrationerna vid frekvenser över 15 Hz, oftast vid 25-30 Hz. Här är vibrationsnivån lägre och spridningen i jorden betydligt mindre, varför problemen också är mindre.

I mycket närbelägna byggnader på berg eller fast morän kan vibrationerna uppträda som stömljud. Nivåerna är dock små.

#### **Fysiologiska effekter**

Bestående fysiologiska effekter uppkommer inte till följd av vibrationer från tågtrafik. Vibrationer kan dock framkalla ökad hjärtverksamhet, snabbare puls och andning och större lungventilation o.s.v.

### **3.2.3 Vibrationers inverkan på byggnader**

Vibrationer kan påverka byggnader så att skador uppkommer. Det är dock mycket sällsynt att tåg-vibrationer orsakar sprickor eller sättningar på normalt grundlagda byggnader. Där skador konstaterats har byggnader även påverkats av andra faktorer, t.ex. förändrade grundvattenförhållanden, och skulle ändå skadats utan vibrationspåverkan. Vibrationerna kan dock ha "accelererat" åldrandet på konstruktionen.

Skador av vibrationer på byggnader kan orsakas av töjning, egensvängningar eller sättningar.

*Töjning* uppkommer på två olika sätt. Dels kan byggnaden ligga så nära banan att den påverkas av nedböjning av banan som tågen orsakar. Dels kan töjningen orsakas av den vibrationsvåg som sprids längs markytan.

*Egensvängning* kan uppkomma om vibrationsvågen har en frekvens som är nära byggnadens egenfrekvens. En förutsättning för att resonans uppträder är dock att svängningen har en viss varaktighet. Det kan uppträda vid passage av långa enhetslastade godståg.

*Sättningar* kan uppkomma eller påskyndas av tåg vibrationer. Problemet gäller främst löst lagrade friktionsjordad. Det är dock svårt att peka ut vibrationer som källan till en sättning då dessa kan bero på en mängd olika orsaker. Skred kan normalt inte utlösas genom vibrationer av trafikkaraktär. I extrema fall kan dock vibrationer vara den utlösande faktorn. Det ligger i banhuvudmannens intresse at sådana händelser inte uppstår.

## 3.3 ÅTGÄRDSNIVÅER

### 3.3.1 Allmänt

Principen i riktlinjer och tillämpning för vibrationsbegränsande åtgärder är att när åtgärder vidtas bör alltid riktvärden för "miljökvalitet" eftersträvas oavsett plane-ringssituation.

Förutsättningarna att uppnå dessa riktvärden varierar naturligtvis stort för olika plane-ringssituationer och är bäst vid planering av nya järnvägssträckningar.

Även om man har en hög ambitionsnivå att begränsa vibrationsstörningar kan det ibland vara svårt att med rimliga åtgärder nå riktvärden för miljökvalitet. Vilka nivåer som kan klaras får i det enskilda fallet bedömas utifrån vad som är tekniskt möjligt, ekonomiskt rimligt och miljömässigt motiverat. Skyddsåtgärder är ofta mycket dyra och det är svårt att förutsäga effekterna av olika åtgärder.

Till skillnad från bullerstörningar, som relativt väl kan modellberäknas, varierar vibrationsstörningarna starkt mellan närliggande och snarlika hus. Några enkla samband mellan byggnadstyper, geotekniska förhållanden och tågens utformning eller hastighet föreligger inte. Vibrationsnivåerna är dock beroende av tågens massa och hastigheter. Sedan avgör de lokala förhållandena, och varje plats är unik i sitt slag. Vibrationsnivåerna varierar också med tidpunkten på året, beroende av tjälad mark. Angivna nivåer avser normalförhållanden och inte platsunika situationer. Det är t.ex. inte rimligt att klara viss vibrationsnivå med tjälad mark om man i normalfallet, huvuddelen av året, inte har den situationen.

Vilka områden som kan bli aktuella för åtgärder bestäms av principer för olika planeringsfall, vilka behandlas vart och ett för sig. Se avsnitt 3.3.2-3.3.4. Överskrids dessa nivåer ska åtgärder alltid övervägas. Platsen där riktvärdena ska uppfyllas får avgöras i det enskilda fallet. Normalt avses sovrumsnivåer.

Ökade hastigheter och tyngre tåg kan innebära ökade vibrationsstörningar. Är dessa förändringar inte förknippade med tekniska åtgärder

på aktuell bandel bör skyddsåtgärder enligt planeringsfall för "BEFINTLIG MILJÖ" tillämpas.

Åtgärdernas omfattning avgörs med utgångspunkt från vad som är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt motiverat i det enskilda fallet. Utgångspunkten är de erfarenheter som vunnits av skyddsåtgärder som genomförts på andra platser inom järnvägssystemet, och dess effekter.

För att skyddsåtgärder ska vidtas krävs att åtgärden får avsedd effekt. Kommer störningen att kvarstå, t.ex. på grund av att andra störande verksamheter fortgår bör skyddsåtgärder avvaktas i väntan på att gemensamma åtgärder vidtas. Banhuvudmannen bör dock ta sitt åtgärdsansvar om garantier finns för att de andra åtgärderna planeras inom en överskådlig framtid. Glöm inte heller kombinationseffekter av buller och vibrationer. En åtgärd som enbart reducerar vibrationerna kan få begränsad effekt om man inte samtidigt ser över bullersituationen.

Man bör vidare verka för att i möjligaste mån hitta former för samfinansiering av skyddsåtgärder. Det kan t.ex. röra sig om ett kommunalt samarbete i syfte att förbättra miljösituationen i kommunen. Situationen med omgivningsstörningar har ofta uppkommit efter det att kommunen släppt till mark alltför nära järnvägen.

Vid prioritering av åtgärder i områden med höga vibrationsnivåer är det särskilt viktigt att begränsa vibrationsnivåerna för sovrum nattetid, särskilt om trafikintensiteten är hög.

Följande faktorer bör beaktas vid en avvägning av vilka åtgärder som bör vidtas.

- \* Graden av störning.
- \* Olägenheternas omfattning, antal personer som exponeras för vibrationer. Exploateringstal är ett bra sätt att översiktligt bedöma bebyggelseätheten.
- \* Typ av lokaler eller områden som utsätts för vibrationer.
- \* Varaktigheten hos olägenheterna samt tidpunkt för störningarna.

\* Kostnader för olika åtgärder.

\* Åtgärdernas effekt.

\* Bakgrundsnivåer. Får inte en åtgärd avsedd effekt, t.ex. beroende av att bakgrundsnivån är hög i området, bör åtgärden inte vidtas förrän det är klarlagt hur situationen i övrigt ska förbättras.

### 3.3.2 NYBYGGNAD / av bana vid bebyggelse

Vibrationsnivå RMS (1–80 Hz)	Hastighet	Acceleration
	0,4 mm/s	14 mm/s <sup>2</sup>

Värden avser permanentbostäder, fritidsbostäder och vårdlokaler. Angivna värden enligt SS 460 48 61, d.v.s. max RMS-värden, tidsvägning "slow" och frekvensvägt enligt ISO 8041 inom frekvensområdet 1–80 Hz.

#### **Kommentarer:**

Åtgärdsnivåerna avser utrymmen där människor stadigvarande vistas, främst utrymmen för sömn och vila.

Med planeringsfallet "NYBYGGNAD / av bana vid bebyggelse" avses en situation där spår förläggs i sådana områden där vibrationsnivån från järnvägstrafik i planeringsskedet underskrider riktvärdet för miljö kvalitet. Det vill säga, i områden som normalt ej tidigare utsatts för vibrationsstörningar från tågtrafik. Överskrider vibrationsnivåerna, vid NYBYGGNAD, de i tabellen ovan angivna värdena ska åtgärder alltid övervägas.

Högsta acceptabla värden. Inga boende ska behöva utsättas för vibrationsnivåer över 0,7 mm/s i sovrum nattetid. Kan detta ej nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inlösen av fastigheten.

### 3.3.3 VÄSENTLIG OMBYGGNAD / av bana vid bebyggelse

Nivå för övervägande av åtgärd

Vibrationsnivå RMS (1–80 Hz)	Hastighet	Acceleration
	0,4 mm/s	14 mm/s <sup>2</sup>

Värden avser **permanentbostäder, fritidsbostäder** och **vårdlokaler**. Nivåer i sovrum, nattetid (22.00–06.00).

Angivna värden enligt SS 460 48 61, d.v.s. max RMS-värden, tidsvägning "slow" och frekvensvägt enligt ISO 8041 inom frekvensområdet 1–80 Hz.

#### **Kommentarer:**

Med planeringsfallet "VÄSENTLIG OMBYGGNAD / av bana vid bebyggelse" avses t.ex. sidoförflyttning av banan för bättre linjeföring, byggande av ny bro invid gammal, breddning från enkel- till dubbelspår eller ännu flera spår.

Överskrider vibrationsnivåerna, vid VÄSENTLIG OMBYGGNAD, de i tabellen ovan angivna värdena ska åtgärder alltid övervägas. Observera att åtgärdsnivåerna här, till skillnad från nybyggnadsfallet, endast avser sovrum.

Högsta acceptabla värden. Inga boende ska behöva utsättas för vibrationsnivåer över 1,0 mm/s i sovrum nattetid. Kan detta ej nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inlösen av fastigheten.

### **3.3.4 BEFINTLIG MILJÖ / Bana vid bebyggelse**

Nivå för övervägande av åtgärd

Vibrationsnivå RMS (1–80 Hz)	Hastighet	Acceleration
	1,0 mm/s	36 mm/s <sup>2</sup>

Värden avser **permanentbostäder**. Nivåer i sovrum, nattetid (22.00–06.00). Angivna värden enligt SS 460 48 61, d.v.s. max RMS-värden, tidsvägning "slow" och frekvensvägt enligt ISO 8041 inom frekvensområdet 1–80 Hz.

#### **Kommentarer:**

Med planeringsfallet "BEFINTLIG MILJÖ / Bana vid bebyggelse" avses banor som inte är aktuella för någon infrastrukturell åtgärd.

Överskrider vibrationsnivåerna, vid BEFINTLIG MILJÖ, de i tabellen angivna värdena ska åtgärder alltid övervägas. Banverket har som etappmål att år 2004 ska ingen utmed statens spåranläggningar behöva utsättas för vibrationsnivåer över 2,5 mm/s i sovrum nattetid. För att klara detta krävs normalt inlösen av fastigheten eller hastighetsnedsättning.

Ökade hastigheter och tyngre tåg kan innebära ökade vibrationsstörningar. Är dessa förändringar inte förknippade med tekniska åtgärder i infrastrukturen på aktuell bandel bör skyddsåtgärder enligt planeringsfall för "BEFINTLIG MILJÖ" tillämpas.

Långsiktigt ska ingen behöva utsättas för vibrationsnivåer över 1 mm/s i sovrum, nattetid. En översiktlig utredning (ref. 11) har visat att ca 1.000 lägenheter i Sverige utsätts för nattliga vibrationsnivåer överstigande 1,0 mm/s. Banverkets regioner kommer att detaljinventera aktuella områden. När det gäller länsjärnvägar ska utredningsmaterialet tillställas länsstyrelsen som ansvarar för att åtgärdsplaner upprättas och att pengar för skyddsåtgärder plockas fram.

Eftersom vibrationsåtgärderna är effektivast att vidta i själva bankroppen blir åtgärderna mycket dyra och bör samordnas med andra banarbeten. Som exempel på kostnader kan nämnas 2 000–10 000 kr/m för kalkstabilisering och för påldäck 2–3 gånger denna summa. Därav följer



att det för enstaka hus som regel är skäligare att erbjuda inlösen än att vidta skyddsåtgärder.

Högsta acceptabla värden. År 2004 ska inga boende utmed statens spåranläggningar utsättas för nivåer över 2,5 mm/s i sovrum nattetid. Lång-siktigt ska inga boende behöva utsättas för vibrationsnivåer över 1,0 mm/s i sovrum nattetid. Kan detta ej nås med rimliga tekniska åtgärder bör fastighetsägaren erbjudas inlösen av fastigheten.

## 3.5 MÄTNING AV VIBRATIONER

Mätning, utvärdering och rapportskrivning ska följa normen för svensk standard, SS 460 48 61, fastställd 9 september 1992 (ref. 8).

Beroende av om orsaken till mätinsatsen avser skade- eller komfortbedömning görs vissa modifieringar. Vid allvarligare skador bör i möjligaste mån normen SS 460 48 60 (ref. 14), följas i tillämpliga delar. Ytterligare beskrivningar finns att hämta i "Lathund för omvandling av olika vibrationsenheter", utgiven av Statens Naturvårdsverk i samarbete med Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (ref. 15).

Nedan sammanfattas det viktigaste från SS 460 48 61, kompletterat med järnvägsspecifika synpunkter.

