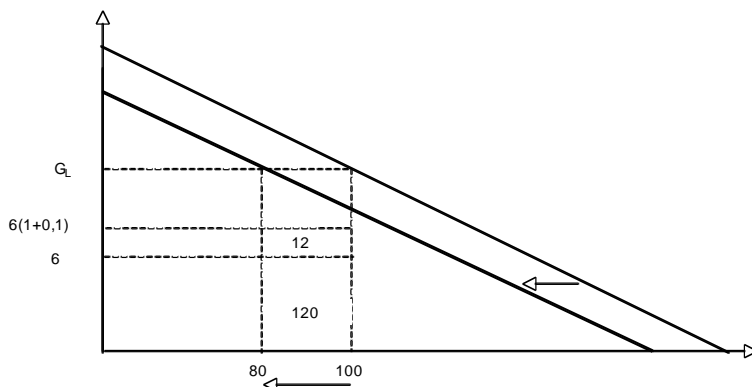


Version 2023-02-01

# Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1

## Kapitel 10 Kostnad för buller





## Innehåll

10. Kostnad för buller .....	4
10.1. Buller från vägtrafik .....	4
10.2. Buller från tågtrafik .....	9
10.3. Flyg- och sjöfartsbuller .....	13
10.4. Marginalkostnad för buller .....	13
10.4.1. Vägtrafik .....	14
10.4.2. Järnväg .....	15
10.5. Vibrationer och infraljud .....	17
Referenser .....	18

## 10. Kostnad för buller

Buller definieras normalt som ”icke-önskat ljud”. Många människor i Sverige utsätts vid sina bostäder, vård- och undervisningslokaler för vägtrafikbuller starkare än 55 dBA dygnsmedeltal, en stor del av dessa är bosatta utefter det kommunala vägnätet. Antalet bullerutsatta är störst i städerna. Buller kan dock utgöra ett stort problem även på mindre orter med genomfartstrafik.

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

Investeringar i infrastruktur påverkar ibland bullernivån från trafiken, vilket i sin tur leder till förändringar av bullerstörningar och negativa hälsoeffekter av buller för boende utmed denna infrastruktur (väg, järnväg eller flygplats). I aktuell version av ASEK-rapporten ges kalkylvärden, i termer av kostnad per person och år, för olika typer av buller från väg- respektive järnvägstrafik (avsnitt 10.1 respektive 10.2). På grund av bristande kunskapsunderlag är bullerkostnaden för luft- och sjöfart schablonmässigt värderat i relation till vägbuller (avsnitt 10.3). I ASEK-rapporten redovisas även beräknade marginalkostnader per fordonskm för buller från väg- och järnvägstrafik (avsnitt 10.4)

Buller, och bullerreducerande åtgärder, har olika störningseffekter på inomhus- respektive utomhusmiljön. Ett bullerplank ger en förbättring på samtliga områden medan till exempel fönsterbyten enbart förbättrar inomhusmiljön eller delar av den. ASEKs rekommendationer avser kostnaden för buller i såväl inomhus som utomhusmiljöer.

### 10.1. Buller från vägtrafik

#### **ASEK rekommenderar**

Rekommenderade värderingarna av kostnader för vägbuller visas i tabellerna 10.1 och 10.2.

Kalkylvärdena för vägbuller ska räknas upp reallt över tiden under kalkylperioden, enligt principer som beskrivs i kapitel 5. I tabellerna redovisas både kalkylvärden för basåret 2017 och prognos för 2040.

**Tabell 10.1. Kostnad för buller från vägtrafik (störningseffekter och hälsoeffekter) vid vistelse både utomhus och inomhus. Total kostnad i kr per person och år. Prisnivå 2017 och 2040, i 2017-års penningvärde.**

<i>Bullernivå utomhus</i>	<i>Kostnad för störnings-effekter, 2017</i>	<i>Kostnad för hälsoeffekter, 2017</i>	<i>Total kostnad., kr per person och år, 2017</i>	<i>Total kostnad, kr per person och år, prognos för 2040</i>
50	168	0	168	238
51	525	0	525	740
52	1 071	0	1 071	1 510
53	1 804	0	1 804	2 544
54	2 726	0	2 726	3 844
55	3 836	0	3 836	5 409
56	5 134	0	5 134	7 239
57	6 621	0	6 621	9 335
58	8 296	74	8 370	11 802
59	10 159	134	10 293	14 513
60	12 210	223	12 433	17 531
61	14 451	327	14 778	20 837
62	16 879	461	17 340	24 449
63	19 495	624	20 119	28 368
64	22 300	803	23 103	32 575
65	25 292	996	26 288	37 066
66	28 474	1 220	29 694	41 868
67	31 844	1 472	33 315	46 975
68	35 401	1 754	37 156	52 390
69	39 147	2 056	41 203	58 096
70	43 082	2 403	45 486	64 135
71	47 205	2 768	49 973	70 461
72	51 516	3 160	54 676	77 093
73	56 015	3 583	59 598	84 033
74	60 702	4 036	64 738	91 281
75	65 579	4 533	70 112	98 857

**Tabell 10.2. Kostnad för buller från vägtrafik vid vistelse utomhus (50% av kostnaden) respektive inomhus (50% av kostnaden). Inomhusbuller antas motsvara utomhusbuller minus fasadreduktion på 27 dBA. Kr per person och år, prisnivå 2017 och 2040, i 2017-års penningvärde.**

