



Elevers inlärning påverkas både av det buller utifrån som kommer in i ett klassrum, i första hand från olika slags trafik, och av de ljud som genereras i klassrummet, till exempel att lärarens tal förvrängs av klassrummets akustiska egenskaper. I denna artikel gör vi ett försök att grovt sortera olika slags bullereffekter och hur stora de är.

Det finns två dominerande typer av buller och bullerstörning i ett klassrum. Det ena är det externa bullret, det utifrån kommande buller från till exempel vägtrafik, flyg och tåg. Det andra är det buller som genereras internt i byggnaden eller i klassrummet, till exempel fläkt- och ventilationsbuller, aktivitetsbuller, som ovidkommande prat och skrapande stolar. Till det interna bullret vill vi också räkna de förvrängningar av lärarens tal som dålig akustik i klassrummet kan ge upphov till, till exempel dåliga signal-brus förhållanden och långa efterklangstider (ekoeffekter).

Här redogör vi kortfattat för hur det externa och interna bullret påverkar elevers minne och inlärning.

DET EXTERNA BULLRET

Det finns några större välkontrollerade fältstudier som undersökt hur mycket buller från transportmedel som flyg, vägtrafik och spårbunden trafik försämrar skolbarns inlärning och minne av en text de läst. Resultaten från några av de studierna har sammanfattats i en WHO-skrift, som försöker ge en helhetsbild av sjukdomsördan för miljöbuller (Burden of Disease (BoD) From Environmental Noise).

Grundidén i beräkningen av BoD är att göra en kvantifiering av hur många år som

förloras på grund av för tidig död och funktionsnedsättning. Den huvudsakliga måttenheten för sjukdomsörda är funktionsjusterade levnadsår (Disability Adjusted Life Years, DALY). DALY för en sjukdom är summan av de år som förloras på grund av för tidig död och de år som förloras på grund av funktionshinder. En DALY motsvarar total förlust av ett år av full hälsa. För att göra en beräkning av DALY ska varje sjukdom eller nedsättning ges en vikt mellan 0 och 1, där 0 är full hälsa och 1 döden. WHO har gjort graderade skalor för olika funktionsnedsättningar och sjukdomstillstånd. Downs syndrom har vikten 0.59, akut hjärtinfarkt 0.44, Parkinsons sjukdom 0.35 och en lätt behandlad hörselnedsätt-

» ning 0.04. Genom att välja en mycket låg och konservativ siffra (0.006) för den inlärningsnedsättning externt klassrumsbuller ger för eleverna och kombinera den med uppskattningar av hur många som exponeras för olika bullernivåer, går det att beräkna hur många DALY som går förlorade för skolelever i åldern 7-19 år. Som tabellen 3.2 (från WHO-skriften och med dess numrering) visar är det enbart för Sverige närmare 1 000 DALY per år. Lägg märke till att den siffran inte är beräknad och justerad för det antal levnadsår eleverna kan förväntas ha kvar att leva, utan bara är en beräkning av hur många DALY som förloras per år. Inte heller gör beräkningen något antagande om att effekterna består efter att bullerexponeringen upphört. Kalkylen bygger på ett fullt kognitivt tillfrisknande efter året med bullerexponering. Beräkningen är alltså ytterligt konservativ, både i betydelsen att den kognitiva nedsättningen givits ett lågt värde (0.006) och att effekterna inte tänks vara bestående, långsiktiga eller kroniska.

Ett annat sätt att beräkna samhällets förluster av försämrad inlärning för skolelever är att titta på kostnaden för varje förlorad procent undervisningstid. Ett antagande om två procent förlorad undervisningstid, en genomsnittlig lärarlön inklusive sociala avgifter, tolv elever per lärare och en timlön på 25 kronor per timme och elev, ger en kostnad på 1,4 miljarder kronor per år. Det generella uppskattade sambandet visas i figur 2. Det finns starka skäl att tro att den förlorade arbetstiden är mer än två procent.