### **Mätförfarande**

Mätpunkter och mätriktningar. Givarna ska bland annat placeras där den störde anser att vibrationen är värst. Givare bör även placeras där utredaren, med sin kunskap om byggnadsstommens variation i vekhet, bedömer att vibrationerna kan vara som kraftigast. I byggnadsgrunden är oftast den vertikala komponenten (z) högre än komponenterna i horisontal (x) och vertikal riktning (y). De högsta vertikala svängningarna brukar uppträda i det golv som har den längsta spännvidden. I de övre våningsplanen dominerar i regel horisontala svängningar.

Mätning bör till en början ske i alla tre svängningsplanen. Visar det sig att i något svängningsplan nivån är låg, utesluts denna mätriktning.

Generellt placeras givare både i grunden, t.ex. intill markanta skador, och i de övre våningsplanen. Om man bedömer att vibrationsdämpande åtgärder kan vara möjliga ska givare även placeras i jorden i närheten av både spårområdet och byggnaden.

Signalerna bör insamlas samtidigt från samtliga givare. Mätning bör pågå från strax innan givarna börjar reagera på tågets ankomst till dess "lugnet åter lagt sig". Vid passage av långa godståg blir insamlingstiden 30-35 sekunder. Vid obemannad mätning kan trigging ske med signal från givare placerad intill spåret

eller fastsatt i byggnadsgrunden. Görs obemannad mätning ska signifikanta tågpassager i början och slutet av mätperioden registreras i sin helhet med sådan mätutrustning att signalerna senare kan analyseras med avseende på t.ex. resonanseffekter och dominerande frekvenser. Förändringar ska också kunna utläsas i tidshänseende (händelseförloppen). Mätningen bör omfatta en veckas tågpassager, varför obemannad mätning av ekonomiska skäl är att föredra.

Det är väsentligt att man mäter de tåg som den klagande anser vara värst. Man bör också vara överens om den rätta tiden för mätning. Det är viktigt att ta reda på godstågens vikter och hastigheter där så är möjligt.

Där man innan mätningen bedömer att nivåerna uppenbart är låga och inget fog finns för klagomål, begränsas mätningen till enstaka punkt (om man ändå vill få detta bekräftat).

Mätresultat. Mätresultaten ska uttryckas som det maximala effektivvärdet (RMS-värdet) med tidsvägningen S av den vägda accelerations- eller hastighetsnivån. Enheten ska vara  $\text{mm/s}^2$  eller  $\text{mm/s}$ . Resultaten presenteras i tabellform, utvisande tidpunkten för resp. händelse, tågslag och dess vikt och hastighet samt vibrationsvärdena vid samtliga mätplatser. Frekvensområden för dominerande vibrationer ska alltid registreras. Kurvförlopp utvisande vibrationer uttryckt i tidsdomän (frekvensvägt) över hel tågpassage ska bifogas. Vilka mätpunkter som ska redovisas mer detaljerat väljs selektivt beroende av arten av störning och ändamålet med mätningen.

### **Rapport**

Mätrapporten ska innehålla följande information:

Mätansvarig och företag

Beteckning på rapporten, datum

Beställare

Beskrivning av:

\* Uppdrag och förekommande klagomål.

\* Mätpunkter

- \* Vibrationskällor, d.v.s. tågslag och dess driftsförhållanden.
- \* Spårssystem och spårlägen, bankroppens uppbyggnad, korsande vägar.
- \* Topografin och geologiska förhållanden mellan banan och stört objekt, glöm ej grundvatten.
- \* Byggnadsbeskrivning, grundläggning, konstruktion, bjälklag utformning, skador och belastning samt ålder. Förekommer skador av större dignitet ska dessa i tillämpliga delar karteras enligt SS 460 48 60.
- \* Mätutrustning
- \* Eventuella avvikelser.
- \* Resultat
- \* Kommentarer till mätningarna och resultaten, ange om t.ex. resonanseffekter förekommer.
- \* Kan det vara tekniskt och ekonomiskt rimligt att vidta åtgärder ska sådana föreslås (i förekommande fall).

### **Mätutrustning**

Mätinstrument. Mätningarna utförs med ett mät-system som kan bestå av givare, ingångs- eller konditioneringsförstärkare, minnesfunktion för tidsförlopp, bandbegränsnings- och vägningsfilter, detektor samt indikator som visar mätresultat.

Givare ingångs- och konditioneringsförstärkare. Amplitudresponserna för kombinationen av givare, ingångs- och konditioneringsförstärkare ska vara linjär inom frekvensområdet 1-80 Hz. Accelerometrar är att föredra, men hastighetsgivare kan användas om frekvensområdet så tillåter.

Används sådana ska dess amplitudrespons vara linjär för frekvensen över 2 Hz.

Bandbegränsnings- och vägningsfilter. Bandbegränsnings- och vägningsfilter ska uppfylla kraven på kombinerade riktningar enligt ISO 8041 (ref. 10). Detta filter överensstämmer med motsvarande vägningskurva i ISO 2631-2 (ref. 12).

Gäller frågeställningarna enbart skadefall på byggnad utan koppling till upplevelsen ska frekvensvägning inte utföras.

Kalibrering och kontroll. Mätssystemets funktion ska kontrolleras för varje mättillfälle. Givare ska kalibreras varje år och hela mätssystemet vartannat år. Kalibreringen ska antingen utföras på ackrediterad mätplats eller med certifierad referens. Kalibreringen ska göras både med och utan vägningsfilter. Mätosäkerheten vid kalibrering av hela mätssystemet får ej vara större än 5%.

Signal/brusförhållandet. Mätssystemets signal/brusförhållande får inte vara mindre än 3:1, d.v.s. mindre än 10 dB(A). Korrigering av mätresultaten för längre signal/brusförhållanden får ej förekomma.

# 4. RIKTVÄRDEN OCH GRÄNSVÄRDEN

## **Skilj på riktvärden och gränsvärden**

Det är viktigt att skilja på begreppen riktvärden och gränsvärden.

**Riktvärden** utgör de värden som alltid bör eftersträvas och kan ses som långsiktiga mål. Med riktvärden för miljö kvalitet avses nivåer vilka ej bör överskridas, åtminstone inte ofta, för att uppehålla en god miljö.

Riktvärden har framtagits för att tjäna som vägledning för banhuvudmannen och tillsynsmyndigheten, när det ska bestämmas vilket värde som i det särskilda fallet ska utgöra gräns för verksamheten (jämför förarbeten till miljöskyddslagen).

Riktvärden ger inget uttryck för den tekniska/ekonomiska/miljömässiga värdering som ska göras i det enskilda fallet. En sådan värdering medför ofta att man måste acceptera högre buller- och vibrationsnivåer.

Värdena baseras på dagens kunskap om järnvägens buller- och vibrationsstörningar och dess negativa inverkan på de människor som utsätts för det. Riktvärden är avsedda att tillämpas i samband med planering av järnvägar på följande sätt:

- aktuella buller- och vibrationsnivåer kartläggs i samband med planeringen.
- vid överskridanden av riktvärden övervägs planeringsåtgärder i första hand.
- om detta inte räcker, övervägs skyddsåtgärder upp till en rimlig kostnad.

**Gränsvärden** är värden som i en miljöprovning lagts fast och som aldrig får överskridas. Om ett gränsvärde som fastställts i en miljöprovning överskrids kan det bli aktuellt med övervägande av åtgärder i form av straff och/eller miljöskyddsavgifter.

Under vissa betingelser kan bestämmelser om högsta störningsnivå läggas fast i detaljplan. Om det överskrids kan den som handhar den bullrande verksamheten åläggas göra åtgärder så att gränsvärdet uppfylls. Se vidare avsnittet plangranskning.





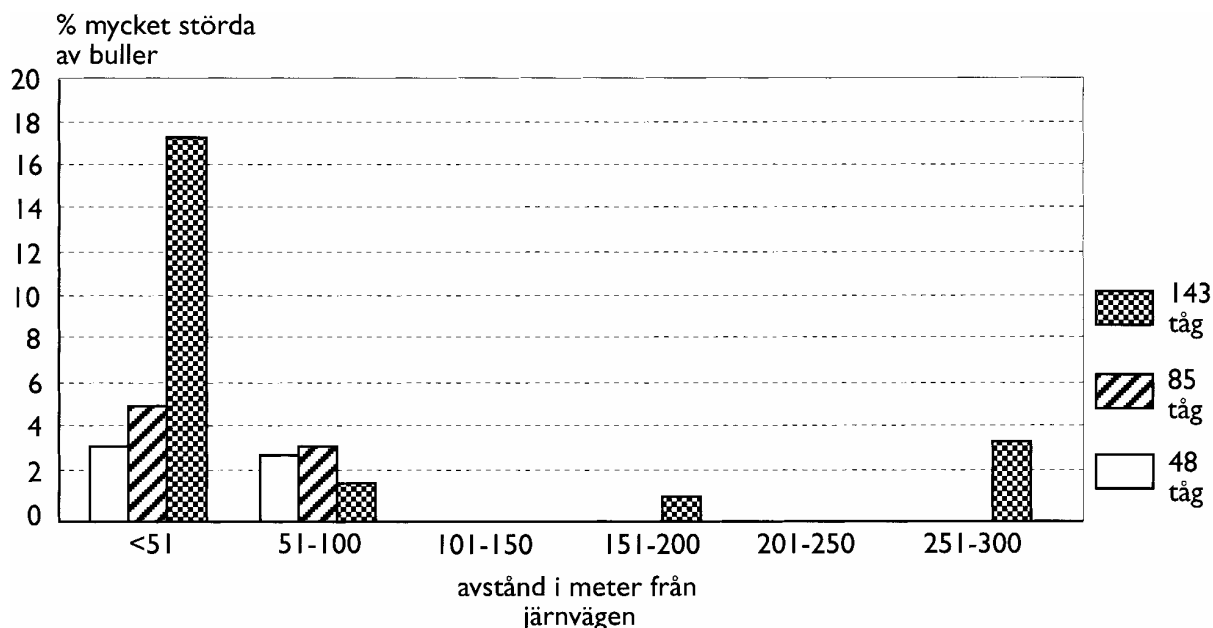
# 5. PLAN- OCH BYGGLOVSGRANSKNING

## 5.1 AKTIV GRANSKNING AV PLANER OCH BYGGLOV ÄR VIKTIGT

Trafikleder och bebyggelse bör lokaliseras så att riktvärden för miljö kvalitet från buller och vibrationssynpunkt innehålls.

Vid samtidig planering av bebyggelse och trafiknät finns som regel goda förutsättningar för att klara detta. Det är svårt och olämpligt att ange några direkta skyddsavstånd från järnväg för att förhindra störningar. Nedan ges dock några kommentarer som en vägledning.

Vidtas inga speciella skyddsåtgärder (bullerplank etc.) krävs normalt ett avstånd av 150

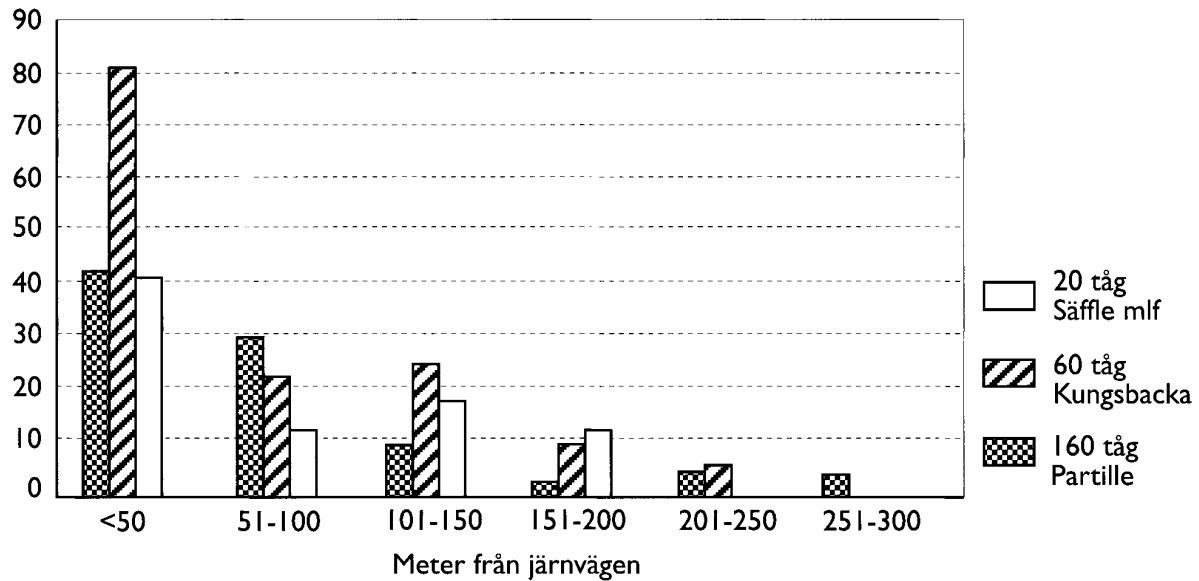


meter eller mer för att vara säkra på att störningarna blir ringa. Förutsatt att vibrationsnivåerna är låga (<0,5 mm/s vägt RMS-värde).

