

Innehåll

Förord 13

Introduktion och sammanfattning 15

1. Problemet 19

- Var hittar man buller? – Överallt! 20
- Det skapar problem för många 20
 - Trötthet och sömnproblem 20
 - Mest utsatta grupper 21
- ”Befria samtalet” 21
- Miljön i skolor och förskolor 22
- Frihet från störande buller och välanpassad akustik är lönsamt 22
 - Stomljud och vibrationer 22
- Vad är ljud – och vad är buller? 23
- Sunt förnuft och eftertanke är viktigt 23

2. Men allt har inte blivit sämre! 25

- Bullrets roll i Sveriges 16 miljömål 25
- En del gamla problem har försvunnit 26

3. Det börjar med planeringen 29

- Läget och omgivningen 29
 - Bullerplanera bostäderna! 29
 - ... och arbetsplatserna! 30
 - Samordnade myndighetskrav för god ljudmiljö 30
- Huset och verksamheten 30
 - Vi behöver tysta installationer 32
 - Att förebygga är bättre än att avhjälpa 32
 - Buller och vibrationer från installationer 33
 - Undvik bullerstörningar från installationer 34
- Akustisk planering – skilj på bullerkällor och lyssnare 35
 - Placering av bullrande aggregat och maskiner 36
- Utrymmesplanering 36
 - Intransport av aggregat och komponenter 36
 - Montering, injustering och provning 37

Underhåll	38
Reparation eller utbyte av trasiga delar i ett installationssystem	40
Utbyte av aggregat och komponenter	40
Detaljer man helst bör kontrollera i förväg	40

4. Ljudutbredning 43

Ljudalstring och frekvens	43
Ljudutbredning i gaser, vätskor och fasta medier	43
Frekvens, våglängd och hastighet	46
Hur snabbt går ljudet?	47
Ljudhastighet i luft	48
Vad har man då för nytta av att veta detta?	48
Ljudhastighet i vätskor	49
Ljudhastighet i fasta material	49
Så här kan man beräkna ljudhastigheten	49
Ljudhastigheten för luft och andra gaser	49
Ljudhastigheten för vätskor och fasta material	50
Vattenläckor hörs!	52
Ljudhastigheten för fasta material	52
Ljudutbredningen kan ske på olika sätt	53
För människan hörbart frekvensomfång	56

5. Vad är en decibel 59

Det finns många olika slag!	59
Det gemensamma för dem alla är att de anger ett logaritmiskt förhållande	59
Logaritmer – grunden för bullerberäkning	59
Vad är multipelprefix och varför är de bra?	61
Enkla ljudberäkningar är verkligen enklare idag än förr!	62
Hur vi uppfattar skillnader i ljudstyrka	64
När vårt alfabet inte räcker till	64
Decibelbegreppet	65
Linjära värden och logaritmerade nivåer	65
Viktigt att vara tydlig!	67
Ljudintensitet och ljudintensitetsnivå	69
Avståndslagen	70
Några typiska ljudnivåer	70
Några typiska ljudeffekter	71
Ljudtrycksnivå eller ljudeffektnivå?	72
Hörseltryck – Son eller phon?	72
Addition och subtraktion av nivåer	74
De logaritmiska reglerna gäller även här	74
Summan av lika ljudkällor	74
Olika ljudkällor som uppträder samtidigt	76
Subtraktion av en ljudnivå från en summa	77

6. Hörsel och hörselskador 79

- Örat 79
 - Vad händer när vi hör ett ljud? 79
 - Tillvänjning 80
 - Ljudets väg genom hörselorganet 80
- Phon-begreppet, Fletcher-Munsondiagrammet och tonaudiogrammet 83
- Metoder för att fastställa ljudnivåer objektivt och subjektivt 85
- ”Vägning” genom filtrering 85
- Människans hörselgränser 89
 - Vokalerna skymmer konsonanterna i talljudet 90
 - Musikens frekvenser 91
 - När vi blir äldre hör vi sämre 91
- Störande buller 92
 - Inverkan av exponeringstid 93
 - Stress, trötthet och prestation 94
 - Hörselmätning – audiometri – audiogram 95
- Hörselskador och hörselnedsättning 96
 - Tinnitus – en vanlig typ av hörselskada 98
 - Hyperacusis – ljudöverkänslighet 98
 - Använd hörselskydd 98
- Ekvivalent ljudnivå 98
- Bullerkriteriekurvor 101
 - Taluppfattning och maskeringseffekter 104
 - Taluppfattbarhet 108
- Infraljud och ultraljud – ohörbart buller 109
 - Var förekommer infraljud? 111
 - Hur mäts infraljud? 111
 - Hur påverkas vi av ultraljud? 112
 - Var förekommer ultraljud? 112
 - Hur mäts ultraljud? 112