<i>Buller-nivå utomhus</i>	<i>Kostnad för buller utomhus 2017</i>	<i>Kostnad för buller utomhus Prognos 2040</i>	<i>Bullernivå inomhus, m.h.t. genomsnittlig fasadreduktion på 27 dB</i>	<i>Kostnad för buller inomhus 2017</i>	<i>Kostnad för buller inomhus, prognos 2040</i>
50	84	119	23	84	119
51	263	370	24	263	370
52	535	755	25	535	755
53	902	1 272	26	902	1 272
54	1 363	1 922	27	1 363	1 922
55	1 918	2 704	28	1 918	2 704
56	2 567	3 619	29	2 567	3 619
57	3 310	4 668	30	3 310	4 668
58	4 185	5 901	31	4 185	5 901
59	5 146	7 256	32	5 146	7 256
60	6 217	8 765	33	6 217	8 765
61	7 389	10 418	34	7 389	10 418
62	8 670	12 225	35	8 670	12 225
63	10 060	14 184	36	10 060	14 184
64	11 552	16 288	37	11 552	16 288
65	13 144	18 533	38	13 144	18 533
66	14 847	20 934	39	14 847	20 934
67	16 658	23 487	40	16 658	23 487
68	18 578	26 195	41	18 578	26 195
69	20 601	29 048	42	20 601	29 048
70	22 743	32 067	43	22 743	32 067
71	24 986	35 231	44	24 986	35 231
72	27 338	38 547	45	27 338	38 547
73	29 799	42 017	46	29 799	42 017
74	32 369	45 641	47	32 369	45 641
75	35 056	49 429	48	35 056	49 429

### **Tillämpning**

Beräkningsgången för förändrade bullerkostnader innebär i grova drag att man avläser bullernivåer i decibel, före och efter en åtgärd, och avläser motsvarande bullerkostnad per person och år, före och efter åtgärden. Därefter gör man en uppskattning av antalet personer som störs av buller, före och efter en åtgärd, och beräknar den totala bullerkostnaden per år före och efter åtgärden. Åtgärdens effekt på bullerkostnaden är lika med skillnaden i total bullerkostnad före och efter åtgärden.

## Bakgrund och motivering

Skattningar av totala bullerkostnader, per person och år, för boende i närheten av väg respektive järnväg bygger på studien av Swärdh (2015). Den totala bullerkostnaden avser både störnings- och hälsoeffekter. I ASEKs rekommendationer har de skattade bullerkostnaderna uppdaterats till 2017-års prisnivå, enligt ASEKs principer för uppdatering av kalkylvärden (se kapitel 5). Bullerkostnaderna hör till de kalkylvärden som ska räknas upp över kalkylperioden med hänsyn till real inkomstutveckling (se kapitel 5). Därför redovisas, förutom kostnader i basåret 2017-års prisnivå, även en prognos för bullerkostnaden vid prognosår 1 (2040), uttryckt i 2017-års penningvärde.

Vissa bullerreducerande åtgärder, t.ex. treglasinstallation, har endast effekt på inomhusbuller. Värdering av buller för inomhusmiljö respektive utomhusmiljö har därför tagits fram genom att dela upp värderingen med hjälp av vikter och antaganden om fasadreduktion. För vägtrafikbuller har man tidigare antagit att inomhusvärderingen är 60 procent av den totala värderingen och att utomhusbuller således är 40 procent av den totala värderingen samt att fasadreduktionen är 25 dB. Eftersom vi numera har mer ljudisolerade hus har den genomsnittliga fasadreduktionen för vägtrafik satts till 27 dB istället för 25 dB. På grund av detta har fördelningen av total bullerkostnad på kostnad för inomhus- respektive utomhusbuller justerats från 60/40 till 50/50.

Ett VTI-projekt (Swärdh m.fl. 2020) analyserade om någon annan fördelning än 50% vardera mellan inomhus- respektive utomhusmiljö är mer förenlig med individers betalningsvilja för minskade bullerstörningar. Man fann att det finns en svag tendens att inomhusbullret för vägtrafik kan ha en andel något över 50% och motsvarande andel för järnvägstrafik kan vara något lägre än 50%. Dessa tendenser är dock så svaga att det inte finns någon anledning att förkasta 50/50-fördelningen.

Störningskostnaderna för buller har beräknats utifrån tidigare VTI-studier där Swärdh m.fl. (2012) undersöker störningskostnaderna från järnvägstrafiken och Andersson m.fl. (2013) från vägtrafiken. I studien av Andersson m.fl. (2013) har en marginell efterfrågefunktion skattats, vilken ger betalningsviljan för att minska den ekvivalenta bullernivån från vägtrafiken. Detta har gjorts med hjälp av ett stort stickprov av småhusförsäljningar i flertalet svenska kommuner. Så långt det är möjligt har samma skattningsmetod använts av Swärdh m.fl. (2012) och Andersson m.fl. (2013), vilket gör resultaten jämförbara. En skillnad i resultaten för Swärdh m.fl. (2012) och Andersson m.fl. (2013) gäller den gräns när det ekvivalenta järnvägs- och vägbullret är för lågt för att någon betalningsvilja för vidare bullerminskningar ska finnas. Detta ges i studierna av den ekonometriska modellen och är 49,1 dB för järnväg och 52,7 dB för väg. Den hedoniska efterfrågefunktionen för vägbuller har kalibrerats till att anta samma värde vid 75 dB som i Andersson m.fl. (2013) medan betalningsviljan är noll vid samma bullernivå som för järnväg (49,1 dB) i stället för vid 52,7 dB. Resultaten har generaliserats för att kunna användas nationellt i Sverige.

Störningskostnaden för buller uppskattas i termer av individers betalningsvilja för en god ljudmiljö. Denna betalningsvilja estimeras i sin tur med hjälp av den så kallade fastighetsprismetoden. Störningskostnaderna antas vara direkta och därmed observerbara för en fastighetsköpare och det som kan observeras av fastighetsspekulanter antas ingå i värderingen av fastigheter. Detta betyder att betalningsviljan för en bättre ljudmiljö (mindre störning) reflekteras i prisskillnader mellan fastigheter som skiljer sig åt i fråga om ljudmiljö, allt annat lika. Exempelvis antas att endast medvetna sömnstörningar som är observerbara för en fastighetsköpare reflekteras i hedoniska värderingar. Den största risken är omedvetna

sömnstörningar och dessa ger upphov till högre risker för hjärt- och kärlsjukdomar i framtiden och torde därmed fångas upp av den förhöjda risken för hjärtinfarkt.