Göteborgs universitet, ref. 2.

Förekommer kraftiga vibrationer (>1,0 mm/s vägt RMS-värde) blir läget ett annat. Det är då

% mycket störda  
av vibrationer



inte ovanligt att skyddsavstånd på mer än 300 meter krävs.

Göteborgs universitet, ref. 2.

Ofta finns dock önskemål om att utnyttja markområden betydligt närmare järnvägen. Kommer järnvägen närmare än 50 meter från bebyggelse bör möjligheterna att klara en bra boendemiljö noggrant utredas.

Ett alternativ för att minska avstånden mellan bebyggelse och järnväg kan vara att placera husen relativt nära järnvägen och utnyttja dessa som skärm för bullret. En förutsättning för detta är dock att fasaden är vidsträckt och att inga andra miljöproblem förutses såsom t.ex. vibrationer. Det ställer dock stora krav på fasadutformning, lägenhetsutformning m.m. Byggnaderna får inte heller ligga så placerade att de utgör hinder för räddningsinsatser samt att säkerhetsavstånd av andra skäl beaktas.

Lägenheterna bör planeras så att uteplatser, sov- och boningsrum placeras på den "tysta" sidan eller t.o.m. så att lägenheterna planeras med fönster enbart på "tysta" sidan. På motsvarande sätt kan garage, servicebyggnader m.m. utgöra bullerskydd.

### **Planer och bygglovsansökningar för verksamheter i spårområdets närhet**

Det är mycket viktigt med en aktiv granskning av planer och bygglovsansökningar som berör om-

råden i spårområdet närhet. Nära kontakter mellan banhuvudmannen och kommuner är ett måste. För att inte riskera att handlingar hamnar på fel bord kan det vara bra att ha utpekade kontaktpersoner hos banhuvudmannen för varje kommun.

Eventuella miljökrav enligt 5 kap. 7§ 11 pkt PBL ska skrivas in som planbestämmelser. Det räcker inte att det finns med i själva planbeskrivningen. Man bör därvid hävda de nivåer som anges för "miljökrav". Staten bör i planärendet bevaka att eventuella miljökrav inte utgör hinder för järnvägens framtida utveckling.

Banhuvudmannen kan också avtala med kommunen att eventuella anspråk som ställs på denne med anledning av bullerstörningar ska belasta kommunen.

Det gäller t.ex. verksamheter som genom detaljplan möjliggörs nära järnväg och där det saknas förutsättningar att klara bullerkraven och kommunen ändå vill ha fram planen, samt i bygglovsärenden där kommunen ger lov trots banhuvudmannens avstyrkan.

Vid ny- och ombyggnad av bostäder intill befintliga banor tar byggnadsnämnden alltid ställning till om det är lämpligt att bygga på föreslagen plats och vilka åtgärder som kan krävas på grund av trafikbullret.

I samband med granskning av planer kan det vara värdefullt att även vibrationsproblematiken uppmärksammas. Vid nybyggnad av banor inom jungfruliga områden, kan det dock vara svårt att prognosticera eventuella vibrationer.

Generellt kan sägas att om förstärkningsåtgärder vidtas av andra skäl t.ex. stabilitet och sättningsproblem, brukar eventuella vibrationsproblem elimineras genom dessa åtgärder. I övrigt kan endast en riskbedömning göras utifrån traditionella geotekniska undersökningar.

Potentiella riskområden kan då anses vara där mäktigheten av lös jord (lera eller organisk jord) är stor, d.v.s. >8 meter, samt att den tunga trafiken håller en hög hastighet. Mycket av vibrationsproblemen inom sådana områden kan undvikas genom att byggnaderna grundläggs på

ett sådant sätt att vibrationsöverföringen mellan undergrund och byggnadsgrund blir så liten som möjligt samt att byggnaderna utformas med så styva stommar att deras resonansfrekvenser blir högre än de vanligaste tåggenererade vibrationernas frekvenser, som är 4-6 Hz.

En annan typ av vibrations- och bullerstörningar, är vid tunnlar och liknande konstruktioner vid tätorter. Störningarna uppträder här i allmänhet som stomljud genererade av mer högfrekventa vibrationer i banan. Visar genomförda utredningar att risk för denna typ av störningar föreligger, bör med skärpa påpekas att eventuella nybyggnader måste isoleras på lämpligt sätt.

## 5.2 MILJÖKVALITETSKRAV I FYSISK PLANERING

### Översiktsplanen ger vägledande riktlinjer

Kommunernas översiktsplaner ska enligt 4 kap 1§ PBL redovisa de allmänna intressen enligt 2 kap och de miljö- och riskfaktorer som bör beaktas vid beslut om användning av mark- och vattenområdena. Vid redovisningen av de allmänna intressena ska riksintressen enligt lagen (1987:12) om hushållning med naturresurser m.m. anges särskilt.

Av planen ska framgå:

1. grunddragen i fråga om den avsedda användningen av mark- och vattenområden,
2. kommunens syn på hur den bebyggda miljön skall utvecklas och bevaras,
3. hur kommunen avser att tillgodose de redovisade riksintressena enligt lagen om hushållning med naturresurser m.m.

Översiktsplanens innebörd och konsekvenser ska kunna utläsas utan svårighet. Det betyder att kommunerna genom riktlinjer i översiktsplanen bl.a. ska beakta behovet av utvecklingsmöjligheter för trafikanläggningar, såsom vägar, flygplatser och järnvägsområden. Det ligger i sakens natur att sådana samhällsinvesteringar bör nyttjas på ett långsiktigt sätt.

Kommunen har planmonopol. Länsstyrelsen har dock en viktig roll i att granska planer och avge samrådsyttranden och pröva planer. I planprocessen ska kommunen samråda med länsstyrelsen. Länsstyrelsen ska enligt 4 kap 5§ PBL särskilt ta tillvara och samordna statens intressen och därvid:

1. tillhandahålla underlag för kommunens bedömningar och ge råd i fråga om sådana allmänna intressen enligt 2 kap. och sådana miljö- och riskfaktorer som bör beaktas vid beslut om användningen av mark- och vattenområden.
2. verka för att riksintressen enligt lagen (1987:12) om hushållning med naturresurser m.m. tillgodoses och för att sådana frågor om användningen av mark- och vattenområden som angår två eller flera kommuner samordnas på ett lämpligt sätt.

Det betyder att länsstyrelsen bl.a. ska beakta att riksintressen såsom stomjärnvägar tillgodoses i planläggningen.

Länsstyrelsens synpunkter sammanställs med andra samrådsyttranden och förslag till åtgärder i en samrådsredogörelse. Kommunen ska särskilt redogöra för de synpunkter från samrådet som inte tillgodosetts i planen.

Länsstyrelsen ska också under utställningen av översiktsplanen lämna ett granskningsyttrande enligt 4 kap. 9§ PBL.

Beslut om antagande av planen fattas av kommunfullmäktige.

### **Detaljplanen kan binda lagar**

I detaljplanen finns möjligheter att föreskriva högsta tillåtna värden för luftföroreningar, ljud eller andra störningar som provas enligt miljöskyddslagen (ML). En sådan bestämmelse blir bindande för koncessionsprövning enligt miljöskyddslagen av verksamheter i området och dess omgivning (högre krav kan ställas enligt miljöskyddslagen). Därmed kan man säkerställa de fysiska och miljömässiga förhållanden som varit avgörande för lokaliseringen av en viss verksamhet. (5 kap. 7§ PBL)

Enligt särskilda bestämmelser i speciallagar får beslut enligt dessa inte meddelas i strid mot detaljplan eller områdesbestämmelser. Det kan gälla verksamheter med särskilda krav på störningsfri omgivning eller att miljöbelastningen i ett visst område är så stor att en bestämmelse som säkerställer en acceptabel miljö för framtiden är befogad. En detaljplan ska med andra ord kunna trygga en lämplig miljö i framtiden för den Mark-användning som planen tillåter.

Som förutsättning för att bestämmelser av detta slag ska få tas in i en detaljplan anses att särskilda skäl för reglering ska föreligga. Sådana särskilda skäl kan vara att detaljplanen avser särskilt störningskänslig verksamhet eller att detaljplaneområdets lokalisering talar för att man på detta sätt bör ange en gränsnivå för den framtida belastningen som i ett visst avseende kan tillåtas för planområdet. Gränsvärden ska då skrivas in i detaljplan som planbestämmelser.

### **Vilka värden får anges**

Kommunen beslutar själva över vilka miljökvälighetsvärden som fastställs i planen. Kommunen kan följaktligen, om det finns särskilda skäl, ange gränsvärden för miljö kvalitet. Ex: bullerstörningar kan anges som maximal- och/eller ekvivalentvärden. Luftföroreningar som haltvärden o.s.v.

I regeringens proposition fastläggs dock att kommunen ska beakta att för bostadsbebyggelse eller för vård- och undervisningslokaler inte meddela längre gående krav vad gäller vägtrafikbuller och flygbuller än de riktlinjer som riksdagen godkänt. (prop. 1980/81:100 bil. 9, TU 23, rskr 257 och prop. 1981/82:98, TU 28, rskr 339). Någon motsvarande skrivning finns inte för järnvägsbuller.

Kommunen kan inte fastställa strängare värden än de som råder eller som kan förutses genom överenskomna åtgärder i befintlig miljö, d.v.s. i den miljö som råder i planområdet vid planeringstillfället. Följaktligen är kommunens möjligheter att skriva in miljö kvalitetskrav i allt väsentligt begränsade till att styra förändringar i planens omgivning. Områdesbestämmelser kan inte reglera bullernivåer.

Länsstyrelsen har själva enligt 12 kap. 1§ PBL tre veckor på sig att avgöra om man ska pröva kommunens beslut att anta, ändra eller upphäva en detaljplan eller områdesbestämmelser om det kan befaras att beslutet innebär att:

- \* ett riksintresse enligt NRL inte tillgodoses,
- \* mellankommunala frågor inte reglerats på ett lämpligt sätt,
- \* hälso- och säkerhetsfrågor inte beaktats i tillräcklig omfattning.

### Vem får överklaga kommunens beslut om detaljplan?

Kommunen är skyldig att underrätta sakägare och andra berörda som senast under utställsetiden inkommit med skriftliga synpunkter över planen. Endast dessa har rätt att överklaga.

Regeringen prövar i högsta instans.

## 6. MILJÖANSVARET

Miljöskyddslagen reglerar tillåtlighet, tillstånd och tillsyn för användningen av mark, bebyggelse eller anläggningar som medför föroreningar av mark- och vattenområden eller som medför störningar för omgivningen såsom luftföroreningar, buller, skakningar om störningen inte är helt tillfällig.

Enligt miljöskyddslagen (SFS 1969:387) ligger det juridiska ansvaret på den som utövar eller ämnar att utöva den miljöfarliga verksamheten, d.v.s. i regel på den som driver själva anläggningen. I en överenskommelse mellan SJ och Banverket om ansvarsfördelningen vid uppdelningen av järnvägens infrastruktur ansvarar Banverket för riktlinjer och tillämpning, fysiska åtgärder för bullerskydd samt är part vid krav på bullerbegränsande åtgärder vid linjetrafik. Banverket ska enligt överenskommelsen alltid utgå från att vidta åtgärder med hänsyn till riktlinjer och tillämpning i detta dokument. Innan avsteg görs från riktlinjer och tillämpning i detta dokument ska samråd ha skett med huvudkontoret.

Ibland förekommer situationer där flera bullerkällor är inblandade. Det är tveksamt om banhuvudmannen ska vidta skyddsåtgärder om inte en acceptabel effekt kan erhållas, annat än inom en rimlig tidsperiod. D.v.s. vidta inte automatiskt åtgärder för att klara riktlinjer och tillämpning i detta dokument om inte önskvärda effekter kan uppnås. Det kan exemplifieras av att bullerstörningen kvarstår på grund av vägtrafik. Ibland kan samfinansiering av skyddsåtgärder övervägas.

Naturvårdsverket, länsstyrelserna samt miljö- och hälsoskyddsnämnderna utövar tillsynen över de som bedriver den miljöfarliga verksamheten. För att lagen ska efterlevas kan tillsynsmyndigheten meddela råd, förelägganden och förbud mot verksamheten.