7. Buller på arbetsplatsen 113

- Det är många som drabbas av buller i arbetet 114
- Hörselskador 114

8. Rummet 117

- Spridningsvägar 117
- Direktljudet – utbredning i fritt fält 117
- Riktningfaktor vid ljudutbredning 120
- Även ljudkällan kan ha en riktningsverkan 121
- Ljudutbredning i slutna rum – det reflekterade ljudet 122
 - Infallsvinkel = utgångsvinkel 122
 - Reflektionerna kan koncentrera ljudet 122
 - Utforma akustiken i rummet 123

Mottagarrummets akustik	124
Absorptionsfaktorn	127
Ekvivalent ljudabsorptionsarea A	127
Tre typer av absorbenter med olika egenskaper	128
Porösabsorbenten	128
Mätning av materials absorptionsfaktor	134
Viktigt att veta vad man ska dämpa!	139
Diffraktion – en positiv faktor!	139
Diffraktion och randeffekt	140
Porösabsorbenter i ventilationssystem ska tåla rengöring	140
Två typer av resonansabsorbenter	141
Helmholtzabsorbenten	141
Ställbara Helmholtzabsorbenter	144
Resonatorpaneler	144
Helmholtzabsorbent som sidokammare till kanal	146
Membranabsorbenten	149
Enkelabsorbenter	150
Efterklangstid	151
Medelabsorptionsfaktor och ekvivalent ljudabsorptionsarea	156
”Normalrum”	158
Ljudabsorptionsklasser	159
Närfält – efterklangsfält	160
Användning av skärmväggar inomhus	165
Helheten	167
Skydda mottagaren	168

9. Huset 171

Ljudspridning i huset	171
Dela på verksamheten	172
Luftljudsisolering	173
Mätning i laboratorium och i huset	173
Reduktionstalet för en enkelvägg	175
Reduktionstalet för dubbelväggar	182
Mellanväggar med gipsskivor	184
Reduktionstal för fönster	185
Sammansatta väggars reduktionstal	186
Bra ljudisolering försämras av läckageöppningar	189
Ljudtransmission genom kanalvägg till rum	191
Ventilationskanalen som talrör	192
Undvik ljudtransmission genom kanalsystemet	193
Ljudtransmission via kanalsystemet mellan två rum	194
Trumljud	195
Vibrationsöverföring genom väggar och bjälklag	195
Exempel på vägg och bjälklagskonstruktioner	195
Stegljudsisolering	196
Stumma eller klangrika material?	197

Dämpmassor	197
Flytande golv	197
Luft- eller stomljud?	199
Sammanfattning – ljudet tar många vägar genom huset!	199

10. Omgivningen 201

Ljudutbredning utomhus	201
Skärmväggar utomhus	201
Hur de fungerar	203
Hur de kan dimensioneras	203
Hur de utförs	206
Låt alla bli nöjda! – två praktikexempel	208
Inverkan av vind och temperatur	211
Luftens dämpning	211
Vindens inverkan	214
Temperatures inverkan	215
Vegetation som dämpning och skärmvägg	216
Buller från vindkraftverk	217
Lågfrekvent ljud	218

11. Vibrationer – inverkan på människan 219

Helkroppsvibrationer	220
Hand- och armvibrationer	221
Insatsvärden och gränsvärden för vibrationer i arbetslivet	222

12. Vibrationer från maskiner 223

Orsaker till vibrationer	223
Resonanser	223
Obalans	223
Uppriktningsfel hos maskinupställningen	224
Lagerfel	224
Verkan av vibrationer på maskiner	224
Vibrationsisolatorer	225
Fungerar vibrationsisoleringen?	229

13. Buller från installationer 233

Buller som alstras av ett strömmande medium	234
Buller från ledningar och armaturer	235
Vattenljuddämpare	236
Stomljudsisolering av rörledningar	237
Ljudproblem vid spillvattenledningar	238
Platsbygge eller förtillverkat?	239
Pumpar	239
Kompressorer och kylmaskiner	241
Kolvkompressorer	243

- Turbo- och skruvkompressorer 243
- Maskinerna har blivit tystare! 244
- Vilka faktorer påverkar ljudeffektnivån hos kompressorer? 244
- Luftkylda kondensorer, kyltorn, uteluftförångare och kylmedel-
kylare 244
- Rumsvärmare och rums kylare 245

14. Ventilationssystem 247

- Kort teori om polindelning av ljudkällor 247
- Luftvirvlar kan skada och bullra 249