DET INTERNA BULLRET

Varje rum har en unik akustik, man kan säga att varje rum har ett akustiskt fingeravtryck. Flera faktorer påverkar rumsakustiken, exempelvis rummets volym, materialval i golv, tak och väggar samt rummets utformning. Om vi bortser från externt ljud såsom trafikbuller eller korridorljud så är rumsakustik en "tyst"

parameter, det är vad rummet gör med ljudet som är rumsakustik. Vi kan jämföra det med en gitarr, resonanslådan är tyst ända tills vi tillför ett ljud (sätter en sträng i rörelse), då blir vi varse gitarrens akustiska egenskaper. Det är likadant i ett rum, när vi tillför ett ljud kommer ljudvågorna att spridas i rummet och reflekteras eller absorbe-

ras av ytorna. Beroende på material och utformning kommer vissa frekvenser att reflekteras och andra absorberas. Detta gör att rummet får en komplex ljudbild som är unik för varje rum. Musiker är väl medvetna om att viss musik låter utmärkt i ett konserthus men sämre i ett annat, men hur är det skolans värld? Kunskap rörande

WHO, 2011
Chapter:
Environmental noise and cognitive impairment in children



www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf

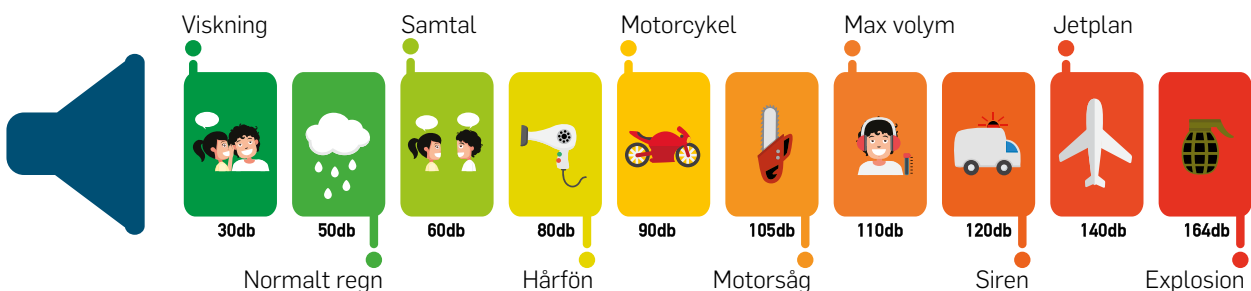
Computational example

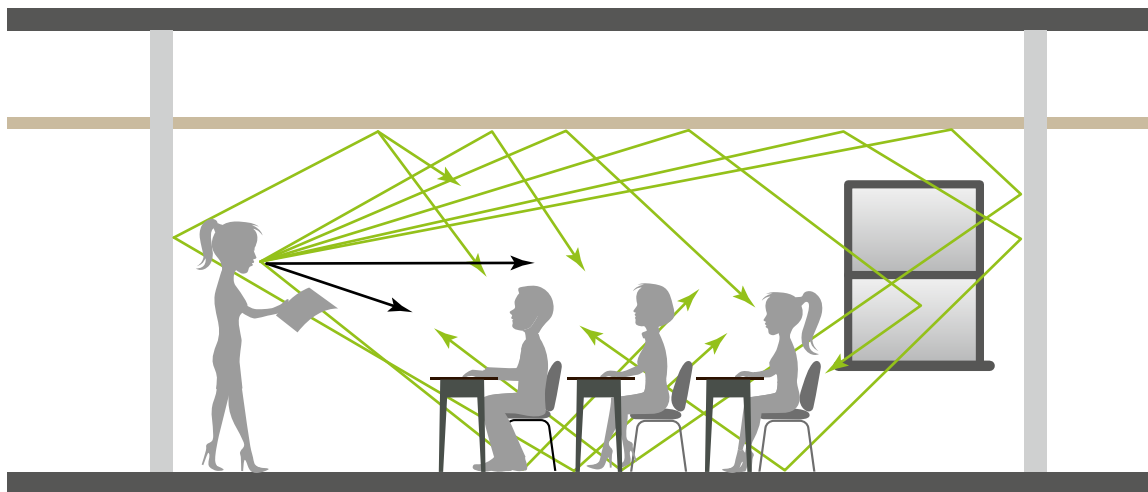
1. Only children aged 7–19 years
2. DW = .006 (very conservative)
3. Duration of effect: 1 year, no chronic effects
4. Degree of impact an educated guess

Table 3.2. Estimated number of children aged 7–19 years in Sweden with noise-induced cognitive impairment and DALYs per year due to noise-induced cognitive impairment (NICI).