Vilka försiktighetsmått, begränsningar och skyddsåtgärder som ska tålas av utövaren (den som bedriver den miljöfarliga verksamheten) fastslås vid prövning. För sin tillsynsverksamhet har myndigheten rätt att ta ut avgift.



Den 1 juli 1986 trädde miljöskadelagen i kraft (SFS 1986:225). Den innehåller bland annat de ersättningsbestämmelser som tidigare fanns i miljöskyddslagen. Ett syfte med den nya lagen var att förbättra de skadelidandes möjligheter att få ersättning för miljöskador. Ett annat syfte var att få en enhetlig lag för de miljöskador som kan uppstå i omgivningen vid olika verksamheter på fastigheten.

Miljöskadelagen är tillämplig när verksamhet på en fastighet orsakar skador i omgivningen genom olika former av mark- och luftföroreningar, buller, skakningar eller andra liknande störningar. Lagen innebär att den som bedriver miljöfarlig verksamhet på en fastighet har ett ansvar för skador som verksamheten medför.

Att banhållningen är miljöfarlig verksamhet innebär inte att olägenheter från banhållning alltid medför skadeståndsskyldighet enligt miljöskadelagen. För skadeståndsskyldighet krävs att vissa förutsättningar är uppfyllda. En första förutsättning är naturligtvis att olägenheterna medfört skada. Om skadan orsakats genom uppsåt (avsiktligt handlande) eller vårdslöshet (försummelse) föreligger skyldighet att ersätta skadan.

Även om uppsåt eller vårdslöshet inte kan bevisas kan skadeståndsskyldighet likväl föreligga på grund av så kallat strikt skadeståndsansvar. För sådant strikt ansvar krävs dock att miljöstörningen inte skäligen bör tålas med hänsyn till förhållandena på orten eller till dess allmänna förekomst under jämförliga förhållanden. Man säger att strikt skadeståndsskyldighet inte föreligger om olägenheten är ortsvanlig eller allmänvanlig på sådant sätt att det får anses skäligt att den måste tålas utan ersättning. Till skillnad från miljöskyddslagen gäller även miljöskadelagen för helt tillfälliga störningar.

Ansvarig för skadorna är den som bedriver den miljöfarliga verksamheten på fastigheten, ägaren, nyttjanderättsinnehavaren eller en entreprenör.

Enligt hälsoskyddslagen (SFS 1982:1080) svarar varje kommun för hälsoskyddet inom kommunen. Miljö- och hälsoskyddsnämnden ska verka för att sanitär olägenhet inte ska uppstå. Den

ska även verka så att befintlig sanitär olägenhet undanröjs.

Begreppet sanitär olägenhet definieras som en störning som kan vara skadlig för människors hälsa och som inte är ringa eller helt tillfällig. Det innebär att hänsyn ska tas till människor som har en förhöjd känslighet gentemot yttre faktorer som kan påverka deras hälsa.

I propositionen (1981-82:219) påpekas att vid bedömningen av vad som är sanitär olägenhet ska inte ingå några tekniska eller ekonomiska värderingar. Sådana bedömningar får istället hänskjutas till vad som kan anses rimligt att kräva för att undanröja olägenheter. Det innebär att sanitär olägenhet i vissa fall kan konstateras men samtidigt också att det inte med hänsyn till bl.a. ekonomiska och tekniska förhållanden, går att undanröja omedelbart. Som exempel på ovanstående nämner propositionen att trafikbuller och avgaser från fordon i tätorter även i framtiden får accepteras i viss utsträckning.

## 7. REFERENSER

1. Effekter av exponering för buller och vibrationer från tågtrafiksundersökning i 15 tätorter, 1995. Göteborgs universitet, avdelningen för miljömedicin, Evy Öhrström, Ann-Britt Skånberg.
2. Effekter av exponering för väg- och tågtrafik. Forskningsredovisning och program 1994/95. Göteborgs universitet, avdelningen för miljömedicin, Evy Öhrström.
3. Banverkets beräkningshandledning för investeringsåtgärder. BVH 106.
4. Bullerinventering 1994. Banverket, Planeringsavdelningen - miljösektionen.
5. Förslag till långsiktiga miljökvalitetsmål, riktvärden, för buller från spårburen trafik. Statens Naturvårdsverk 1995, Redovisning av regeringsuppdrag.
6. ASEK-gruppens rapport, Värdering av trafikbuller, Lars Hansson, Industri- och miljöekonomiska institutionen vid Lunds universitet.
7. The influence on sleep of noise and vibration caused by road traffic. Jacob Eberhart, Lunds universitet 1987.
8. Svensk standard, SS 460 48 61 "Vibrationer och stötmätning och riktvärden för bedömning av komfort i bostäder".
9. Buller från spårbunden trafik. Beräkningsmodell. Statens Naturvårdsverk Rapport 3059, 1986.
10. Externt buller från svenska tågtyper. Clara Göransson och Tomas Ström. Statens forsknings- och provningsanstalt, SP rapport 1994:25.
11. Banverkets vibrationsinventering 1989.
12. ISO 2631, Evaluation of human exposure to wholebody vibration.

13. ISO 8041, Human response to vibration-measuring instrumentation.
14. Svensk standard, SS 460 48 60 "Vibration och stöt- Synförrättning-Arbetsmetod för besiktning av fastigheter i samband med vibrationsalstrande verksamhet".
15. Lathund för omvandling mellan olika vibrationsenheter. Statens Naturvårdsverk och SP, PM 1993-02-19.
16. Response functions for environmental noise, Henk Miedema, TNO Institute of Preventive Health Care, Leiden, Netherlands.
17. Buller från spårburen trafik/förslag till mätmetod. SP rapport 1995:40.

# BILAGOR

	Sid	
1	<b>MODELL FÖR SAMHÄLLSEKONOMISKT LÖNSAMMA ÅTGÄRDER</b>	61
1.1	Allmänt	61
1.2	Gemensamma kalkylförutsättningar	62
1.3	Värdering av buller vid 1–150 tåg/dygn	64
1.4	Värdering av buller vid fler än 150 tåg/dygn	67
1.5	Beräkningsexempel	69
2	<b>DISKONTERINGSTABELL</b>	75
3	<b>KORREKTIONSVÄRDE FÖR OLIKA SVENSKA TÅGTYPEN</b>	88



# Bilaga 1.

# MODELL FÖR

# SAMHÄLLSEKONOMISKT

# LÖNSAMMA ÅTGÄRDER

## 1.1 Allmänt

En samhällsekonomiskt lönsam åtgärd är en åtgärd som tillför samhället nytta som åtminstone är lika med den kostnad som åtgärden medför. Graden av lönsamhet uttrycks med den s.k. nettonuvärdeskvoten (NNK). För att åtgärden ska vara samhällsekonomiskt lönsam krävs en kvot  $>0$ .

Nettonuvärdeskvoten beräknas enligt följande; Summan av alla, positiva och negativa, effekter av åtgärden - Kostnad för åtgärden) / Kostnad för åtgärden.

I Banverkets planeringsarbete används samhällsekonomiska lönsamhetsbedömningar som ett instrument för att kunna identifiera lönsamma infrastrukturinvesteringar och prioritera dessa inbördes. Metodiken kan också användas vid val mellan alternativa utformningar av en investering.

Investeringar i järnvägens infrastruktur påverkar vanligtvis bullernivån för trafiken på spåret, vilket i sin tur leder till störningsförändringar hos boende utmed banan.

Buller kan beskrivas som ekvivalent- och/eller maximalnivåer. Ekvivalentnivån är ett sammanvägt värde av ljudnivåer över en tid, medan maximalnivån beskriver förhållanden vid enskilda fordonspassager. Maximalnivån är det mått som passar att beskriva järnvägsbuller på grund av dess tillfälliga störningskaraktär, åtminstone vid måttliga trafikflöden.

Under kapitel 1.3 och 1.4 beskrivs värdering av bullerstörda inom intervallet 1-150 tåg/dygn respektive vid trafikflöden större än 150 tåg/dygn. I Banverkets beräkningshandledning för infrastrukturinvesteringar (BVH 106) beskrivs

förutsättningarna mer detaljerat. I det följande redovisas några av de grundläggande och generella antaganden som gäller för kalkylarbetet planeringsomgången 1998-2007.

Beräkningsförutsättningarna förändras, det bör därför observeras att de i denna bilaga angivna bullervärderingarna endast gäller för begränsad tid. För att vara viss om att rätt beräkningsunderlag används bör man alltid gå till BVH 106.

## **1.2 Gemensamma kalkylförutsättningar**

### **Prisnivå**

Samtliga kostnader och intäkter ska anges i ett bestämt års prisnivå. För att få jämförbarhet med andra sektors samhällsekonomiska bedömningar har beslutats att prisnivån i planeringsomgången 1998-2007 ska avse första januari 1997.

### **Startår**

Den kommande planen avser såväl pågående projekt som projekt som ska börja byggas, och ofta också avslutas, under tidsperioden 1998-2007. Projekten tar olika lång tid att bygga. För att kunna använda lönsamhetsbedömningen som ett prioriteringsinstrument måste samtliga objekt behandlas likvärdigt avseende val av startår. I kalkylen ska därför samtliga investeringsobjekt behandlas som om byggnadsarbetet på varje projekt påbörjats 1 januari 1998.

### **Diskontering**

Samtliga kostnader och intäkter måste också räknas om - diskonteras - till ett gemensamt års värde. På samma sätt som vid valet av prisnivå, har val av diskonteringsår ingen betydelse för kalkyljämförelsen under förutsättning att ett och samma år används i samtliga kalkyler. Av praktiska skäl är det emellertid lämpligt att använda ett gemensamt år för diskontering och byggstart.

Vägledande vid beräkning av kostnader och intäkter i en samhällsekonomisk kalkyl är att dessa ska avspegla individernas/konsumenternas betalningsvilja. Detta gäller även kalkylräntan. En positiv kalkylränta innebär att (individerna i) samhället värderar intäkter/kostnader som infaller längre fram i tiden



lägre än motsvarande betalningar idag (tidspreferens). Kalkylräntan uttrycker individens krav på kompensation för att skjuta upp sin konsumtion alternativt hur mycket individen är beredd att avstå för att kunna konsumera nu istället för vid en senare tidpunkt.

Diskonteringsfaktorn beräknas med formeln  $(1 + \text{räntan})^{n-1}$ , där  $n$  = antalet år fr.o.m. året för byggstart, vilket är lika med år 1.

Samtliga kostnader och intäkter av investeringsprojekten ska diskonteras till 1 januari 1998. Enligt rekommendationer för trafikverken ska kalkylräntan 4 procent användas för diskontering.

### **Skattefaktorer**

#### *Skattefaktor 1*

I den samhällsekonomiska kalkylen ska indirekta skatter, d.v.s. moms, drivmedelsskatt etc. rensas bort från samtliga kostnadsposter. Därefter räknas de på så sätt framräknade kostnaderna exklusive moms upp med en **faktor 1,23**. Motivet för denna hantering är att de indirekta skatterna (normalt) inte är att betrakta som en kostnad i egentlig mening. Även om skatten till en del utgör en belastning i företagets resultaträkning, så innebär den inte att resurser motsvarande skatteuttaget förbrukas. Den indirekta skatten är således i huvudsak motiverad på rent fiskala grunder, d.v.s. som en metod för staten att ta in skatteintäkter. Detta motiverar elimineringen av indirekta skatter i den samhällsekonomiska kalkylen.

De från indirekta skatter rensade kostnaderna kan emellertid inte gå direkt in i kalkylen. Ett sådant förfarande skulle betyda att prisnivån avser "företagskostnader", d.v.s. kostnader som dessa ser ut när produkterna kommer från producenten. Andra komponenter i kalkylen, t.ex. biljettintäkter, avser å andra sidan "konsumentprisnivån", d.v.s. de priser som konsumenterna betalar för produkterna. För att undvika kalkyler som på detta sätt innehåller olika "prisnivåer" görs regelmässigt en uppräkningsräkning av den från indirekta skatter rensade kostnaden med **skattefaktor I (1,23)**, d.v.s. till konsumentprisnivå. Denna skattefaktor motsvarar ett sorts genomsnittligt uttag av indirekta skatter.

Slutresultatet av dessa omräkningar blir att de effekter på kalkylresultatet som olika principer för uttag av indirekta skatter har eliminerats. Efter de senaste genomförda skatteomläggningarna som bl.a. inneburit en mer enhetlig moms har betydelsen av dessa omräkningar minskat. Det har dock inte funnits tid att utreda en annan hantering.

#### *Skattefaktor II*

En stor del av den offentliga verksamheten finansieras skattevägen. Hanteringen av skatteuttaget medför kostnader för samhället. Detta beror på att skatterna snedvrider den information om priserna i marknadssystemet, i frånvaro av skatter, skulle ha innehållit. Därmed tas också beslut om resursanvändning som inte överensstämmer med de samhällsekonomiskt "ideala" besluten. Exempelvis innebär inkomstskatten att valet mellan arbete och fritid påverkas.