15. Fläktar 253

- Energieffektiva fläktar och minskad systemeffekt 253
- Omräkning av data för en fläkt 253
- Kompensera för läckluft 254
- Anslut fläkten på rätt sätt till kanalsystemet 254
- Fläktdiagram 255
- Fläkten som ljudkälla 256
 - Placering av fläktar och bullrande maskiner 258
- Fläktars ljudalstring 259
 - Turbulens- och virvelljud 261
- Beräkning av ljudeffektnivån hos en fläkt 263
 - ”Allmänna ljudlagarna” 266
 - Oktavbandsfördelning av fläktens ljudeffektnivå 267
 - Lägre energianvändning ger mindre buller! 268
- Val av fläktar och komponenter 269
- Projektera, jämför och välj 270

16. Kanalsystem 271

- Ljudalstring i ventilationskanaler 271
 - Bullerminskning i kanalsystemet 272
 - Ljudeffektfordelning 272
 - Dämpning vid abrupt tvärsnittsändring 273
 - Dämpning i sug- och tryckkammare 273
- Ljudalstring och ljuddämpning i kanalsystem 276
 - Ljudalstring i raka kanaler 276
 - Ljudalstring i kanalböjar och avgreningar 277
 - Ljudalstring i rektangulära kanalböjar 279
 - Ljuddämpning i oinklädda kanaler 279
 - Oinklädda kanalböjar 281
 - Isolering av ventilationskanaler 282
 - Akustisk absorption i kanaler och böjar 282
 - Tvärvågsdämpning i kanal invändigt beklädd med mineralull 284
 - Dämpning i invändigt beklädda kanaler 285
 - Flexibla kanaler 289

Ändreflektion	290
Ljudalstring i till- och frånluftsdon	292
Perforerade undertak	296
Överluftsdon	298
Ljuddämpare	300
Ljuddämpare kan bullra!	302
Placera ljuddämparen på rätt plats i systemet!	303
Kombinationsljuddämpare	303
Att välja ljuddämpare	303
Aktiv bullerdämpning	305
Tillämpning av en teknik under utveckling	305
Tillämpning i ventilationssystem	306
17. Buller i skolor	309
Egenkontroll av inomhusmiljön i skolan	309
Arbetsmiljöverkets checklista – Skolan 2013–2016	310
Några andra av Arbetsmiljöverkets checklistor	311
18. Myndighetskrav – att veta vad man måste göra	313
Lagar, föreskrifter och entreprenadkrav om buller	313
Över oss alla skiner Moder Sol!	313
Standardisering	314
Regler – krav i lagar, förordningar och föreskrifter	314
Flera myndigheter ställer bullerkrav	315
Lagar och förordningar om buller	316
Myndigheter med bullerkrav och deras författningssamlingar ("FS")	317
Vem ansvarar för att myndighetskraven följs?	317
Och det finns ytterligare krav i AMA!	318
Ska man följa både myndighetskrav och AMA-krav?	318
Vad skiljer myndighetskraven från AMA-kraven?	320
AMA-krav – Allmän Material- och Arbetsbeskrivning	320
19. Arbetsmiljöverket	325
Reglerna gäller även för skolelever!	327
Byggherrens och konsulternas ansvar	327
Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen (AFS 2005:16)	328
Exponeringsvärden (§3)	328
Planering av arbete (§4 utdrag)	329
Riskbedömning	329
Åtgärder	330
Hörselskydd	331
Information och utbildning	331
Arbetstagarnas medverkan	331

- Hörselundersökning 332
- AFS 2005:16 – Allmänna råd 332
- Lågfrekvent buller 333
- Infraljud 333
- Ultraljud 333
- Arbetsmiljöverkets föreskrifter om vibrationer AFS 2005:15 334
 - Exponeringsvärden för vibrationer 335
 - Planering av arbetet 335
 - Riskbedömning 335
 - Åtgärder 336
 - Information och utbildning 337
 - Medicinsk kontroll 337
 - AFS 2005:15 – Allmänna råd 337
- 20. Boverket 339**
 - Boverkets Byggregler BBR 340
 - Standarder för ljudklassning av bostäder och lokaler 340
 - Allmänna råd om skydd mot buller i BBR 340
 - Vägledning vid planläggning och bygglovsprövning av bostäder 343
 - Zonindelning 343
- 21. Folkhälsomyndigheten 345**
 - Riktvärden 345
- 22. Naturvårdsverket 347**
 - Vägledning om industribuller 347
 - Riktvärden 348
 - Tillämpningsanvisningar 349
 - Ljudkvalitet i natur- och kulturmiljöer 349
- 23. Krav och råd om ljud i AMA 351**
- 24. Frivilliga överenskommelser om ljudkvalitet genom miljöklassning 355**
 - Varför ska man miljöklassa? 355
 - Flera klassningssystem 356
 - Klassning av nya och befintliga byggnader 357
 - Vid nyproduktion 357
 - Befintliga byggnader 357
- 25. Sätt siffror på problemet – mät! 359**
 - Mätningarna ska vara reproducerbara 359
 - Kalibrera och kontrollera mätutrustningen 359
 - Mätning av luftljud 360
 - Ljudnivåmätningar 360