Effekter som uppstår på längre sikt, exempelvis hjärt- och kärlsjukdomar, är inte observerbara på samma sätt och bedöms därmed inte reflekteras i fastighetspriser. För att beakta hälsoeffekter som uppstår vid bullerexponering har bland annat effektsambanden för hjärtinfarkt hämtats från WHO-rapporter (WHO, 2011; WHO, 2012). Dessa effektsamband kopplas till basrisken för hjärtinfarkt i Sverige. Basrisken har beräknats med statistiken för antal dödliga och icke-dödliga hjärtinfarkter år 2013 (Socialstyrelsen, 2014), vilket har använts tillsammans med statistik över befolkningen i Sverige enligt SCB. Detta har gett en basrisk på 0,798 dödliga hjärtinfarkter per 1000 individer och en basrisk på 2,25 icke-dödliga hjärtinfarkter per 1000 individer. Antalet förlorade levnadsår per dödlig hjärtinfarkt baseras på ett räkneexempel från WHO (2011, sid. 25) och antas vara 13,2 år.

Antal dagars sjukhusvistelse respektive arbetsfrånvaro till följd av hjärtinfarkt beräknas utifrån relationen i ExternE (Bickel & Friedrich, 2005) till 18 dagars sjukhusvistelse och 320 dagars arbetsfrånvaro till följd av varje sjukdomsfall av hjärtinfarkt. Andra effektsamband för hälsa gäller kärlkramp och högt blodtryck där båda hämtas från ExternE (Bickel och Friedrich, 2005). Även risken för kärlkramp hämtas från ExternE och är 1,5 per 1000 individer. Enligt effektsambanden för kärlkramp går det fyra förlorade arbetsdagar per sjukhusvistelsedag gällande kärlkramp och antalet sjukdagar (symptom) per sjukhusvistelsedag är 1,5 gällande kärlkramp. För högt blodtryck anges ingen risk och effektsambandet anger även att risken verkar vara noll i detta sammanhang.

De värderingar som redovisas i tabell 10.3 har använts för värdering av de hälsosamband som beskrivits ovan. Dessa värderingar är de samma som i VTIs regeringsuppdrag Samkost (Nerhagen m.fl. 2015).

**Tabell 10.3. Värderingar av hälsoeffekter i VTIs SAMKOST-projekt.**

<b>Ohälsovariabel</b>	<b>Enhet</b>	<b>Värdering i kronor, prisår 2012</b>
Förtida dödsfall	Förlorat levnadsår	1 095 000
Symptom hjärtinfarkt	Per fall	229 000
Symptom kärlkramp	Per sjukdag	16 600
Produktionsbortfall – arbetsfrånvaro	Per dag	1 349
Vårdkostnader	Per sjukhusvistelsedag	2 900

Det är viktigt att föra en diskussion kring osäkerheten om vad som verkligen fångas upp i störningskostnader som uppskattats med fastighetsprismetoden. Att trafikbuller spelar roll för småhusvärden visar forskningen med tydlighet men vilka bullerkostnader det är som ingår är mer oklart. Det finns således en risk för dubbelräkning när hälsokostnaden adderas till hedoniska värderingar. Risk finns emellertid även för att alla effekter inte täcks in i dessa beräkningar. Detta skulle exempelvis vara fallet om det finns störningseffekter som inte fångas in av prisskillnader på småhusmarknaden trots att vi antar så vara fallet. Tänkbart här är



effekter som inte lätt kan observeras av potentiella köpare vid en husvisning, exempelvis sömnstörningar, hög nattrafik och höga bullernivåer vid högtrafik i rusningstid.

En annan viktig aspekt är vilka långsiktiga hälsoeffekter som uppstår vid bullerexponering men även hur dessa effektsamband ser ut i form av tröskelvärden etc. Enligt WHO (2011) orsakar långvarig bullerexponering även förhöjd risk för stroke men inga etablerade effektsamband för detta finns. Hansell m.fl. (2013) finner dock signifikant effektsamband mellan flygbullerexponering och stroke medan Kolstad m.fl. (2013) ifrågasätter giltigheten i dessa. Vidare finns en ny utbyggd meta-studie som visar att den förhöjda risken för hjärtinfarkt börjar redan vid en vägbullerexponering på 52 dB  $L_{24}$  (Babisch, 2014). Detta illustrerar att osäkerheterna kan vara betydande och att nya forskningsrön kan leda till att uppdateringar av trafikbullrets långsiktiga hälsoeffekter blir nödvändiga.

De värderingar som använts som underlag för dessa beräkningar är även de osäkra. Osäkerheterna kan vara rent statistiska och metodmässiga men även av principiell art. En speciellt intressant aspekt är hur vi ska betrakta värdet av förlorade levnadsår (VOLY). Ansatsen här bygger på Samkost (Nerhagen m.fl. 2015) där VOLY räknas fram från ASEK-värdet av ett statistiskt liv (VSL i ASEK 5.1). Osäkerheten ligger exempelvis i huruvida ett förlorat levnadsår är konstant med avseende på ålder och om det bör diskonteras eftersom de förlorade levnadsåren antas inträffa långt in i framtiden. Även effektsambanden har en inbyggd osäkerhet, exempelvis antas 13,2 förlorade levnadsår per dödlig hjärtinfarkt.

Nuvarande bullervärdering innefattar inte exponering från flera bullerkällor samtidigt. I Öhrström m.fl. (2011) slås dock fast att det finns en statistiskt säkerställd samverkans effekt. Därför borde, åtminstone på sikt, en sådan värdering tillkomma. För närvarande finns dock ingen vetenskaplig metodik för hur en sådan värdering ska ske och därför införlivas det inte i ASEK. Som nämns ovan värderas inte heller enstaka, maximala bullertoppar. WSP (2007) visar att betalningsviljan för att reducera bullertoppar kan vara betydande. Man vill dock inte gå så långt i sina slutsatser att man rekommenderar någon monetär värdering för detta. Fortsatta studier om detta är därför angeläget.