Denna "snedvridning" av individernas val kan ses som en kostnad. Att verksamhet som finansieras med allmänna medel kan därför direkt eller indirekt ses som förenade med en sådan "snedvridningskostnad". I samhällsekonomiska kalkyler multipliceras därför de kostnads- och intäktsposter som berör den offentliga budgeten med en **faktor 1,3**. Därmed ökar i de flesta fall anläggningkostnaden med 30 procent jämfört med utgångsläget medan minskade framtida driftskostnader är värda 30 procent mer än om ingen sådan inbesparing gjordes.

### **1.3 Värdering av buller vid 1–150 tåg/dygn**

Värderingsmodellen bygger i princip på två rapporter. *Värdering av trafikbuller och Kunskapsläget rörande effekter vid exponering av buller och vibrationer från spårbunden trafik* (ref. 6, ref. 1).

I värderingen av trafikbuller redovisas en inventering av nationella och internationella bullervärderingsstudier. De studier som anges i rapporten är av olika karaktär, dels de som baseras på fastighetsprisernas eller bostadshyrans beroende av bullerstörningar dels de som avspeglar individers hypotetiska betalningsvilja för bullerreduktion. De slutsatser som dras

i rapporten är bl.a. att den tidigare värderingen vid höga ljudnivåer (8 000 kr/störd och år) varit för hög, att järnvägsbuller stör mindre än vägbuller vid samma nivåer (en s.k. bullerbonus på 5 dB(A)) samt att man bör frångå att dela in värderingen i 5 dB(A) klasser och istället skapa en kontinuerlig värderingsfunktion.

I den andra rapporten Kunskapsläge rörande effekter vid exponering av buller och vibrationer från spår-bunden trafik har individers störningskänslighet av järnvägstrafik studerats på ett antal platser i landet. Dessa områden karaktäriseras av små eller obetydliga vibrationsstörningar samt varierande trafikmängder och trafikblandning. Resultaten av studien visar bl.a. att det föreligger ett progressivt stigande samband mellan störningsgrad och bullernivå. En annan slutsats som kan dras av studien är att störningsgraden ökar med trafikmängden.

En sammanvägning av resultaten från nämnda rapporter har resulterat i nedanstående värderingssamband, där *bullervärderingen är en genomsnittlig värdering per störd och år för varierande maximalnivåer inomhus och trafikmängder*. Formeln gäller med förutsättningen att fasaddämpningen är 30 dB(A). I annat fall får nyttorna utom- resp. inomhus beräknas var för sig, se formel 2 och 3.

Modellen bygger på vissa grova generaliseringar. I värderingen utgår man alltid från totalantalet tåg/dygn på aktuell sträcka. De mest bullriga tågen avgör sedan värderingen. (Det är således inte möjligt att summera olika tågtyper var för sig. Ingen hänsyn tas heller till trafikfördelningen över dygnet.)

#### Formel 1

$$B_v = 1,7(70+t)^{1,1} (e^{(0,18(N-45)^{0,88})} - 1)$$

$B_v$  = genomsnittlig värdering per person och år för varierande maximalnivåer inomhus och trafikmängder.

$t$  = antal tåg per dygn

$N$  = maximalnivå inomhus, dB(A)

Värderingen per person och år är således en funktion av maximalnivå inomhus och trafikmängd

(antal störningstillfällen per dygn) på det studerade avsnittet.

I annex 1. (sid. 59-70) redovisas framräknade värden med hjälp av ovanstående formel för ljudnivåer 45-65 dB(A) maximal ljudnivå inomhus samt 1-150 tåg per dygn.

### **Fördelning av effekter mellan inom- och utomhusmiljöer**

Olika bullerreducerande investeringsåtgärder har olika effekt på inom- respektive utomhusmiljön. En bullerskärm ger en förbättring på samtliga områden medan t.ex. fönsterbyten enbart förbättrar inomhusmiljön eller delar av den.

Störande buller från järnvägstrafik betraktas som särskilt allvarligt i två avseenden. Det är först och främst när det leder till sömnstörningar nattetid (22.00-06.00) men också när det orsakar kommunikationsstörningar vid användandet av TV och radio. En samtalsstörning utomhus kan normalt inte jämföras med en väckning nattetid eller med tappad information från t.ex. en nyhetssändning. Med utgångspunkt från detta prioriteras inomhusmiljön framför utomhusmiljön i de samhällsekonomiska beräkningarna. I tabell nedan anges de generella vikter som tills vidare bör användas.

Det kan uppkomma praktiska fall där fördelningen av totalnyttan leder till oönskade konsekvenser. Det kan då vara rimligt att göra avsteg, men det bör i så fall motiveras ordentligt. Totalvärderingen (värderingsformeln) gäller dock alltid.

<u>Miljö</u>	<u>Andel av den totala värderingen</u>
Sovrum	50%
Övriga rum (exkl. WC, hall, förråd)	40%
Utomhus	10%

För beräkning av kostnadseffektiva åtgärder i inomhusmiljön kan nedanstående formel användas.

#### Formel 2

$$B_{\text{inne}} = 0,9(1,7(70+t)^{1,1}(e^{(0,18(N-45)^{0,88}})-1))$$

T = antal tåg per dygn

N = maximalnivån inomhus, dB(A)

För beräkning av kostnadseffektiva åtgärder i utomhusmiljön kan nedanstående formel användas.

### Formel 3

$$B_{v_{ute}} = 0,1(1,7(70+t))^{1,1} (e(0,18(N-45))^{0,88}-1)$$

T = antal tåg per dygn

N = maximalnivån utomhus, ((dB(A)) - 30 dB(A))

### Gemensamma antaganden

Om man inte har uppgifter på antalet boende i det studerade området kan följande genomsnittsvärden användas.

Antal boende i småhus: 3 personer per hushåll

Antal boende i flerbostadshus: 2 personer per lägenhet

0,2 personer per meter fasadlängd och våning

0,6 personer per fönster

En fasad antas ha en genomsnittlig dämpning av utomhusnivån på 30 dB(A).

Följande ekonomiska livslängder kan användas:

Skärm 30 år

Fönster 30 år

Tilläggsrutor 15 år

Motivet till tilläggsrutornas kortare livslängd är att de sätts på befintliga fönster.

I en samhällsekonomisk kalkyl bör projekt som jämförs mot varandra ha samma kalkylperiod. I detta fall är det lämpligast att använda kalkylperioden 30 år. När det gäller tilläggsrutor sitter en uttjänt 16 år, och måste bytas. Detta fönster är dock inte utbytesmoget vid kalkylperiodens slut (år 30) utan har en livslängd som räcker ytterligare 15 år. Men eftersom kalkylperioden bryts vid år 30 får det kalkylmässigt lösas genom att man tillgodoräknar detta utredningsalternativ ett restvärde. Det restvärde som bör användas är halva investeringskostnaden för fönsterbytet.

## **1.4 Värdering av buller vid fler än 150 tåg/dygn**

Eftersom ovanstående störningssamband (formel 1) baseras på ett underlag som innehåller undersökningsområden med tåg mängder upp till 150 tåg/dygn kan inte ovanstående formel användas för tåg mängder över 150 tåg/dygn.

Genom att jämföra Evy Öhrströms studie (ref. 1) med en holländsk studie (ref. 16) har vi funnit en metod att hantera större tågflöden.

Den holländska studien behandlar andelen mycket störda vid varierande trafikmängder och trafikslag. Av studien framgår att andelen mycket störda ökar linjärt i förhållande till ökad ekvivalent ljudnivå om man befinner sig vid nivåer över 65 dB(A). Av studien framgår att andelen mycket störda vid 65 dB(A) är ca 12%.

Om man jämför detta med Evy Öhrströms studie framgår att resultatet stämmer väl överens. I Evys studie var andelen mycket störda 12,6% vid 65 dB(A) ekvivalent ljudnivå, vilket motsvarar ca 150 tåg/dygn.

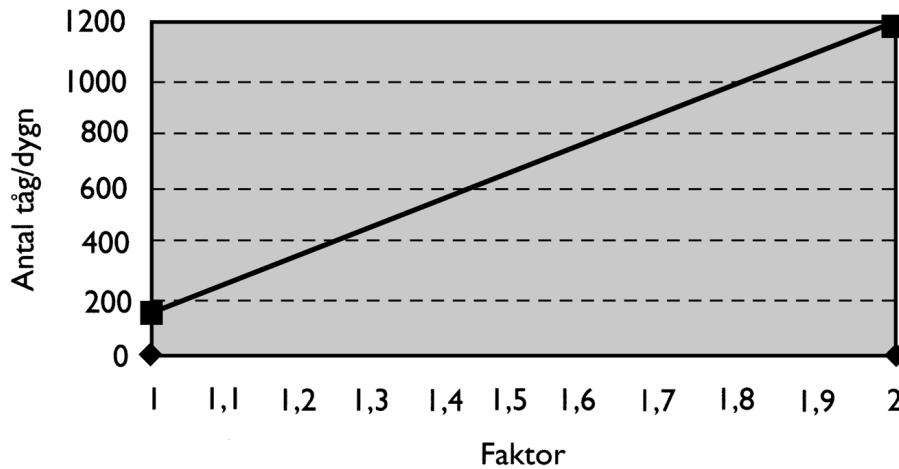
Värderingen i BVH 106 (d.v.s. för 1-150 tåg/dygn) bygger på andelen mycket + ganska mycket störda. Sambanden för andelen mycket och ganska mycket störda vid olika trafikmängder är relativt likartade.

Därför antar vi att andelen ganska + mycket störda följer samma utveckling som den holländska studien. Utifrån denna kan vi skatta en fördubblad störningsandel vid 4-dubblad trafikmängd.

Nedanstående figur kan användas för att få fram en multiplikationsfaktor.

Multiplikationsfaktorn =  $1 + (\text{antalet tåg per dygn} - 150) / 1050$ .

## Multiplikationsfaktor för stora tågflöden



Vid höga tågflöden utgår man ifrån värderingen vid 150 tåg per dygn och multiplicerar sedan denna värdering med erhållen multiplikationsfaktor för aktuellt tågflöde.

## 1.5 Beräkningsexempel

Nedan följer två beräkningsexempel som ska förtydliga ovanstående beräkningsmodell.

### (a) - Flerbostadshus

Anta följande förutsättningar:

- 60 tåg per dygn trafikerar bandelen utanför hyreshusen
- husen befinner sig alldeles intill spåret och har en maximal ljudnivå inomhus på 63 dB(A)
- totalt 16 lägenheter (32 personer)

Anta följande investeringskostnader inklusive skattefaktor 1 och 2, d.v.s. investeringskostnaden (netto) multiplicerad m 1,6. Se vidare Banverkets beräkningshandledning (ref. 3) för investeringsåtgärder.

<u>Alternativ</u>	<u>Investeringskostnad</u>
JA - ingen åtgärd	0
UA1-bullerplank	570 000
UA2-fönsterbyten	410 000

Båda investeringsåtgärderna antas ha samma bullerdämpande effekt på inomhusmiljön, nämligen 10 dB(A).

Genom att använda värderingsekvationen (formel 1) erhålles följande samband:

Bullervärdering 63 dB(A) = 3 193 kr per  
störd och år  
Bullervärdering 53 dB(A) = 745 kr per  
störd och år

Beräkning av årlig nytta av båda investeringarna:

(antalet personer\*värdering per  
störd\*miljöberoende faktor)

UA1:  $(32*3193)-(32*745) = 78\ 336$  kr/år  
UA2:  $(32*3193*0,9)-32*745*0,9) = 70\ 502$  kr/år

Eftersom skärmen förbättrar både utomhus- och inomhusmiljön tilldelas den 100% av totalnyttan medan fönsterbytet (UA2) endast tillskrivs 90% av totalnyttan då den enbart påverkar inomhusmiljön (sovrums + övriga bostadsrum).

Följande samhällsekonomiska nytta för kalkylperioden erhålls:

UA1:  $78\ 336*17,3 = 1\ 355\ 213$  kr  
UA2:  $70\ 502*17,3 = 1\ 219\ 685$  kr

Givet en 30-årig kalkylperiod och 4%-ig ränta är 17,3 den faktor som används för att beräkna nuvärdessumman.

Faktorn beräknas med hjälp av formeln  $(1+r/100)^n-1/(r/100)(1+r/100)^n$ , där r är kalkylräntan och n är kalkylperioden.