Det akustiska mätsystemet	362
Mikrofoner	362
Dynamiska mikrofoner	362
Piezoelektriska mikrofoner	362
Kondensatormikrofoner	363
Inverkan av mikrofonstorlek	364
Vindkänslighet	364
Vägningsfilter	365
Frekvensanalys	365
Mätinstrument	367
Bullerdosimetern	368
Mätningar för att bedöma risk för hörselskada	369
Fältkalibrering av mätutrustningen	370
Bakgrundsbullrets inverkan på mätresultatet	371
Inverkan av reflektioner	372
Mätningar av arbetsplatsbuller	372
Impulsbuller	372
Redovisning av lokalbuller	373
Att bestämma ljudeffektnivå hos ett mätobjekt vid fältmätningar	374
Luft- eller stomburet ljud	377

26. Mätning av vibrationer 379

Storheter och enheter	379
Instrument	380
Mätning av vibrationer	381

27. Sätt siffror på problemet – räkna! 385

Bullerberäkningar vid bygglovsprövning	385
Bullerberäkningar för installationsval	385
Beteckningar	388
Multipelprefix	389
Grekiska bokstäver	390

Sakregister 391

Introduktion och sammanfattning

Jag har under många år intresserat mig för och arbetat med det den här boken handlar om. Jag har gjort det som konsult, som lärare och föreläsare på KTH och hos olika arrangörer av fortbildningskurser. Inriktningen har mer legat på att bli av med ljud än att skapa välljud men naturligtvis hänger dessa två samman.

Som konsult har jag i Sverige och under många utlandsuppdrag i olika världsdelar främst arbetat med att projektera klimatinstallationer som haft till syfte att bidra till att människor, och ibland maskiner, får ett bra och anpassat termiskt klimat och en luftkvalitet som ska förhindra ohälsa och bidra till trivsel och välbefinnande.

Men – i detta arbete med att skapa dessa fördelar är det viktigt att ta hänsyn till den lika viktiga tredje faktorn – att ljudklimatet inte upplevs störande och att det buller som alstras leder till otrivsel eller än värre kan vara skadligt! Detta påverkar alla människor – i bostaden, i skolan, på arbetet, på fritiden – dvs i alla olika miljöer och under alla tider på dygnet!

Den här frågan har blivit än mer aktuell idag än tidigare. Kunskapen om hur störande buller påverkar oss har ökat. Vi inser t ex att en dålig ljudmiljö i skolan kan leda till att både lärare och elever drabbas och att en slamrande miljö försvårar eller omöjliggör samtal och social samvaro. Men samtidigt som vi har blivit mer medvetna om detta så har bakgrundsbullret ökat genom ökad trafik, flera arbetsbesparande hjälpmedel och mer bakgrundsmusik i restauranger för att nämna några av störfaktorerna. Tystnaden har blivit en allt större bristvara i våra liv!

Det ska inte vara så här och det behöver inte vara så här. Jag har skrivit boken med detta i tankarna – hur ser det ut idag och hur har det förändrats? – vad är ljud och buller och hur upplever vi det? – hur ska vi planera vår verksamhet, våra lokaler och installationer när vi skapar något nytt eller när vi ska ändra på något som inte är bra?

Ämnet är stort och den röda tråd som jag hoppas ska synas är att jag börjar med oss själva – människans krav och upplevelser av ljudmiljön, fortsätter med rummet, går vidare till huset och till omgivningen. Överallt kan vi påverka och förbättra ljudmiljön – hjälpmedlen och metoderna finns.

Installationerna i våra hus är oftast den mest påverkande bullerkällan – hur ska man utforma dessa för att minimera problemet? Ventilationen – nödvändig för vårt välbefinnande om den görs rätt men tyvärr ofta på bekostnad av

att den istället ger störande buller. Vi ska slippa höra: ”skönt, nu har dom stängt av fläktarna!” som är ett bevis på misslyckande. Här finns det mycket man kan göra – helst redan från början då det är enklare och billigare än att i efterhand klara av ett problem. Jag ger många exempel på åtgärder som kan komma till användning.