Age group and noise exposure level	No. of children aged 7–19 exposed	Percentage of children who will develop NICI	No. of children with NICI	DALYs lost for NICI
7–19 years, < 55 L _{dn}	1 012 817	0	0	0.0
7–19 years, 55–65 L _{dn}	282 993	20	56 599	339.6
7–19 years, 65–75 L _{dn}	163 838	50	81 919	491.5
7–19 years, > 75 L _{dn}	29 789	75	22 342	134.1
Total	1 489 437		160 859	965.2

ASSUMED IMPACT





Ljudmiljön i klassrummet påverkar elevernas minne och inläring.

rumsakustik är begränsad bland skolledare och lärare, och bör inte heller vara ett krav. Det är däremot rimligt att fastighetsbolagen som hyr ut skollokaler skall säkerställa att lokalerna är akustiskt anpassade för undervisning. Eftersom detta inte alltid efterlevs bör det införas ett krav på obligatorisk kontroll av ljudmiljön i skollokaler på samma sätt som det är obligatorisk kontroll av ventilationen i skollokaler.

EFTERKLANG FÖRSÄMRAR LJUSMILJÖN

Ett rums akustiska faktorer påverkar våra förutsättningar att uppfatta tal och därigenom möjligheten att minnas och lära. När vi lyssnar på en föreläsning träffas vi av lärarens röst på två vägar. Direktljudet går luftburet från läraren till eleven. Det reflekterade ljudet eller efterklangsljudet träffar först väggar, golvet och tak och studsar för att sedan nå till eleven. Om rummet har mycket absorberande material i golv, tak och väggar minskar andelen reflekterat ljud medan om rummet har hårda kala väggar kommer en stor del av ljudet att reflekteras och den totala ljudbilden kommer då att bestå av större del reflekterat ljud, detta kan upplevas i exempelvis kyrkor och badhus. Eftersom det reflekterade ljudet har färdats längre än direktljudet så kommer det att nå lyssnaren något senare. När tidsdifferensen mellan direktljud och reflekterat ljud blir lång försämras taluppfattningen. I en sådan ljudmiljö blir det svårare att förstå talaren och mer ansträngande för lyssnaren, detta påverkar i sin tur vår möjlighet till inläring.

Det har visats i flera forskningsstudier, såväl nationellt som internationellt, att rum med lång efterklangstid (mycket reflekterat ljud) påverkar möjligheten att uppfatta tal. Aktuell forskning har visat att inläringen

påverkas långt innan ljudmiljön är så dålig att vi inte uppfattar var läraren säger. En dålig ljudmiljö kan vara tillräckligt bra för att lyssna, höra och direkt förstå vad som sägs, men ändå ha negativ påverkan på inläringen. Forskare vid Högskolan i Gävle har i en serie experiment visat att en dålig ljud-



miljö gör det svårare att minnas och lära sig ett auditivt presenterat inlärningsmaterial, trots att ljudmiljön är tillräckligt bra för korrekt taluppfattning. Ljudmiljöns påverkan på minnet av auditivt material har studerats genom att presentera enstaka ord, längre meningar samt hela föreläsningar. Forskarna har även funnit att engelsk hörförståelse påverkas negativt av en utmanande lyssningsituation trots att orden identifieras korrekt. Ett exempel på att detta med konkreta implikationer för dagens skola är nationella provet i engelska som genomförs i årskurs 9. I en nyligt publicerad studie genomförde 133 elever hörförståelsedelen i engelska nationella provet i två olika akustiska betingelser, en betingelse var ett klassrum med lång efterklangstid och den andra betingelsen var ett klassrum med kort efterklangstid. Resultaten visade en statistiskt

säkerställd skillnad på prestationen mellan de två lyssningsmiljöerna. Det vill säga, försöksdeltagarna presterade sämre i rummet med lång efterklangstid. Sammantaget kan vi fastslå att den akustiska miljön i skolan har påverkan på elevernas prestation och möjlighet till inläring även då ljudmiljön är tillräckligt bra för korrekt taluppfattning. Det är även viktigt att poängtera att enskilt kognitivt krävande arbete såsom läsning, skrivning, räkning et cetera utförs bäst i tystnad, detta gäller både i klassrummet, på arbetsplatsen och i hemmet.

SAMMANFATTANDE SLUTSATSER

Externt buller från olika trafikslag försämrar skolbarns inläring och minne. Bullerbördan för den funktionsnedsättningen är åtminstone 1 000 funktionsjusterade levnadsår per år i svenska skolor. Det värdet ligger med största säkerhet långt under det sanna värdet och är en mycket konservativ beräkning.

Den ekonomiska kostnaden för två procent förlorad arbetstid i skolarbetet kan uppskattas till 1,4 miljarder kronor. ■



STAFFAN HYGGE

Miljöpsykologi
Avdelningen för bygg-, energi- och miljöteknik
Akademien för teknik och miljö
Högskolan i Gävle



ROBERT LJUNG

Miljöpsykologi
Avdelningen för bygg-, energi- och miljöteknik
Akademien för teknik och miljö
Högskolan i Gävle