Detta resulterar i nedanstående nettonuvärdeskvoter:

UA1:  $(1\ 355\ 213-570\ 000) / 570\ 000 = 1,4$   
UA2:  $(1\ 219\ 685-410\ 000) / 410\ 000 = 2,0$

Slutsatsen är att båda investeringarna är samhällsekonomiskt lönsamma men fönsterbytet (UA2) är en något mer kostnadseffektiv åtgärd.



## Villaområde

Anta att 57 villor befinner sig vid en bandel som trafikeras med 90 tåg/ dygn där ljudnivån varierar mellan 46-60 dB(A) maximal ljudnivå inomhus. Tabellen visar i vilka ljudintervall villor och personer fördelats.

	46-50 dB(A)	51-55 dB(A)	56-60 dB(A)
Antal villor	28	24	5
Antal personer	84	72	15

Genom att använda värderingsekvationen och anta att klassmitten representerar respektive intervall erhålles följande bullervärderingar:

Bullervärdering ((57,5 dB(A)) kr per år och störd	=	1 929
Bullervärdering ((52,5 dB(A)) kr per år och störd	=	852
Bullervärdering ((50,5 dB(A)) kr per år och störd	=	561
Bullervärdering ((47,5 dB(A)) kr per år och störd	=	224
Bullervärdering ((45,5 dB(A)) per år och störd	=	46 kr

((Värderingen för 45,5 dB(A) och 50,5 dB(A) behövs för UA3))

Anta följande investeringskostnader inklusive skattefaktor 1 och 2.

<u>Alternativ</u>	<u>Investeringskostnad</u>
JA-Ingen åtgärd	0
UA1-Bullerplank	2 035 000
UA2-Fönsterbyten, sovrum (2 st./hus)	1 450 000
UA3-Tilläggsruta, sovrum (2 st./hus)	1 137 000

Observera att i UA3 ingår investeringskostnader för fönster år 16.

UA1 och UA2 antas ha samma bullerdämpande effekt på inomhusmiljön, nämligen 10 dB(A) medan UA3 uppskattas ha en reducerande effekt av 7 dB(A).

Beräkning av årlig nytta av de alternativa investeringarna:

(Antal personer\*värdering per störd\*miljöberoende faktor)

UA1:	84*224	=	18 816 kr/år
	72*852	=	61 344 kr/år

	$15 \cdot (1929 - 224)$	=	25 575 kr/år
	Summa	=	105 735 kr/år
UA2:	$(84 \cdot 224) \cdot 0,5$	=	9 408 kr/år
	$(72 \cdot 852) \cdot 0,5$	=	30 672 kr/år
	$(15 \cdot (1929 - 224)) \cdot 0,5$	=	12 788 kr/år
	Summa	=	52 868 kr/år
UA3:	$(84 \cdot 224) \cdot 0,5$	=	9 408 kr/år
	$(72 \cdot 852 - 46) \cdot 0,5$	=	29 016 kr/år
	$(15 \cdot (1929 - 561)) \cdot 0,5$	=	10 260 kr/år
	Summa	=	48 684 kr/år

Följande samhällsekonomiska nytta för kalkylperioden erhålls:

UA1:	$105735 \cdot 17,3$	=	1 829 215 kr
UA2:	$52864 \cdot 17,3$	=	914 616 kr
UA3:	$48684 \cdot 11,1 + 327782$	=	868 174 kr

Givet en 30-årig respektive 15-årig kalkylperiod och 4%-ig ränta blir nuvärdessummafaktorerna 17,3 och 11,1. Nyttan för UA3 är uppdelad i två tidsintervall, år 1-15 (tilläggsruta) och år 16-30 (nya fönster). Nyttan för fönster år 16-30 erhålls genom att dra nyttan för fönsterbyten (UA2) år 1-15 från den totala nyttan år 1-30 ( $52868 \cdot 17,3 - 52868 \cdot 11,1 = 327 782$ ).

I UA3 ska ett restvärde tillgodoräknas eftersom de fönster som byttes år 16 inte är uttjänta vid kalkylperiodens slut. Nuvärdet av restvärdet erhålls genom att dividera halva investeringskostnaden för nya fönster med en räntefaktor som uppgår till  $(725 000) / 3,23 = 223 765$  kr.

Räntefaktorn 3,24 beräknas med hjälp av formeln  $(1+r/100n)$ , där r är kalkylräntan (4%) och n är kalkylperioden (30 år). Den används för att beräkna nuvärdet av 725 000 kr år 30.

Den totala nyttan för UA3 blir följande:

$$868 174 + 223 765 = 1 091 939$$

Detta resulterar i nedanstående nettonuvärdeskvoter:

UA1:	$(1829215 - 203500) / 203500$	=	-0,1
UA2:	$(914616 - 1450000) / 1450000$	=	-0,4
UA3:	$(1091939 - 1137000) / 1137000$	=	0





Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

	dBA				
tåg/dygn	46	47	48	49	50
51	66	130	201	279	366
52	66	132	203	282	369
53	67	133	205	284	372
54	67	134	207	287	375
55	68	135	208	289	379
56	69	136	210	292	382
57	69	138	212	294	385
58	70	139	214	297	389
59	70	140	216	299	392
60	71	141	218	302	396
61	72	142	219	305	399
62	72	144	221	307	402
63	73	145	223	310	406
64	73	146	225	312	409
65	74	147	227	315	412
66	75	148	229	317	416
67	75	150	231	320	419
68	76	151	232	322	422
69	76	152	234	325	426
70	77	153	236	328	429
71	78	154	238	330	432
72	78	156	240	333	436
73	79	157	242	335	439
74	79	158	244	338	443
75	80	159	245	341	446
76	81	160	247	343	449
77	81	162	249	346	453
78	82	163	251	348	456
79	82	164	253	351	460
80	83	165	255	353	463
81	84	167	257	356	466
82	84	168	258	359	470
83	85	169	260	361	473
84	85	170	262	364	477
85	86	171	264	366	480
86	87	173	266	369	483
87	87	174	268	372	487
88	88	175	270	374	490
89	88	176	272	377	494
90	89	177	273	379	497
91	90	179	275	382	500
92	90	180	277	385	504
93	91	181	279	387	507
94	92	182	281	390	511
95	92	184	283	393	514
96	93	185	285	395	518
97	93	186	287	398	521
98	94	187	289	400	524
99	95	188	290	403	528
100	95	190	292	406	531

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

tåg/dygn	dBA				
	46	47	48	49	50
101	96	191	294	408	535
102	96	192	296	411	538
103	97	193	298	413	542
104	98	195	300	416	545
105	98	196	302	419	549
106	99	197	304	421	552
107	100	198	306	424	555
108	100	200	308	427	559
109	101	201	309	429	562
110	101	202	311	432	566
111	102	203	313	435	569
112	103	204	315	437	573
113	103	206	317	440	576
114	104	207	319	443	580
115	105	208	321	445	583
116	105	209	323	448	587
117	106	211	325	450	590
118	106	212	327	453	593
119	107	213	328	456	597
120	108	214	330	458	600
121	108	216	332	461	604
122	109	217	334	464	607
123	110	218	336	466	611
124	110	219	338	469	614
125	111	221	340	472	618
126	111	222	342	474	621
127	112	223	344	477	625
128	113	224	346	480	628
129	113	226	348	482	632
130	114	227	350	485	635
131	115	228	352	488	639
132	115	229	353	490	642
133	116	231	355	493	646
134	116	232	357	496	649
135	117	233	359	498	653
136	118	234	361	501	656
137	118	236	363	504	660
138	119	237	365	506	663
139	120	238	367	509	667
140	120	239	369	512	670
141	121	241	371	514	674
142	121	242	373	517	677
143	122	243	375	520	681
144	123	244	377	522	684
145	123	246	379	525	688
146	124	247	380	528	691
147	125	248	382	531	695
148	125	249	384	533	698
149	126	251	386	536	702
150	126	252	388	539	706

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

	dBA				
tåg/dygn	51	52	53	54	55
1	257	316	383	457	539
2	261	321	389	464	548
3	265	326	395	471	556
4	269	331	401	478	564
5	273	336	407	485	573
6	277	341	413	492	581
7	281	346	419	499	590
8	285	351	425	507	598
9	289	356	431	514	607
10	293	361	437	521	615
11	297	366	443	528	623
12	301	371	449	535	632
13	305	376	455	542	640
14	309	381	461	550	649
15	313	386	467	557	657
16	317	391	473	564	666
17	321	396	479	571	674
18	325	401	485	579	683
19	329	406	491	586	691
20	333	411	497	593	700
21	337	416	503	600	709
22	342	421	509	607	717
23	346	426	515	615	726
24	350	431	521	622	734
25	354	436	527	629	743
26	358	441	533	637	752
27	362	446	540	644	760
28	366	451	546	651	769
29	370	456	552	659	777
30	374	461	558	666	786
31	378	466	564	673	795
32	383	471	570	681	803
33	387	476	576	688	812
34	391	482	583	695	821
35	395	487	589	703	829
36	399	492	595	710	838
37	403	497	601	717	847
38	407	502	607	725	855
39	412	507	613	732	864
40	416	512	620	739	873
41	420	517	626	747	882
42	424	522	632	754	890
43	428	528	638	762	899
44	432	533	644	769	908
45	437	538	651	777	917
46	441	543	657	784	925
47	445	548	663	791	934
48	449	553	669	799	943
49	453	558	676	806	952
50	457	564	682	814	961

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

			dBA		
tåg/dygn	51	52	53	54	55
51	462	569	688	821	969
52	466	574	694	829	978
53	470	579	701	836	987
54	474	584	707	844	996
55	479	590	713	851	1005
56	483	595	720	859	1014
57	487	600	726	866	1022
58	491	605	732	874	1031
59	495	610	738	881	1040
60	500	616	745	889	1049
61	504	621	751	896	1058
62	508	626	757	904	1067
63	512	631	764	911	1076
64	517	636	770	919	1085
65	521	642	776	926	1093
66	525	647	783	934	1102
67	529	652	789	941	1111
68	534	657	795	949	1120
69	538	663	802	957	1129
70	542	668	808	964	1138
71	546	673	814	972	1147
72	551	678	821	979	1156
73	555	684	827	987	1165
74	559	689	833	994	1174
75	563	694	840	1002	1183
76	568	699	846	1010	1192
77	572	705	852	1017	1201
78	576	710	859	1025	1210
79	580	715	865	1032	1219
80	585	720	872	1040	1228
81	589	726	878	1048	1237
82	593	731	884	1055	1246
83	598	736	891	1063	1255
84	602	742	897	1071	1264
85	606	747	904	1078	1273
86	611	752	910	1086	1282
87	615	758	916	1094	1291
88	619	763	923	1101	1300
89	623	768	929	1109	1309
90	628	773	936	1117	1318
91	632	779	942	1124	1327
92	636	784	949	1132	1336
93	641	789	955	1140	1345
94	645	795	962	1147	1355
95	649	800	968	1155	1364
96	654	805	974	1163	1373
97	658	811	981	1170	1382
98	662	816	987	1178	1391
99	667	821	994	1186	1400
100	671	827	1000	1194	1409



Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

			dBA		
tåg/dygn	51	52	53	54	55
101	675	832	1007	1201	1418
102	680	837	1013	1209	1427
103	684	843	1020	1217	1436
104	688	848	1026	1225	1446
105	693	854	1033	1232	1455
106	697	859	1039	1240	1464
107	702	864	1046	1248	1473
108	706	870	1052	1256	1482
109	710	875	1059	1263	1491
110	715	880	1065	1271	1501
111	719	886	1072	1279	1510
112	723	891	1078	1287	1519
113	728	897	1085	1294	1528
114	732	902	1091	1302	1537
115	737	907	1098	1310	1546
116	741	913	1104	1318	1556
117	745	918	1111	1326	1565
118	750	924	1117	1333	1574
119	754	929	1124	1341	1583
120	758	934	1130	1349	1593
121	763	940	1137	1357	1602
122	767	945	1144	1365	1611
123	772	951	1150	1372	1620
124	776	956	1157	1380	1629
125	780	961	1163	1388	1639
126	785	967	1170	1396	1648
127	789	972	1176	1404	1657
128	794	978	1183	1412	1666
129	798	983	1189	1419	1676
130	802	989	1196	1427	1685
131	807	994	1203	1435	1694
132	811	1000	1209	1443	1703
133	816	1005	1216	1451	1713
134	820	1010	1222	1459	1722
135	825	1016	1229	1467	1731
136	829	1021	1236	1474	1741
137	833	1027	1242	1482	1750
138	838	1032	1249	1490	1759
139	842	1038	1255	1498	1769
140	847	1043	1262	1506	1778
141	851	1049	1269	1514	1787
142	856	1054	1275	1522	1796
143	860	1060	1282	1530	1806
144	864	1065	1288	1538	1815
145	869	1070	1295	1545	1824
146	873	1076	1302	1553	1834
147	878	1081	1308	1561	1843
148	882	1087	1315	1569	1852
149	887	1092	1322	1577	1862
150	891	1098	1328	1585	1871