Men det är också viktigt att inte bara veta hur man bör göra utan också vad man måste göra. Buller är ett samhällsproblem och det finns flera lagar med tillhörande tillämpningsföreskrifter från myndigheter som ansvarar för olika områden: Arbetsmiljöverket för verksamheter, t ex skolor; Boverket för nyproduktion av t ex bostäder, kontor och skolor; Folkhälsomyndigheten för t ex bostäder och Naturvårdsverket för omgivningsmiljön, t ex buller från industrier. Myndighetskrav är en färskvara som jag ger exempel på främst för att visa på områden man kan behöva kontrollera – och finner man ett sådant ska man kolla det giltiga kravet genom att gå in på myndigheternas hemsidor.

Parallellt med dessa bindande myndighetskrav finns också krav som tillkommer och blir bindande när en beställare och en entreprenör kommer överens om en entreprenad. När beställaren ska formulera sina krav i entreprenadbeskrivningen tillämpar man då här i Sverige sedan mer än 60 år ett nikt system, AMA – Allmän material- och arbetsbeskrivning. En skillnad mellan myndighetskraven och AMA-kraven är att de förra primärt är inriktade på att skydda människors hälsa och de senare att minska egendomsskador och bidra till minskade användningskostnader. Jag var under ett kvartssekel ansvarig utredare för VVS-delen som, naturligtvis, innehåller ett antal krav och råd om installationsbuller som jag ger exempel på i boken. Liksom myndighetskraven ändras även AMA-kraven i takt med dessa och med kostnads- och teknikutveckling.

Idag är det vanligt att byggentreprenörer och fastighetsägare miljöklassar sina byggnader – ett bra klassningsresultat ökar värdet på byggnaden och gör dem mer attraktiva för hyresgäster och köpare. Jag var sekreterare i den utredningsgrupp som i samarbete mellan stat och industri – ”Bygga Bo-dialogen” – tog fram underlaget för det svenska klassningssystemet ”Miljöbyggnad” som idag används alltmer och där ljudmiljön utgör en av de viktigaste bedömningsgrunderna. Helt naturligt har jag med ett avsnitt som beskriver detta och andra system som används parallellt med Miljöbyggnad.

En avvägning jag har fått göra är hur mycket av de bakomvarande teorierna jag skulle ta med i boken när jag beskriver olika förhållanden. Jag hoppas att jag valt en någorlunda bra nivå – de som inte är intresserade av teorierna kan gå direkt på resultaten. För den som är – eller kanske blir – mer intresserad av teorierna finns det med en del av dessa i den här boken och ännu mer i min bok Akustik & Buller.

Det krävs inga förkunskaper, men sådana utgör heller inget hinder, för att förstå och kunna tillämpa resultaten. Jag vet att många gärna vill kolla och tillämpa sina kunskaper i torrsim innan man kastar sig i havet. Jag har därför dels lagt in en, som jag hoppas pedagogisk, beskrivning av grunderna för akustiska beräkningar och också lagt in ett antal enklare räkneexempel med lösningar i anslutning till de olika delarna. Tveka inte att prova på – det är enklare än det

kanske verkar från början och träning ger färdighet!

Jag har inte räknat med att någon kommer att sträckläsa boken, men kanske bläddra i den och stanna till här och var där innehållet verkar intressant. Jag har gjort många hänvisningar i texten till andra avsnitt som behandlar likartade frågor men kanske i annat sammanhang – det tillsammans med en utförlig sakordlista och innehållsförteckning hoppas jag gör att man ska kunna använda den som en praktisk handbok om ljud, buller och vibrationer. Den som vill veta mera kan ha hjälp av lämpliga kompletterande skrifter som jag hänvisar till i form av marginalbilder och fotnoter i boken.

Vilka har jag då tänkt mig som läsare av boken, för vilka är den skriven? Jag tror att det är många som kan ha nytta av innehållet, dels för att öka sina egna kunskaper men också för att kunna ställa krav på andra. Ju mer man har satt sig in i problem, vet grunderna och uttrycken, desto lättare är det att diskutera ljudfrågor och bullerproblem med andra – beställare med konsulter, entreprenörer och leverantörer; arkitekter med installationskonsulter och vice versa. Jag tror också att personal på kommuner och företag som arbetar med miljöfrågor kan ha nytta av att se hur och varför bullerfrågor utgör en väsentlig del av miljöbedömningar och t ex skolledare kan ha nytta av de övergripande synpunkterna på bra skolmiljö och installationskonsulter av de mer detaljerade råden om hur man bör planera tysta installationer.

1. Problemet

Akustik- och ljudfrågor har påverkat utformningen av byggnader ända sedan de antika grekiska amfiteatrarna. Skillnaden mellan det antika Grekland och de problem vi ställs inför idag är att antalet ljudkällor – trafik, industrier, grannar och installationer i våra byggnader – är mångdubbelt flera och att dessa ofta ger upphov till störande bakgrundsbuller både inomhus och ute. Vi får allt svårare att hitta miljöer där vi kan njuta av tystnad utan störningar.