## 10.2. Buller från tågtrafik

### **ASEK rekommenderar**

Rekommenderade värderingar av kostnader för järnvägsbuller visas i tabellerna 10.4 och 10.5.

Kalkylvärdena för vägbuller ska räknas upp reallt över tiden under kalkylperioden, enligt principer som beskrivs i kapitel 5. I tabellerna redovisas både kalkylvärden för basåret 2017 och prognos för prognosåret 2040.

**Tabell 10.4. Kostnad för buller från tågtrafik (störningseffekter och hälsoeffekter) vid vistelse både utomhus och inomhus. Total kostnad i kr per person och år. Prisnivå 2017 och 2040, i 2017-års penningvärde.**

<i>Bullernivå utomhus</i>	<i>Kostnad för störningseffekter, 2017</i>	<i>Kostnad för hälsoeffekter, 2017</i>	<i>Total kostnad per person och år, 2017</i>	<i>Total kostnad per person och år, prognos 2040</i>
50	67	0	67	95
51	209	0	209	294
52	423	0	423	596
53	710	0	710	1 001
54	1 071	0	1 071	1 510
55	1 503	0	1 503	2 120
56	2 010	0	2 010	2 834
57	2 590	0	2 590	3 652
58	3 243	74	3 316	4 676
59	3 969	134	4 102	5 784
60	4 768	223	4 990	7 036
61	5 639	327	5 967	8 413
62	6 584	461	7 045	9 933
63	7 602	624	8 226	11 599
64	8 694	803	9 497	13 391
65	9 858	996	10 854	15 304
66	11 096	1 220	12 316	17 365
67	12 406	1 472	13 878	19 568
68	13 790	1 754	15 544	21 917
69	15 246	2 056	17 302	24 396
70	16 777	2 403	19 180	27 044
71	18 380	2 768	21 148	29 818
72	20 055	3 160	23 215	32 733
73	21 805	3 583	25 388	35 797
74	23 627	4 036	27 663	39 005
75	25 523	4 533	30 056	42 378

**Tabell 10.5. Kostnad för buller från tågtrafik vid vistelse utomhus (50% av kostnaden till 59 dB) respektive inomhus (50% av kostnaden till 28 dB). Inomhusbuller antas motsvara utomhusbuller minus fasadreduktion på 31 dB. Kr per person och år, prisnivå 2017 och 2040, i 2017-års penningvärde.**

<i>Bullernivå utomhus</i>	<i>Kostnad för bullerstörning utomhus 2017</i>	<i>Kostnad för bullerstörning utomhus 2040</i>	<i>Bullernivå inomhus, m.h.t. genomsnittlig fasadreduktion på 31 dB</i>	<i>Kostnad för bullerstörning inomhus 2017</i>	<i>Kostnad för bullerstörning inomhus 2040</i>
50	67	95	19	0	0
51	209	294	20	0	0
52	423	596	21	0	0
53	710	1 001	22	0	0
54	970	1 367	23	101	143
55	1 240	1 749	24	263	371
56	1 472	2 075	25	538	759
57	1 784	2 515	26	807	1 137
58	1 984	2 797	27	1 333	1 879
59	2 051	2 892	28	2 118	2 986
60	2 495	3 518	29	2 495	3 518
61	2 983	4 206	30	2 983	4 206
62	3 522	4 967	31	3 522	4 967
63	4 113	5 800	32	4 113	5 800
64	4 749	6 695	33	4 749	6 695
65	5 427	7 652	34	5 427	7 652
66	6 158	8 683	35	6 158	8 683
67	6 939	9 784	36	6 939	9 784
68	7 772	10 959	37	7 772	10 959
69	8 651	12 198	38	8 651	12 198
70	9 590	13 522	39	9 590	13 522
71	10 574	14 909	40	10 574	14 909
72	11 608	16 367	41	11 608	16 367
73	12 694	17 899	42	12 694	17 899
74	13 832	19 502	43	13 832	19 502
75	15 028	21 189	44	15 028	21 189

### **Tillämpning**

Beräkningsgången för förändrade bullerkostnader innebär i grova drag att man avläser bullernivåer i decibel, före och efter en åtgärd, och avläser motsvarande bullerkostnad per person och år, före och efter åtgärden. Därefter gör man en uppskattning av antalet personer som störs av buller, före och efter en åtgärd, och beräknar den totala bullerkostnaden per år före och efter åtgärden. Åtgärdens effekt på bullerkostnaden är lika med skillnaden i total bullerkostnad före och efter åtgärden.

## Bakgrund och motivering

Skattningar av totala bullerkostnader, per person och år, för boende i närheten av väg respektive järnväg bygger på studien av Swärdh (2015). Totala bullerkostnaden avser både störnings- och hälsoeffekter. I ASEKs rekommendationer har de skattade bullerkostnaderna uppdaterats till 2017-års prisnivå, enligt ASEKs principer för uppdatering av kalkylvärden (se kapitel 5). Bullerkostnaderna hör till de kalkylvärden som ska räknas upp över kalkylperioden med hänsyn till real inkomstutveckling (se kapitel 5). Därför redovisas, förutom kostnader i basåret 2017-års prisnivå, även en prognos för bullerkostnaden vid prognosår 1 (2040), uttryckt i 2017-års penningvärde.

Vissa bullerreducerande åtgärder, t.ex. treglasinstallation, har endast effekt på inomhusbuller. Värdering av buller för inomhusmiljö respektive utomhusmiljö har därför tagits fram genom att dela upp värderingen med hjälp av vikter och antaganden om fasadreduktion. Den genomsnittliga fasadreduktionen för järnvägsbuller har antagits vara 31 dBA.