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

tåg/dygn	dBA				
	56	57	58	59	60
1	631	734	848	974	1116
2	641	745	861	990	1133
3	651	756	874	1005	1150
4	661	768	887	1020	1168
5	670	779	900	1035	1185
6	680	791	913	1050	1202
7	690	802	927	1065	1220
8	700	813	940	1081	1237
9	710	825	953	1096	1255
10	720	836	966	1111	1272
11	730	848	980	1126	1290
12	740	859	993	1142	1307
13	749	871	1006	1157	1325
14	759	883	1020	1172	1342
15	769	894	1033	1188	1360
16	779	906	1046	1203	1377
17	789	917	1060	1219	1395
18	799	929	1073	1234	1413
19	809	941	1087	1249	1430
20	819	952	1100	1265	1448
21	829	964	1114	1280	1466
22	839	975	1127	1296	1484
23	849	987	1141	1311	1501
24	859	999	1154	1327	1519
25	870	1011	1168	1342	1537
26	880	1022	1181	1358	1555
27	890	1034	1195	1373	1572
28	900	1046	1208	1389	1590
29	910	1057	1222	1405	1608
30	920	1069	1235	1420	1626
31	930	1081	1249	1436	1644
32	940	1093	1263	1452	1662
33	950	1105	1276	1467	1680
34	961	1116	1290	1483	1698
35	971	1128	1303	1499	1716
36	981	1140	1317	1514	1734
37	991	1152	1331	1530	1752
38	1001	1164	1344	1546	1770
39	1011	1175	1358	1561	1788
40	1022	1187	1372	1577	1806
41	1032	1199	1386	1593	1824
42	1042	1211	1399	1609	1842
43	1052	1223	1413	1625	1860
44	1063	1235	1427	1640	1878
45	1073	1247	1441	1656	1896
46	1083	1259	1454	1672	1914
47	1093	1271	1468	1688	1933
48	1104	1283	1482	1704	1951
49	1114	1295	1496	1720	1969
50	1124	1307	1510	1736	1987

**Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)**

			<b>dBA</b>		
<b>tåg/dygn</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>
51	1135	1319	1523	1752	2005
52	1145	1331	1537	1767	2024
53	1155	1343	1551	1783	2042
54	1166	1355	1565	1799	2060
55	1176	1367	1579	1815	2078
56	1186	1379	1593	1831	2097
57	1197	1391	1607	1847	2115
58	1207	1403	1621	1863	2133
59	1217	1415	1635	1879	2152
60	1228	1427	1649	1895	2170
61	1238	1439	1663	1911	2188
62	1249	1451	1677	1927	2207
63	1259	1463	1690	1944	2225
64	1269	1475	1704	1960	2244
65	1280	1487	1718	1976	2262
66	1290	1499	1732	1992	2280
67	1301	1512	1746	2008	2299
68	1311	1524	1761	2024	2317
69	1322	1536	1775	2040	2336
70	1332	1548	1789	2056	2354
71	1343	1560	1803	2073	2373
72	1353	1572	1817	2089	2391
73	1363	1585	1831	2105	2410
74	1374	1597	1845	2121	2428
75	1384	1609	1859	2137	2447
76	1395	1621	1873	2154	2466
77	1405	1633	1887	2170	2484
78	1416	1646	1901	2186	2503
79	1427	1658	1915	2202	2521
80	1437	1670	1930	2218	2540
81	1448	1682	1944	2235	2559
82	1458	1695	1958	2251	2577
83	1469	1707	1972	2267	2596
84	1479	1719	1986	2284	2615
85	1490	1731	2000	2300	2633
86	1500	1744	2015	2316	2652
87	1511	1756	2029	2333	2671
88	1522	1768	2043	2349	2689
89	1532	1781	2057	2365	2708
90	1543	1793	2072	2382	2727
91	1553	1805	2086	2398	2746
92	1564	1818	2100	2414	2764
93	1575	1830	2114	2431	2783
94	1585	1842	2129	2447	2802
95	1596	1855	2143	2464	2821
96	1607	1867	2157	2480	2839
97	1617	1879	2172	2497	2858
98	1628	1892	2186	2513	2877
99	1639	1904	2200	2529	2896
100	1649	1917	2214	2546	2915

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

	<b>dB(A)</b>				
<b>tåg/dygn</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>
101	1660	1929	2229	2562	2934
102	1671	1941	2243	2579	2953
103	1681	1954	2257	2595	2971
104	1692	1966	2272	2612	2990
105	1703	1979	2286	2628	3009
106	1713	1991	2301	2645	3028
107	1724	2004	2315	2662	3047
108	1735	2016	2329	2678	3066
109	1745	2029	2344	2695	3085
110	1756	2041	2358	2711	3104
111	1767	2053	2373	2728	3123
112	1778	2066	2387	2744	3142
113	1788	2078	2401	2761	3161
114	1799	2091	2416	2778	3180
115	1810	2103	2430	2794	3199
116	1821	2116	2445	2811	3218
117	1831	2129	2459	2827	3237
118	1842	2141	2474	2844	3256
119	1853	2154	2488	2861	3275
120	1864	2166	2503	2877	3294
121	1875	2179	2517	2894	3313
122	1885	2191	2532	2911	3332
123	1896	2204	2546	2927	3351
124	1907	2216	2561	2944	3371
125	1918	2229	2575	2961	3390
126	1929	2241	2590	2977	3409
127	1940	2254	2604	2994	3428
128	1950	2267	2619	3011	3447
129	1961	2279	2633	3028	3466
130	1972	2292	2648	3044	3485
131	1983	2304	2662	3061	3505
132	1994	2317	2677	3078	3524
133	2005	2330	2692	3095	3543
134	2015	2342	2706	3111	3562
135	2026	2355	2721	3128	3581
136	2037	2368	2735	3145	3601
137	2048	2380	2750	3162	3620
138	2059	2393	2765	3179	3639
139	2070	2406	2779	3195	3658
140	2081	2418	2794	3212	3678
141	2092	2431	2809	3229	3697
142	2103	2444	2823	3246	3716
143	2113	2456	2838	3263	3735
144	2124	2469	2853	3280	3755
145	2135	2482	2867	3296	3774
146	2146	2494	2882	3313	3793
147	2157	2507	2897	3330	3813
148	2168	2520	2911	3347	3832
149	2179	2532	2926	3364	3851
150	2190	2545	2941	3381	3871

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

			dBA		
tåg/dygn	61	62	63	64	65
1	1273	1447	1641	1857	2096
2	1292	1470	1667	1886	2129
3	1312	1492	1692	1915	2161
4	1332	1515	1718	1943	2194
5	1352	1537	1743	1972	2227
6	1372	1560	1769	2001	2259
7	1391	1582	1795	2030	2292
8	1411	1605	1820	2059	2325
9	1431	1628	1846	2088	2358
10	1451	1650	1872	2117	2391
11	1471	1673	1897	2147	2423
12	1491	1696	1923	2176	2456
13	1511	1718	1949	2205	2489
14	1531	1741	1975	2234	2522
15	1551	1764	2001	2263	2555
16	1571	1787	2027	2293	2588
17	1591	1810	2052	2322	2622
18	1612	1833	2078	2352	2655
19	1632	1856	2104	2381	2688
20	1652	1879	2130	2410	2721
21	1672	1902	2157	2440	2755
22	1692	1925	2183	2469	2788
23	1713	1948	2209	2499	2821
24	1733	1971	2235	2528	2855
25	1753	1994	2261	2558	2888
26	1773	2017	2287	2588	2921
27	1794	2040	2313	2617	2955
28	1814	2063	2340	2647	2988
29	1835	2086	2366	2677	3022
30	1855	2109	2392	2707	3056
31	1875	2133	2419	2736	3089
32	1896	2156	2445	2766	3123
33	1916	2179	2471	2796	3157
34	1937	2202	2498	2826	3190
35	1957	2226	2524	2856	3224
36	1978	2249	2551	2886	3258
37	1998	2272	2577	2916	3292
38	2019	2296	2604	2946	3326
39	2039	2319	2630	2976	3359
40	2060	2343	2657	3006	3393
41	2081	2366	2683	3036	3427
42	2101	2389	2710	3066	3461
43	2122	2413	2737	3096	3495
44	2142	2436	2763	3126	3529
45	2163	2460	2790	3156	3563
46	2184	2483	2817	3187	3598
47	2205	2507	2843	3217	3632
48	2225	2531	2870	3247	3666
49	2246	2554	2897	3277	3700
50	2267	2578	2924	3308	3734

Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)

tåg/dygn	dBA				
	61	62	63	64	65
51	2288	2601	2950	3338	3768
52	2308	2625	2977	3368	3803
53	2329	2649	3004	3399	3837
54	2350	2673	3031	3429	3871
55	2371	2696	3058	3460	3906
56	2392	2720	3085	3490	3940
57	2413	2744	3112	3520	3974
58	2434	2768	3139	3551	4009
59	2455	2791	3166	3582	4043
60	2475	2815	3193	3612	4078
61	2496	2839	3220	3643	4112
62	2517	2863	3247	3673	4147
63	2538	2887	3274	3704	4182
64	2559	2911	3301	3734	4216
65	2580	2934	3328	3765	4251
66	2601	2958	3355	3796	4285
67	2622	2982	3382	3827	4320
68	2644	3006	3409	3857	4355
69	2665	3030	3437	3888	4389
70	2686	3054	3464	3919	4424
71	2707	3078	3491	3950	4459
72	2728	3102	3518	3980	4494
73	2749	3126	3546	4011	4529
74	2770	3150	3573	4042	4563
75	2791	3174	3600	4073	4598
76	2813	3199	3627	4104	4633
77	2834	3223	3655	4135	4668
78	2855	3247	3682	4166	4703
79	2876	3271	3709	4197	4738
80	2897	3295	3737	4228	4773
81	2919	3319	3764	4259	4808
82	2940	3343	3792	4290	4843
83	2961	3368	3819	4321	4878
84	2983	3392	3847	4352	4913
85	3004	3416	3874	4383	4948
86	3025	3440	3902	4414	4984
87	3047	3465	3929	4445	5019
88	3068	3489	3957	4477	5054
89	3089	3513	3984	4508	5089
90	3111	3537	4012	4539	5124
91	3132	3562	4039	4570	5159
92	3153	3586	4067	4601	5195
93	3175	3610	4095	4633	5230
94	3196	3635	4122	4664	5265
95	3218	3659	4150	4695	5301
96	3239	3684	4178	4726	5336
97	3261	3708	4205	4758	5371
98	3282	3732	4233	4789	5407
99	3304	3757	4261	4820	5442
100	3325	3781	4288	4852	5478

**Bilaga X: Bullervärdering  
(kr/störd och år)**

			<b>dBA</b>		
<b>tåg/dygn</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>
101	3347	3806	4316	4883	5513
102	3368	3830	4344	4915	5549
103	3390	3855	4372	4946	5584
104	3411	3879	4400	4978	5620
105	3433	3904	4427	5009	5655
106	3454	3928	4455	5041	5691
107	3476	3953	4483	5072	5726
108	3498	3978	4511	5104	5762
109	3519	4002	4539	5135	5797
110	3541	4027	4567	5167	5833
111	3563	4051	4595	5198	5869
112	3584	4076	4623	5230	5904
113	3606	4101	4651	5262	5940
114	3628	4125	4679	5293	5976
115	3649	4150	4707	5325	6012
116	3671	4175	4735	5356	6047
117	3693	4199	4763	5388	6083
118	3714	4224	4791	5420	6119
119	3736	4249	4819	5452	6155
120	3758	4274	4847	5483	6191
121	3780	4298	4875	5515	6226
122	3801	4323	4903	5547	6262
123	3823	4348	4931	5579	6298
124	3845	4373	4959	5610	6334
125	3867	4397	4987	5642	6370
126	3889	4422	5015	5674	6406
127	3911	4447	5043	5706	6442
128	3932	4472	5072	5738	6478
129	3954	4497	5100	5770	6514
130	3976	4522	5128	5802	6550
131	3998	4546	5156	5834	6586
132	4020	4571	5184	5865	6622
133	4042	4596	5213	5897	6658
134	4064	4621	5241	5929	6694
135	4086	4646	5269	5961	6730
136	4107	4671	5297	5993	6766
137	4129	4696	5326	6025	6802
138	4151	4721	5354	6057	6839
139	4173	4746	5382	6089	6875
140	4195	4771	5411	6121	6911
141	4217	4796	5439	6154	6947
142	4239	4821	5467	6186	6983
143	4261	4846	5496	6218	7020
144	4283	4871	5524	6250	7056
145	4305	4896	5553	6282	7092
146	4327	4921	5581	6314	7128
147	4349	4946	5609	6346	7165
148	4371	4971	5638	6379	7201
149	4393	4996	5666	6411	7237
150	4416	5021	5695	6443	7274

# **Bilaga 2.**

# **DISKONTERINGSTABELL**



$$\left[ \frac{\text{Nuvärdesumman}}{100} \frac{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^n - 1}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^n} \right]$$

Tabell C Summa nuvärde av 1 kr som utfaller vid årsskiftena under vardera av följande 1-50 år.