Dålig ljudkvalitet drabbar de flesta av oss. Hög bakgrundsnivå från trafik, musikanläggningar och installationer försvårar våra möjligheter att kommunicera med varandra och leder till stress och irritation.

Buller räknas som ett av vår tids största miljöproblem. Bullret omkring oss ökar för varje år. Vi påverkas av det på våra arbetsplatser, i hemmen och på fritiden utomhus. Vi omger oss med allt fler arbetsbesparande – men bullrande – maskiner och installationer. Trafiken ökar på gator och vägar och förtätning av bebyggelsen kan leda till att vi blir allt mer störda. Allt samverkar till att försämra vår ljudmiljö och steget är ofta långt till den goda arbets-, bostads- och fritidsmiljö vi borde ha.

Men det är inte bara friheten från oljud som ska eftersträvas. Det är lika viktigt att våra byggnader utformas så att det önskade ljudet – lärarens röst i skolmiljön, samtal med arbetskollegor och varningsrop i arbetsmiljön – kan förstås och tolkas. Boken beskriver miljöer där det är viktigt att ställa krav på den akustiska miljön och kontrollera att de uppfylls.

Buller och höga ljudnivåer är ett utbrett miljöhälsoproblem, vilket framgått av många undersökningar. Dessa visar att buller är den störning som berör flest människor i Sverige, både barn och vuxna. Grannar och vägtrafik är de bullerkällor som besvärar flest människor. I Socialstyrelsens miljöhälsoenkät 1999 uppgav ungefär nio procent av Sveriges befolkning att de besvärades av ljud från grannar eller vägtrafikbuller minst en gång per vecka, i eller i närheten av bostaden. Tretton respektive sju procent stördes av buller från sina grannar eller fläktbuller från fastighetens egna fläktar. Resultaten från den miljöhälsoenkät som 2003 riktades till barnfamiljer visade att tolvåringar besvärades av samma bullerkällor som vuxna. Barnen uppgav också att de bullerkällor som oftast gav dem obehag var hög musik och ljud från andra barn.

Höga bullernivåer kan leda till hörselskador och social isolering för den drabbade men även måttliga bullernivåer kan i sådana fall vara irriterande och försvåra den sociala samvaron. De bullerkrav som ställs av myndigheter och i

frivilliga överenskommelser för miljön i våra skolor, kontor och bostäder och i utomhusmiljön är viktiga att känna till och leva upp till. Dessa liksom arbetsmiljökrav på buller och vibrationer och metoder för att minska risken för hörselskador är nyttiga kunskaper.

Var hittar man buller? – Överallt!

Tystnad har idag blivit en utpräglad bristvara! Bullerkällor träffar vi på var vi än befinner oss – i bostäderna, på arbetsplatserna och under fritiden utomhus. De yttre källor som vi störs mest av är trafikbuller från bilar och flygplan och buller från gatu- och byggnadsarbeten. De inre störningskällorna utgörs t ex av grannar, vattenbrus i ledningar, fläktar och hissar i våra bostäder.

Även om buller inte uppfattas som livshotande på samma sätt som många andra miljöfaktorer så har det stor betydelse för människors hälsa och livskvalitet. De hälsoeffekter som buller kan medföra är förutom försämrad hörsel, irritation, försämrad sömn, stress, nedsatt immunförsvar och t ex tinnitus (öronsusning) som man bedömer att 12 % av befolkningen, drygt 800 000 personer, lider av ständigt eller ofta.

Om bakgrundsbullret har sådan nivå att röststyrkan ofta behöver höjas för att talet ska kunna uppfattas tillräckligt bra finns även risk för att detta kan leda till röstproblem.

Det skapar problem för många

Enligt Miljöhälsorapport 2009 är buller det miljöproblem som påverkar flest människor i Sverige. Cirka 1,6 miljoner personer (23 %) anses enligt rapporten ha nedsatt hörsel – och antalet anses ha ökat under perioden 1999 till 2007 med cirka 300 000 personer. Här finns således mycket att göra för att förbättra läget.

I Sverige är trafikbuller den miljöstörning som berör flest människor. Trenden pekar mot att fler kommer att besväras av trafikbuller i framtiden. I dag bor nästan 85 procent av befolkningen i tätorter, vilket är en ökning med 50 procent jämfört med mitten av 1900-talet. Dessutom har all slags trafik ökat kontinuerligt, mest vägtrafiken.

Trötthet och sömnproblem

Buller kan göra arbetsuppgifterna mer ansträngande och tröttnande, speciellt om uppgifterna kräver att man uppfattar tal eller annan akustisk information eller om de medför att man är känslig för distraktion och störningar.