Enligt Öhrström m.fl. (2011) orsakar vägtrafikbuller mer sömnstörningar än tågbuller vid lika ekvivalent ljudnivå nattetid utomhus men att denna skillnad minskar vid högre ljudnivåer och om antalet tåg är många per dygn. Kostnadens fördelning på inomhus- respektive utomhusbuller har därför satts till samma som för vägbuller, d.v.s. 50/50, för bullernivåer på 59 dB utomhusbuller och motsvarande 28 dB inomhusbuller. För lägre nivåer av inomhusbuller har kostnaden anpassats nedåt så att den blir 0 vid 22 dB, eftersom buller på 22 dB och mindre är knappt hörbart. Det betyder att bullerkostnaden har ökande andel kostnad för utomhusbuller och minskande andel kostnad för inomhusbuller från 59 dB till 53 dB utomhusbuller.

Störningskostnader för buller har beräknats utifrån tidigare VTI-studier där Swärdh m.fl. (2012) undersöker störningskostnaderna från järnvägstrafiken och Andersson m.fl. (2013) från vägtrafiken. I studien av Swärdh m.fl. (2012) har en marginell efterfrågefunktion skattats, vilken ger betalningsviljan för att minska den ekvivalenta bullernivån från järnvägstrafiken. Detta har gjorts med hjälp av ett stort stickprov av småhusförsäljningar i flertalet svenska kommuner. Så långt det är möjligt har samma skattningsmetod använts av Swärdh m.fl. (2012) och Andersson m.fl. (2013), vilket gör resultaten jämförbara. En skillnad i resultaten för Swärdh m.fl. (2012) och Andersson m.fl. (2013) gäller den gräns när det ekvivalenta järnvägs- och vägbullret är för lågt för att någon betalningsvilja för vidare bullerminskningar ska finnas. Detta ges i studierna av den ekonomiska modellen och är 49,1 dB för järnväg och 52,7 dB för väg. Den hedoniska efterfrågefunktionen för vägbuller har kalibrerats till att anta samma värde vid 75 dB som i Andersson m.fl. (2013) medan betalningsviljan är noll vid samma bullernivå som för järnväg (49,1 dB) i stället för vid 52,7 dB. Resultaten har även generaliserats för att kunna användas nationellt i Sverige.

Hälsoeffekterna av järnvägsbuller har beräknats på samma sätt som för vägbuller. Det finns inga etablerade effektsamband för järnvägsbuller men det är till viss del orimligt att långvarig bullerexponering på samma nivå skiljer sig åt markant mellan väg och järnväg. En tänkbar anledning till avsaknaden av etablerade effektsamband för järnvägsbuller är att betydligt färre individer är utsatta för järnvägsbuller jämfört med vägbuller och att mindre fokus har lagts på denna forskning alternativt att det är svårare att hitta statistiskt signifikanta samband. Att färre studier har fokuserat på järnvägsbuller och hjärt- och kärlsjukdomar bekräftas av Münzel m.fl. (2014) som också listar några studier som pekar på ett samband mellan järnvägsbuller och hjärt- och kärlsjukdomar. Ett exempel är Eriksson m.fl. (2012) som på svenska data finner ett signifikant samband mellan järnvägsbuller och hjärt- och kärlsjukdomar.

### 10.3. Flyg- och sjöfartsbuller

#### **ASEK rekommenderar**

Flygbuller ska värderas som vägbuller, uppräknat med en faktor 1,4. Sjöfartsbuller bör värderas på samma sätt som flygbuller.

#### **Bakgrund och motivering**

Bullerkostnaden för flyg och sjöfart utgör en relativt liten andel av den totala bullerkostnaden inom transportsektorn. I ASEK 4 rekommenderades att buller från flyg och sjöfart värderas på samma sätt som järnvägsbuller. WSP har utifrån en redovisad litteraturstudie (WSP 2012b) gett rekommendationer för flyg- respektive sjöfartsbuller och konstaterar att problemen med *flygbuller* koncentreras till start och landning, särskilt vid start eftersom gaspådraget då är störst. Av de drygt 13 000 boende som exponeras av flygbuller bor ca 5 000 vid Bromma flygplats och ca 2 200 vid Arlanda flygplats. WSP (2012b) har inte funnit några värderingstudier för flygplansbuller som är direkt tillämpbara. Värdering av flygplansbuller måste därför antingen baseras på värderingar för väg- eller järnvägsbuller.

De inför ASEK 5 föreslagna värderingarna för väg- och järnvägsbuller utgick båda från ekvivalentnivåbuller, där vägbuller har högre värdering än järnvägsbuller vid lägre ekvivalentnivåer. Flygbuller ger relativt låga ekvivalentnivåer, varför en värdering utifrån vägbuller är mer lämpligt.

Det är relativt väl belagt att flygbuller medför en större störning än vid motsvarande nivåer för väg och järnväg. Det gör också att en uppräkningsfaktor är motiverad. Enligt VTIs (2009) tidigare förslag skulle den svenska värderingsfunktionen för väg multipliceras med 1,55 för nivåer under 67 dB (LAEq, 24) och med 1,33 för nivåer över 67 dB. Dessa två uppräkningsnivåer är en förenkling av HEATCO:s samband. I praktiken skulle ASEK ytterligare kunna förenkla uppräkningsfunktionen till att bara nyttja en enda faktor på 1,4. Förenklingen motiveras av att uppskattningen att låta vägtrafikbuller motsvara flygbuller är grov och att HEATCO-studien innehåller vissa osäkerheter.

Kunskapen om *sjöfartsbullrets störning* är bristfällig. Människor i bebyggelse påverkas i mycket liten utsträckning av buller direkt från fartygen. Detta buller är dock ofta lågfrekvent och har lång räckvidd. Det bör dock poängteras att sjöfartsbuller främst kan liknas vid industribuller som uppkommer vid lastning av fartygen. Dessa bullerproblem är något som relativt enkelt kan åtgärdas med exempelvis tystare ramper, medan buller från väg-, flyg- och järnvägstrafik är av en annan karaktär och är svårare att åtgärda. Detta är viktigt att ha i åtanke vid överflyttning av gods till sjöfart.