År (n)	Räntesats (p)																						
	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %	11 %	12 %	13 %	14 %	15 %	16 %	17 %	18 %	19 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %
1	0.962	0.952	0.943	0.935	0.926	0.917	0.909	0.901	0.893	0.885	0.877	0.870	0.862	0.855	0.847	0.840	0.833	0.800	0.769	0.741	0.714	0.690	0.667
2	1.886	1.859	1.833	1.808	1.783	1.759	1.736	1.713	1.690	1.668	1.647	1.626	1.605	1.585	1.566	1.546	1.528	1.440	1.361	1.289	1.224	1.165	1.111
3	2.775	2.723	2.673	2.624	2.577	2.531	2.487	2.444	2.399	2.361	2.322	2.283	2.246	2.210	2.174	2.140	2.106	1.952	1.816	1.696	1.589	1.493	1.407
4	3.630	3.546	3.465	3.387	3.312	3.240	3.170	3.102	3.035	2.974	2.914	2.855	2.798	2.743	2.690	2.639	2.589	2.362	2.166	1.997	1.849	1.720	1.605
5	4.452	4.329	4.212	4.100	3.993	3.890	3.791	3.696	3.602	3.517	3.433	3.352	3.274	3.199	3.127	3.058	2.991	2.689	2.436	2.220	2.035	1.876	1.737
6	5.242	5.076	4.917	4.767	4.623	4.486	4.355	4.231	4.109	3.998	3.889	3.784	3.685	3.589	3.498	3.410	3.326	2.951	2.643	2.385	2.168	1.983	1.824
7	6.002	5.786	5.582	5.389	5.206	5.033	4.868	4.712	4.561	4.423	4.288	4.160	4.039	3.922	3.812	3.706	3.605	3.161	2.802	2.508	2.263	2.057	1.883
8	6.733	6.463	6.210	5.971	5.747	5.535	5.335	5.146	4.965	4.799	4.639	4.487	4.344	4.207	4.078	3.954	3.837	3.329	2.925	2.598	2.331	2.109	1.922
9	7.435	7.108	6.802	6.515	6.247	5.995	5.759	5.537	5.326	5.132	4.946	4.772	4.607	4.451	4.303	4.163	4.031	3.463	3.019	2.665	2.379	2.144	1.948
10	8.111	7.722	7.360	7.024	6.710	6.418	6.145	5.889	5.648	5.426	5.216	5.019	4.833	4.659	4.494	4.339	4.192	3.570	3.091	2.715	2.414	2.168	1.965
11	8.760	8.306	7.887	7.499	7.139	6.805	6.495	6.207	5.935	5.687	5.453	5.234	5.029	4.836	4.656	4.487	4.327	3.656	3.147	2.752	2.438	2.185	1.977
12	9.385	8.863	8.384	7.943	7.536	7.161	6.814	6.492	6.192	5.918	5.660	5.421	5.197	4.988	4.793	4.611	4.439	3.725	3.190	2.779	2.456	2.196	1.985
13	9.986	9.394	8.853	8.358	7.904	7.487	7.103	6.750	6.421	6.122	5.842	5.583	5.342	5.118	4.910	4.715	4.533	3.780	3.223	2.799	2.469	2.204	1.990
14	10.563	9.899	9.295	8.745	8.244	7.786	7.367	6.982	6.626	6.302	6.002	5.724	5.468	5.229	5.008	4.802	4.610	3.824	3.249	2.814	2.478	2.210	1.993
15	11.118	10.380	9.712	9.108	8.559	8.061	7.606	7.191	6.808	6.462	6.142	5.847	5.575	5.324	5.092	4.876	4.675	3.859	3.268	2.825	2.484	2.214	1.995
20	13.590	12.462	11.470	10.594	9.818	9.129	8.514	7.963	7.467	7.025	6.623	6.259	5.929	5.628	5.353	5.101	4.870	3.954	3.316	2.850	2.497	2.221	1.999
25	15.622	14.094	12.783	11.654	10.675	9.823	9.077	8.422	7.841	7.330	6.873	6.464	6.097	5.766	5.467	5.195	4.948	3.985	3.329	2.856	2.499	2.222	2.000
30	17.292	15.372	13.765	12.409	11.258	10.274	9.426	8.694	8.053	7.497	7.003	6.565	6.178	5.829	5.517	5.234	4.979	3.995	3.332	2.857	2.500	2.222	2.000
35	18.664	16.374	14.498	12.948	11.654	10.566	9.644	8.855	8.174	7.598	7.070	6.616	6.216	5.859	5.539	5.251	4.992	3.999	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000
40	19.793	17.159	15.046	13.332	11.925	10.757	9.779	8.951	8.242	7.638	7.105	6.642	6.235	5.873	5.548	5.258	4.997	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000
50	21.482	18.256	15.762	13.801	12.233	10.962	9.915	9.042	8.304	7.675	7.133	6.660	6.246	5.880	5.554	5.262	4.999	4.000	3.333	2.857	2.500	2.222	2.000

**Bilaga 3.**  
**KORREKTIONSVÄRDEN**  
**FÖR OLIKA SVENSKA**  
**TÅGTYPEN**



•  
**Samtliga CR**  
**Samtliga kommuner**  
**Samtliga länsstyrelser**  
•

### **Korrektionsvärden för olika svenska tågtyper**

För beräkning av bullerspridning från tåg finns en beräkningsmodell framtagen, "Buller från spårbunden trafik - SNV rapport 3059".

Modellen konstruerades i början på 1980 talet och används än idag. Nuvarande modell har dock visat sig ha vissa brister.

Tågbullermätningar utförda under 1993 visar att modellen överskattar ljudnivåerna från vissa fordon. Den nuvarande modellen behandlar dessutom endast fordonshastigheter upp till 140 km/h.

Ett nordiskt samarbete pågår för att få fram en reviderad beräkningsmodell som blir databaserad och kommer att ges ut som en diagrammodell.

Mot bakgrund av att revideringsarbetet ännu inte genomförts och att behovet av att kunna beräkna tågbuller är stort, bifogas Sveriges Provnings- och forskningsinstituts skrivelse angående korrektionsvärden för olika svenska tågtyper.

Vid användning av nuvarande beräkningsmodell-"SNV 3059"-bör de bifogade korrektionsvärdena brukas istället för de i modellen upptagna korrektionerna. Man bör uppmärksamma att dessa nya korrektioner endast är användbara vid helsvetsad räl monterad på betongslipers.

  
Kjell Andersson  
Naturvårdsverket  
Samhällstekniska avd.

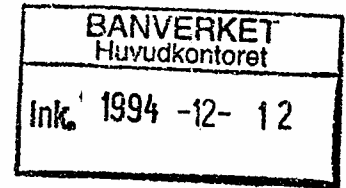
  
Sören Dahlén  
Banverket HK  
Planeringsavd./Miljösektionen

Enhet/Department  
Fysik och elteknik  
Handläggare/Handled by  
Tomas Ström, ts  
Tel +46 (0)33 16 54 39

Datum/Date  
1994-12-01  
Ert datum/Your date

Beteckning/Reference  
korrtåg  
Er referens/Your reference  
Sören Dahlén

Banverket Huvudkontoret  
Sören Dahlén  
Planeringsavd - Miljö  
781 85 Borlänge



## Korrektionsvärden för olika svenska tågtyper

Följande korrektionsvärden är baserade på resultaten från de omfattande tågpassagemätningar som utfördes av SP 1993 vid olika bandelar i framför allt södra- och vissa delar av mellersta Sverige.

Angivna korrektionsvärden begränsas till aktuella tågtyper framförda på bandelar med helsvetsad räl (SJ 50 och UIC 60) monterad på betongslipers. Korrektionsvärdena kompletterar eller ersätter befintligt värde (endast X10) på  $\Delta L_{typ}$  för A-vägd maximal- och ekvivalentnivå (sid 12 och 24) i SNV rapport 3059 "Buller från spårburen trafik".

Tågtyp	Drifttyp El/Diesel	Korrektion $L_{Amax}$ (dB)	Korrektion $L_{Aeq}$ (dB)
Snabbtåg X2	El	- 6	- 8
Motorvagnar X10, X12	El	- 5	- 7
Personvagnar med Rc-lok	El	- 3	- 4
Motorvagn Y2	Diesel	- 3*	- 3*
Godståg	El	0	0
Godståg	Diesel	0	0

\* På grund av att endast ett fåtal Y2 mätningar utförts och dessa är uppmätta i ett begränsat hastighetsområde tillskrivs fordonstypen tillsvidare en minimerad korrektionsnivå

Angivna korrektions värden för aktuella tågtyper gäller tills vidare.

BVKORR94.DOC

Sveriges Provning- och Forskningsinstitut / Swedish National Testing and Research Institute  
Staatliche Materialprüfungs- und Forschungsanstalt • Institut national d'essai des matériaux et de recherches

Postadress Postal address	Besöksadress Office	Telefon Telephone	Telex Telex	Telefax Telefax	Bankgiro Bank giro account	Postgiro Postal account	Org. nummer Reg. number
SP Box 857 S-501 15 BORÅS SWEDEN	Västeråsen Brinellgatan 4 Borås	033-16 50 00 + 46 33 16 50 00	36252 TESTING S	033-13 55 02 + 46 33 13 55 02	715-1053	10 55-3	15-556464-6874

**Korrektion av  $L_{Amax}$  vid annan tåghastighet än 80 km/h**  
**Korrektionsvärdena kompletterar befintliga värden på**  
 **$\Delta L_{hast}$  för A-vägd maximalnivå (sid 23) i SNV rapport**  
**3059 "Buller från spårburen trafik".**

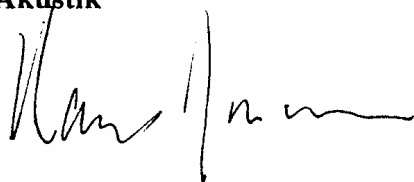
km/h	dB	km/h	dB	km/h	dB
40	- 9,2	110	+ 4,2	170	+ 10,0
50	- 6,2	120	+ 5,4	180	+ 10,7
60	- 3,8	130	+ 6,4	190	+ 11,5
70	- 1,8	140	+ 7,4	200	+ 12,1
90	+ 1,6	150	+ 8,3		
100	+ 3,0	160	+ 9,2		

**Korrektion av  $L_{Aeq}$  vid annan tåghastighet än 80 km/h**  
**Korrektionsvärdena kompletterar befintliga värden på**  
 **$\Delta L_{hast}$  för A-vägd ekvivalentnivå (sid 13) i SNV rapport**  
**3059 "Buller från spårburen trafik".**

km/h	dB	km/h	dB	km/h	dB
40	- 7,1	110	+ 3,3	170	+ 7,7
50	- 4,8	120	+ 4,1	180	+ 8,3
60	- 2,9	130	+ 5,0	190	+ 8,8
70	- 1,4	140	+ 5,7	200	+ 9,4
90	+ 1,2	150	+ 6,4		
100	+ 2,3	160	+ 7,1		

Angivna korrektions värden för  $L_{Amax}$  och  $L_{Aeq}$   
i olika hastigheter gäller tills vidare.

**SP - Sveriges Provnings och Forskningsinstitut**  
**Akustik**













# ENKEL ORDLISTA/ FÖRKORTNINGAR

Bv	Bullervärdering
dB	Decibel, logaritmisk skala.
dB(A)	Ljudnivå. Frekvensvägd ljudtrycksnivå med A-filter.
L <sub>max</sub>	Maximalljudnivå, t.ex. vid passage av tåg.
L <sub>eq</sub>	Ekvivalent ljudnivå, medelljudet över en viss angiven tid.
fast	Integreringstid 125 ms, reaktionssnabbhet hos mätinstrument.
frekvens	Antal svängningar per sekund, mäts i Hertz (Hz).
HL	Hälsoskyddslagen
ML	Miljöskyddslagen
NRL	Naturresurslagen
NNK	NettonuvärdesKvot
PBL	Plan- och bygglagen
RMS	Root Mean Square. Tidsmedelvärdet av vibrationens energi under intervallet.
SJ	Statens Järnvägar
slow	Integreringstid 1 s, reaktionssnabbhet hos mätinstrument.



781 85 Borlänge  
Tel. 0243-450 00



106 48 Stockholm  
Tel. 08-698 10 00