Den ökade ansträngningen innebär ofta att man är extra trött efter arbetet vilket kan leda till en försämring av prestationsförmågan på längre sikt. Buller kan också leda till att man sänker sin ambitionsnivå vilket kan ha negativ inverkan på arbetets kvalitet.

För känsliga personer, t ex hörselskadade, ökar risken för negativ påverkan. Hög bakgrundsnivå och dålig akustik på t ex tågstationer minskar taluppfattbarheten. Läsförståelse, läskunnighet och språkförståelse hos barn har också

visat sig försämrans under pågående bullerexponering.

En annan hälsoeffekt är sömnstörningar. En kvarts miljon svenskar har enligt rapporten svårt att somna på grund av trafikbuller – en ökning med cirka 60 000 personer – och drygt 800 000 besväras av vägtrafikbuller varje vecka och här har antalet störda ökat med 40 % eller cirka 220 000 fler personer sedan 1999.

I Boverkets utredning Trafikbuller och nybyggda bostäder (juni 2011) konstaterades att i 20 procent av de lägenheter som byggts under perioden 1998–2008 exponeras de boende i någon del av bostaden för ekvivalenta ljudnivåer från vägtrafik över riktvärdet 55 dB(A). Sex procent exponeras för mer än 60 dB(A) på trafiksidan av bostaden. Av dessa bedöms av Boverket ett fåtal som ljudmässigt riktigt dåliga bostäder där tillgång till ljuddämpad sida eller ostörd utevistelse i anslutning till bostaden helt saknas. Överskridande av riktvärdet 55 dB(A) sker nästan uteslutande i tätortsmiljöer.

Mest utsatta grupper

De grupper i samhället som är speciellt påverkade av buller i sin omgivning är barn och ungdomar liksom personer med hörselnedsättning, antingen åldersbetingad eller till följd av hörselskador.

”Befria samtalet”

Hörselskadades Riksförbund (HRF) visade 2011 i sin kampanj ”Befria samtalet” att dålig ljudmiljö är ett av våra mest förbisedda miljöproblem och att vi nästan dagligen befinner oss i lokaler där det är svårt att höra och samtala och där störande ljud av olika slag försvårar vår vardag och påverkar vårt välbefinnande och att vi mår så mycket bättre när det är lätt att höra och samtala. I HRF:s rapport ”Kakofonien”,¹ redovisas i intervjuer med över 4 200 personer hur svenska folket upplever ljudmiljön på jobbet, i skolan, på restauranger och caféer och i samlingslokaler och de visar att:

- Varannan arbetstagare har problem med ljudmiljön på jobbet. Hela 44 procent har svårt att höra vad andra säger.
- 57 procent av dem som jobbar i kontorslandskap tycker att ljudmiljön är störande.
- Halva svenska folket har svårt att höra på caféer/restauranger.
- 47 procent undviker sådana caféer och restauranger där de vet att ljudmiljön är dålig och ungefär en tredjedel redovisar att de har lämnat ställen på grund av dålig ljudmiljö.



¹ Störande missljud, störande blandning av olika ljud; från grekiska *kakophonia*, "missljud". Motsatsen är *eufoni* – väliljud, harmoni.

Miljön i skolor och förskolor

HRF:s undersökning visade också att två av tre lärare/förskollärare tycker att ljudmiljön är ett problem varje dag/varje vecka. Över hälften har ofta/ibland svårt att höra eleverna i klassrummet.

Det är speciellt angeläget att beakta akustiken i miljöer där talkommunikation är viktig, t ex i skolor och förskolor. För att höras i buller höjer talaren såväl röststyrkan som röstläget och pressar ofta rösten. Detta kan innebära slitage på stämbandsslemhinnan och påfrestning på struphuvudets muskulatur. Kvinnor löper större risk än män att få problem med rösten vid arbete i miljöer där röststyrkan behöver höjas.

Det är särskilt oroande att fler barn och ungdomar utsätts för hörselskadande buller än tidigare. Flera undersökningar har påvisat höga bullernivåer i svenska skolor och förskolor och flera studier har visat att buller har negativa effekter på barns förmåga att läsa och lära sig saker. Skadeeffekten verkar bli större ju mer långvarig och kraftigare exponeringen är. Olämplig utformning av skollokaler och deras installationer försvårar kommunikationen mellan lärare och elever, försämrar talförståelsen, påverkar inlärning och prestation negativt och kan bidra till skolleda.

Det är därför extra viktigt att inte placera förskolor och skolor nära starka bullerkällor, som exempelvis trafikleder, flygplatser och bullrande industrier.