Eftersom inga nya rön finns föreslås att sjöfartsbuller värderas på samma sätt som flygbuller.

### 10.4. Marginalkostnad för buller

Marginalkostnaden för trafikbuller utgörs av den marginella effekten på buller som en extra fordonspassage medför. De buller som trafiken ger upphov till beror av flera faktorer, i första hand antal störda individer och fordonsegenskaper. Antal bullerstörda individer beror av antal boende på olika avstånd från bullerkällan (trafiken), lokala förhållanden som påverkar bullrets utbredning (höjdskillnader, bullerdämpning mm.) samt infrastrukturens standard.

Marginalkostnaden består dels av den samhällsekonomiska kostnaden för buller, dels av den marginella effekten på bullret som en extra fordonspassage ger upphov till.

#### 10.4.1. Vägtrafik

##### ASEK rekommenderar

ASEK rekommenderar att de marginalkostnader för vägtrafikens buller som redovisas i tabellerna 10.6 och 10.7 ska tillämpas.

**Tabell 10.6. Marginalkostnad för vägtrafikens buller kr/fkm, prisnivå 2017**

Fordon	Landsbygd	Tätort				Genomsnitt tätort
		ÖBT <sup>a</sup>	GBT <sup>b</sup>	MBT <sup>c</sup>	TBT <sup>d</sup>	
Personbil	0	0,006	0,026	0,108	0,178	0,116
Tung lastbil utan släp	0	0,034	0,125	0,504	0,829	0,542
Tung lastbil med släp	0	0,087	0,327	1,326	2,063	1,365
Buss	0	0,034	0,125	0,504	0,829	0,542

(a) Övriga tätorter (befolkningstäthet mellan 131 och 400 pers/km<sup>2</sup>)

(b) Glest befolkad tätort (befolkningstäthet mellan 400 och 1000 pers/km<sup>2</sup>)

(c) Medelbefolkad tätort (befolkningstäthet mellan 1000 och 2000 pers/km<sup>2</sup>)

(d) Tätbefolkad tätort (befolkningstäthet över 2000 pers/km<sup>2</sup>)

**Tabell 10.7. Marginalkostnad för vägtrafikens buller kr/fkm, prisnivå 2040, i 2017-års penningvärde**

Fordon	Landsbygd	Tätort				Genomsnitt tätort
		ÖBT <sup>a</sup>	GBT <sup>b</sup>	MBT <sup>c</sup>	TBT <sup>d</sup>	
Personbil	0	0,008	0,037	0,152	0,251	0,164
Tung lastbil utan släp	0	0,048	0,176	0,711	1,169	0,764
Tung lastbil med släp	0	0,123	0,461	1,870	2,909	1,925
Buss	0	0,048	0,176	0,711	1,169	0,764

(a) Övriga tätorter (befolkningstäthet mellan 131 och 400 pers/km<sup>2</sup>)

(b) Glest befolkad tätort (befolkningstäthet mellan 400 och 1000 pers/km<sup>2</sup>)

(c) Medelbefolkad tätort (befolkningstäthet mellan 1000 och 2000 pers/km<sup>2</sup>)

(d) Tätbefolkad tätort (befolkningstäthet över 2000 pers/km<sup>2</sup>)

##### Bakgrund och motivering

Marginalkostnader för vägtrafikens buller beror på fordons- och däcksegenskaper, vägytans standard och andra geografiska förhållanden samt, framför allt, antal bullerstörda individer. Det betyder att marginalkostnaden i stor utsträckning är geografiskt specifik. VTI har i det s.k. Samkost-projektet beräknat nya marginalkostnader för alla trafikslag och relaterade externa effekter (Nilsson & Johansson, 2014; Nilsson & Haraldsson, 2016; Nilsson & Haraldsson, 2018). I en underlagsrapport till Samkost-projektet har Swärdh & Genell (2016) beräknat genomsnittliga marginalkostnader för buller på landsbygd och fyra olika tätortstyper: Tätbefolkad tätort (befolkningstäthet över 2000 pers./km<sup>2</sup>), Medelbefolkad tätort (befolkningstäthet mellan 1000 och 2000 pers/km<sup>2</sup>), Glest befolkad tätort (befolkningstäthet

mellan 400 och 1000 pers/km<sup>2</sup>), Övriga tätorter (befolkningstäthet mellan 131 och 400 pers/km<sup>2</sup>). Marginalkostnader för buller i områden utanför tätorter, d.v.s. landsbygd, är nära noll. Marginalkostnaderna som redovisas av Swärdh & Genell (2016) inkluderar både störnings- samt hälsoeffekter och varierar över dygnet för var och en av de olika tätortstyperna. Nilsson & Haraldsson (2018, tabell 7) presenterar ett viktat dygns-genomsnitt för marginalkostnaderna i Swärdh & Genell med vikter som avspeglar trafikvariationen under dygnet. På samma sätt som i Nilsson & Haraldsson (2018, sidan 26) antas också att 70 procent av personbilarna kör på dubbdäck under 30 procent av dygnet. Swärdh & Genell redovisar inte marginalkostnader för bussar. I likhet med Trafikanalys (2019) antas i tabell 10.6 och 10.7 att bussar bullrar på samma sätt som lastbilar utan släp. Det viktade genomsnittet i tabell 10.6 och 10.7 för de olika tätortstyperna baseras på trafikfördelningen som redovisas i tabell 5 i Nilsson & Haraldsson (2018).

#### 10.4.2. Järnväg

##### ASEK rekommenderar

I de fall genomsnittliga marginalkostnader för tågtrafikens buller ska användas rekommenderas marginalkostnaderna som visas i tabell 10.8. De genomsnittliga marginalkostnaderna är viktade genomsnitt med hänsyn till trafikens lokalisering och verklig tåglängd.

**Tabell 10.8. Beräknad genomsnittlig marginalkostnader för buller för olika typer av tåg. Kr per tågkm, prisnivå 2017 och 2040, i 2017-års penningvärde.**

<i>Tågtyp</i>	<i>2017 Kr/tågkm</i>	<i>Prognos 2040 Kr/tågkm</i>
X60	0,565	0,797
Y31	0,043	0,061
X50-54	0,478	0,674
X31	0,804	1,134
X2	1,913	2,697
X40	1,250	1,763
X10-14	0,315	0,444
RC pass	4,000	5,640
Gods El	5,109	7,204
Gods Diesel	3,728	5,256
Alla persontåg	0,978	1,379
Alla godståg	5,011	7,066

##### Bakgrund och motivering

Marginalkostnader för tågtrafikens bullerstörningar har skattats av VTI (2011). I denna studie ingår såväl skattningar av ekonomiska värderingar till följd av järnvägsbuller som beräkning av marginalkostnader. Dessa skattade marginalkostnader har korrigerats med hänsyn till 6% användning av K-block samt ett kostnadspåslag för hälsoeffekter, tillägget för hälsoeffekter är beräknade av Swärdh (2014). Tidigare uppgifter ifrån ASEK 6 har i tabell 10.8 schablonmässigt räknats om med KPI och prognosticerad tillväxt i BNP per capita.

Marginalkostnaden för bullerstörningar beror till största delen på antal personer som utsätts för bullret, men viktiga faktorer är även tågens längd, tekniska egenskaper liksom hastigheten. I tabellen nedan sammanfattas de faktorer som påverkar tågtrafikens marginalkostnader för buller.

**Tabell 10.9. Faktorer som påverkar tågtrafikens marginalkostnad för buller.**

<i>Faktorer</i>	<i>Persontåg</i>	<i>Godståg</i>
Geografisk lokalisering	X	X
Tåglängd (meter)	X	X
Hastighet	X	X
Tågtyp (littera)	X	
Drivmedel (el/diesel)		X
Bromsutrustning (K-block)		X

Bromsutrustning för godstågen (så kallade K-block) innebär en skillnad i bullerstörning med en faktor 6-10. Bullerstörningen är helt proportionell mot tåglängden, innebärande att ett tåg, av en viss typ, som är dubbelt så långt som ett annat tåg av samma typ, medför dubbelt så stor bullerstörning.

Beräkning av marginalkostnad för tågtrafikens bullerstörningar görs i två steg. Beräkna antal exponerade vid olika dygnsekvivalenta bullernivåer för olika delsträckor. Använd bullerdata per tågtyp; hur mycket ett marginellt tågsätt av olika typer ökar exponeringen på respektive sträcka. Tillsammans med värderingen av bullerstörningar beräknas en marginalkostnad per tågtyp och kilometer utmed sträckan.

Eftersom marginalkostnaden för tågtrafikens bullerstörningar varierar geografiskt, mellan tågtyper och även mellan tåg av samma typ men av olika längd och hastighet, har underlaget från VTI (2011), där marginalkostnader per stråk för tre olika tågtyper; godståg eldrift med tåglängd 500 meter, X2000 och X60 presenterats, kompletterats. I underlaget redovisas tågtyps- och bandelsspecifika marginalkostnader där hastigheten och antal störda individer beaktas. Marginalkostnaderna inkluderar även ett påslag för järnvägsbullrets hälsoeffekter (Svärdh, 2014).

Marginalkostnaderna per bandel är framtagna för 11 tågtyper med olika egenskaper. Av dessa 11 tågtyper utgörs åtta av persontåg, enligt tabellen nedan, och resterande tre av godståg (el och diesel enligt tabellen samt en kostnad för ett eldrivet godståg med K-block).

I tabell 10.10 nedan visas omräkningsfaktorer mellan tågtyper där referenståget utgörs av ett 500 meter långt godståg draget av RC-lok i 90 km/h. Omräkningsfaktorerna kan användas för omräkning av marginalkostnaden för buller längs en viss sträcka, där hänsyn har tagits till exponering.



**Tabell 10.10. Omräkningsfaktorer för tågtyp (Referenståg: godståg RC-lok, hastighet 90 km/h, tåglängd 500 meter)**

Tågtyp	Längd m	Hastighet, km/h								
		30 km/h	50 km/h	70 km/h	90 km/h	120 km/h	140 km/h	160 km/h	180 km/h	200 km/h
X60	107	0,001	0,003	0,005	0,009	0,017	0,026	0,037		
Y31	39	0,001	0,002	0,003	0,006	0,011	0,015			
X50-54	54	0,002	0,004	0,008	0,014	0,029	0,045	0,067	0,096	0,134
X31	79	0,003	0,007	0,014	0,024	0,046	0,066	0,092	0,123	
X2	165	0,006	0,016	0,032	0,056	0,112	0,164	0,230	0,311	0,410
X40	75	0,003	0,007	0,015	0,026	0,051	0,074	0,104	0,142	0,186
X10-14	50	0,004	0,008	0,015	0,025	0,047	0,066	0,089		
RC pass	230	0,213	0,268	0,342	0,425	0,564	0,664	0,769		
Gods EI	500	0,581	0,747	0,883	1,000					
Gods Di	500	0,174	0,296	0,477	0,707					

Värdena för respektive tågtyp gäller för den typiska längd som redovisas i tabellen ovan. För att beräkna korrekta marginalkostnader måste dessa värden korrigeras med verklig tåglängd per bandel för respektive tågtyp.

### 10.5. Vibrationer och infraljud

Vibrationsproblem uppstår vanligen då anläggningar byggs på områden med lera, vattensjuk mark samt tjocka marklager med likartat material. Det är främst tunga fordon som orsakar vibrationer, och då när de kommer i tät följd. Vibrationer stegras av hög hastighet samt dålig kondition på fordonen. Det finns ännu inga ASEK-värden för störningar av vibrationer och infraljud.

Markvibrationer i samband med tågtrafik förekommer vid ett relativt begränsat antal bansträckor i Sverige. Totalt beräknades 6 560 bostäder utmed 141 km bansträcka vara exponerade för vibrationsnivåer >0,35 mm/s vägd RMS (Root mean square), varav 920 bostäder vid 26 km bansträcka beräknades vara utsatta för vibrationsnivåer >1,4 mm/s vägd RMS (Pagoldh, 1990).