Frihet från störande buller och välanpassad akustik är lönsamt

Att god arbetsmiljö i form av bra luftkvalitet och välanpassat termiskt klimat tillsammans med frihet från störande buller och akustik anpassad till verksamheten leder till ökad trivsel, lägre sjukfrånvaro och högre produktivitet har visats i många vetenskapliga försök. Vid nyprojektering och ombyggnad är det viktigt att se till att den projektering som förhoppningsvis resulterar i bra luft och klimat inte leder till att bullret ökar i lokalerna. Vid miljöklassning av byggnader, t ex enligt det svenska klassningssystemet Miljöbyggnad, kan huset inte få högsta betyg om de akustiska egenskaperna är bristfälliga – och detta gäller även om alla andra egenskaper hos huset är bra – om ljudnivåerna är för höga och akustiken för dålig, så är det ett dåligt hus! (se mer sid 339)

Stomljud och vibrationer

Som vi kommer att se senare i boken kan vibrationer som överförs till byggnadsstommen från en maskin ge upphov till luftburet buller – ofta på stort avstånd från vibrationskällan. Inom arbetslivet kan kraftiga vibrationer från maskiner eller handhållna verktyg ge hälsoproblem, något som också kommer att visas längre fram i boken. Liksom för buller är det viktigt, och kostnadseffektivt, att ta bort eller minska vibrationer på arbetsplatsen genom att undersöka, riskbedöma och åtgärda vibrationer och att följa upp och kontrollera resultatet (som med tiden kan försämrats t ex på grund av förslitning och bristfälligt underhåll).

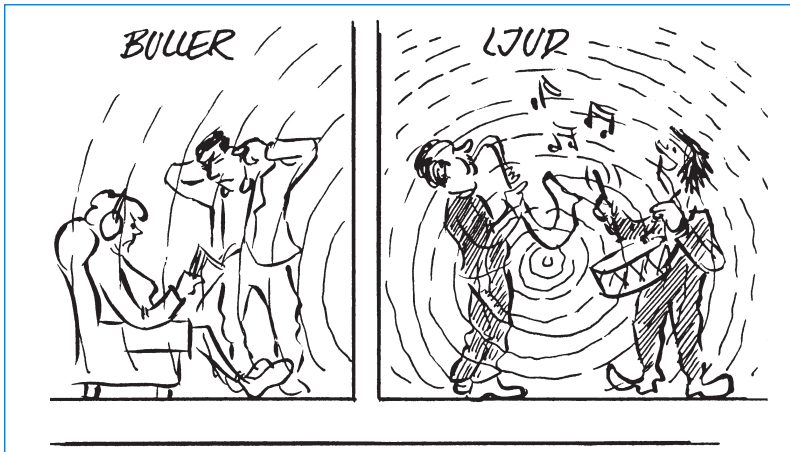
Vad är ljud – och vad är buller?

Ljud – eller buller – definieras som tryckfortplantning i ett elastiskt medium, vanligen luft, alstrad av en ljudkälla. Förutsättningen för att tryckförändringen ska definieras som ljud är vidare att det förutom ljudkälla och fortplantningsmedium också finns en mottagare för ljudet i form av en mottagande levande varelse med arbetande hörselorgan eller en ljudmätare.

De två begreppen, ljud och buller, brukar skiljas åt genom den enkla definitionen ”buller är icke önskvärt ljud”. Ordet buller förknippas i dagligt tal oftast med starka ljud. Men buller handlar inte i första hand om hur mycket det låter, utan om hur och var man upplever det. Allt ljud som upplevs som onödigt, obehagligt och störande kan kallas buller, även om det inte är skadligt för hörseln. Med andra ord: Buller är oönskat ljud, oavsett ljudstyrka!

Om ett ljud ska karakteriseras som buller blir då beroende av den subjektiva uppfattningen – om avlyssnandet medför en lust- eller olustkänsla. I definitionen ligger således en känslomässig värdering. Olika människor kan ha olika uppfattning om var gränsen går. Ljud från havsvågor, vindsus i träd och musik (som man själv väljer) upplever de flesta som något positivt.

Klassisk musik och hårdrock bedöms ofta olika av föräldrar och barn när det gäller klassificeringen. Om det gäller ljud alstrat av installationer är dock nog de flesta människor benägna att karakterisera ljudet som buller.



Figur 1:1. Ljud för en del – buller för andra.

Sunt förnuft och eftertanke är viktigt

Bullerproblem kan ofta undvikas om man använder sunt förnuft och tänker efter hur ljud betar sig. Detta medför dock inte något undantag från regeln att man bör ta sakkunnig hjälp när de egna kunskaperna inte räcker till. Ofta finns det alternativa möjligheter att dämpa bullret och en beräkning kan visa hur man uppnår högsta dämpning till lägsta pris, dvs ”lägsta dB/krona-resultat”. Kontroll av resultatet vägt mot målsättningen ger erfarenhetsåterföring och ökat kunnande.