Största axellast (STAX) har ökat på det svenska järnvägsnätet. Det har betydelse för tillförande av energi till marken, vilket kan medföra att antalet störda av vibrationer ökat. När det gäller vibrationer från vägtrafik finns idag inget underlag för att bedöma förekomsten av antal störda bostäder. Med mer tunga lastbilstransporter ökar dock risken för att fler människor störs av vibrationer från vägtrafik.

Forskningen vad gäller värderingen av vibrationer är inte så långt gången och i dagsläget är det inte aktuellt att ta med någon värdering i ASEK.

## Referenser

- Andersson, H., Swärdh, J-E. och Ögren, M. (2013). Efterfrågan på tystnad - skattning av betalningsviljan för icke-marginella förändringar av vägtrafikbuller. Slutrapport i projektet VÅSMAGE.  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:760558/FULLTEXT01.pdf>
- Babisch, W. (2014). Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis. *Noise Health*, 2014:16, 1-9.
- Bickel, P. och Friedrich, R. (2005). *ExternE – Externalities of Energy, Methodology 2005 Update*. Report to the European Commission.  
[http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/kina\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/kina_en.pdf)
- Eriksson, C., Nilsson, M.E., Willers, S.M., Gidhagen, L., Bellander, T. och Pershagen, G. (2012). Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: The roadside study. *Noise Health*, 2012:14, 140-147.
- Hansell, A., Blangiardo, M., Fortunato, L., Floud, S., Fecht, D., Ghosh, R., Laszlo, H., Pearson, C., Beale, L., Beevers, S., Gulliver, J., Best, N., Richardson, S. och Elliot, P. (2013). Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. *British Medical Journal*, 347.
- Kolstad, H., Stokholm, Z., Hansen, Å., Christensen, K. och Bonde, J. (2013). Whether noise exposure causes stroke or hypertension is still not known. *British Medical Journal*, 347.
- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W. och Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *European Heart Journal*, doi: 10.1093/eurheart/ehu030.
- Nerhagen, L., Björketun, U., Genell, A., Swärdh, J. E., & Yahya, M. R. (2015). Externa kostnader för luftföroreningar och buller från trafiken på det statliga vägnätet: kunskapsläget och tillgången på beräkningsunderlag i Sverige samt några beräkningsexempel. Statens väg-och transportforskningsinstitut. VTI notat 4-2015.
- Nilsson, J.E. och Johansson, A. (2014). *SAMKOST- Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader*. VTI rapport 836.
- Nilsson, J.E. och Haraldsson, M. (2016). *SAMKOST 2- Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader*. VTI rapport 914.
- Nilsson, J.E. och Haraldsson, M. (2018). *SAMKOST 3- Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader*. VTI rapport 989.
- Pagoldh, C. (1990). *Godstågstrafikens stambanenät, Vibrationsstörningar från järnvägstrafik i Sverige*. Rapport S-5967-A, Ingemansson Akustik
- Socialstyrelsen. (2014). Hjärtinfarkter 1988-2013. *Sveriges officiella statistik – hälsa och sjukvård*.

- Swärdh, J-E. (2014). *Marginalkostnader för järnvägsbuller: Effekter av hjärt- och kärlsjukdomar. En delstudie inom SAMKOST.*
- Swärdh, J-E., Andersson, H., Jonsson, L. och Ögren, M. (2012). Estimating non-marginal willingness to pay for railway noise abatements: Application of the two-step hedonic regression technique. CTS working papers in transport economics. VTI - Swedish National Road and Transport Research Institute.  
[http://swopec.hhs.se/ctswps/abs/ctswps2012\\_027.htm](http://swopec.hhs.se/ctswps/abs/ctswps2012_027.htm)
- Swärdh, J. E., Andersson, H., Zadeh, N. S., & Ögren, M. (2020). *Noise cost in different residential environments.* Slutrapport till Trafikverket 2020-01-28. VTI
- Swärdh, J-E. (2015). *Beräkning av externa kostnader för trafikbuller.* PM till Trafikverket 2015-02-27, VTI.
- Swärdh, J-E. och Genell, A. (2016). Estimation of the marginal cost for road noise and rail noise. VTI notat, 22A-2016.
- Trafikanalys. (2019). *Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader – bilagor.* Trafikanalys PM 2019:1.
- VTI. (2009). *Bullervärden för samhällsekonomisk analys, Beräkningar för väg- och järnvägsbuller.* VTI notat 30-2008.
- VTI. (2011). *Marginalkostnader för järnvägsbuller: Effekter av hjärt- och kärlsjukdomar. En delstudie inom SAMKOST.*
- WSP. (2007). *Värdering av bullerprofiler.* WSP Analys & Strategi rapport 2007:27.
- WSP. (2012). *Värdering av buller från flyg och sjöfart - en översyn inför ASEK5.* WSP Analys & Strategi pm.
- WHO. (2011). *Burden of disease from environmental noise – Quantification of healthy life years lost in Europe.* Rapport.  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf)
- WHO. (2012). *Methodological guidance for estimating the burden of disease from environmental noise.* Rapport.  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0008/179117/Methodological-guidance-for-estimating-the-burden-of-disease-from-environmental-noise-ver-2.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/179117/Methodological-guidance-for-estimating-the-burden-of-disease-from-environmental-noise-ver-2.pdf)
- Öhrström, E., Gidlöf- Gunnarsson, A., Ögren, M och Jerson, T. (2011). *Slutrapport. Forskningsprogrammet TVANE, Effekter av buller och vibrationer från tåg- och vägtrafik – tågbonus, skillnader och samverkan mellan tåg- och vägtrafik.* Enheten för Arbets- och miljömedicin, Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa, Göteborgsuniversitet, Sahlgrenska akademien, Rapport nr 1:2011.