



Tack för att du deltar i ForskarFredags akustikförsök 2010.

Den fjärde fredagen i september har utlysts som Researchers' Night av EU-kommissionen. Runt om i hela Europa erbjuds varje år sedan 2005 hundratals evenemang som ska visa hur spännande och kul forskning är. I Sverige anordnas i år aktiviteter på 22 orter. Dessutom inbjuds skolklasser i år 7-9 och gymnasiet att medverka i ett massexperiment.

Totalt undersöker ca 1 500 skolklasser i Sverige och Danmark de akustiska förhållandena i sina klassrum. Försöket syftar till att kartlägga samband mellan elevernas talförståelse och klassrummets akustiska kvalitéer.

Akustikförsöket är utvecklat av *Danske Naturvidenskabsformidling* i samarbete med Syddansk Universitet. *Kerstin Persson Wäye*, professor vid Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska akademien på Göteborgs universitet, står för utformningen av det svenska försöket och analyserar resultaten. Försöket, liksom de svenska evenemangen, samordnas av Vetenskap & Allmänhet.

Många har medverkat vid utformandet av det svenska materialet. *Lennart Magnusson*, teknisk Audiolog/med dr vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset i Göteborg, har varit ansvarig för framtagande av testmaterialet. *Agneta Agge*, forskningslaborant vid Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska akademien på Göteborgs universitet, har medverkat vid utprovning av testet och formulären. Elever och lärarna *Anna Rugarn* och *Sara Petrén* vid L M Engströms gymnasium i Göteborg har hjälpt till att pröva ut materialet. Tack även till alla kollegor som deltagit i diskussioner och bidragit med sitt kunnande.

ForskarFredag och akustikförsöket genomförs med stöd av EU-kommissionen, Stiftelsen för Strategisk Forskning, Vetenskapsrådet och VINNOVA.

Lycka till med ForskarFredags akustikförsök 2010!

Lotta Tomasson
Projektledare för ForskarFredag i Sverige
Vetenskap & Allmänhet

Kerstin Persson Wäye
Professor vid Arbets- och miljömedicin,
Sahlgrenska akademien på Göteborgs universitet

September 2010

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SYFTE	3
BAKGRUND	5
Inledning.....	5
Försöket i klassrummet.....	6
Huvudteori.....	7
Utformningen av testet.....	8
Den mänskliga faktorn.....	8
Resultatbehandling.....	9
Om klassrummet har dålig akustik?.....	9
LÄS MER, REFERENSER.....	10

Syfte

Det kan vara mycket tröttande att tvingas anstränga sig för att höra vad läraren säger eller att försöka koncentrera sig när det är mycket oljud. Därför är en god ljudmiljö i klassrummet viktig.

Den akustiska inlärningsmiljön i över 100 skolor runt om i Sverige kommer att undersökas under veckorna 38, 39 och 40.

Forskaren Kerstin Persson Waye, vid samhällsmedicin och hälsa på Göteborgs universitet, kommer att analysera resultaten från elevernas försök och dra slutsatser om akustiken i svenska klassrum.

Ny kunskap

Forskarfredags akustikförsök låter eleverna prova på vetenskaplig forskning. Experimentet ger samtidigt en introduktion till vetenskapligt tänkande, forskares arbete och vetenskaplig metod.

Nya vetenskapliga rön genereras ofta genom att en person, en forskare, har en idé om något och sedan testat om idén fungerar, är riktig.

En idé är att klassrum med dålig akustik gör det svårare att uppfatta det som sägs. Det leder till att eleven måste anstränga sig för att följa med i undervisningen. Vi vill undersöka hur det står till med taluppfattningen i svenska klassrum och hur elever uppfattar sitt klassrum med avseende på ljudmiljö.

Just för denna studie har ett experiment utformats så att det kan utföras av många på en gång. När Kerstin har fått resultaten från de klasser som medverkar, kommer hon att analysera dem. Genom analysen tar Kerstin reda på om idén att dålig akustik ger dålig taluppfattning är korrekt. Oavsett om Kerstins resultat visar sig vara rätt eller fel, kommer hon att bli klokare och lära sig mer om akustiken i klassrum.

Tidsram

Klassens resultat från akustikförsöket ska rapporteras in på www.forskarfredag.se/akustik/resultat senast fredagen den 15 oktober. Forskaren kommer sedan att analysera resultaten från hela landet. När klassens resultat registrerats deltar läraren även i en utlottning av bokpaket från NE.se.

Talförståelsetest

ForskarFredags akustikförsök är utformat som ett test av talförståelsen. Testet ska mäta klassrummets akustiska egenskaper. Talförståelsen mäts i procent av det antal ord som en testperson uppfattar korrekt.

I försöket exponeras eleverna för en ljudupptagning av tal med bakomliggande buller, s.k. brus. Genom att lägga på ett störningsmoment utmanas elevernas talförståelse. De hamnar i en lyssnande situation där rummets akustik blir avgörande för hur mycket de uppfattar av det som sägs.

Genom att rapportera in resultaten av mätningarna hjälper klassen forskaren att få ny kunskap om akustik i undervisningslokaler.

Om resultatet

När resultatet inrapporterats ges en indikation på om klassrummets akustik är bra eller dålig. Resultatet är endast vägledande, eftersom det finns många felkällor som kan innebära att resultatet inte motsvarar de faktiska förhållandena i rummet. Först när den slutliga rapporten publiceras, blir det möjligt att säga något mer detaljerat om vad som är bra och dåligt och vad det betyder för de akustiska förhållandena i svenska klassrum.

Rummets akustik kan ha stor inverkan på hur störande buller är för undervisningen. De senaste årens forskning visar att barn använder mer mental energi för att lära sig något i ett klassrum med dålig akustik i förhållande till i ett rum med god akustik. Den akustiska miljön bör därför ha en hög prioritet i skolor och idrottshallar.

Övning ger färdighet

Ägna lite tid på att öva innan ni börjar med det riktiga experimentet, det tar tid att sätta sig in i hur försöket ska utföras.

Tre viktiga saker att tänka på:

1. **Läs testets instruktioner noga innan du börjar.**
2. **Det är INTE elevernas hörselförmåga som testas, utan rummets akustiska kvaliteter. Avsikten är att eleverna bara ska uppfatta ca 50 procent av orden.**
3. **Se till att det är tyst i rummet när ljudfilen spelas upp. Stäng fönstren.**

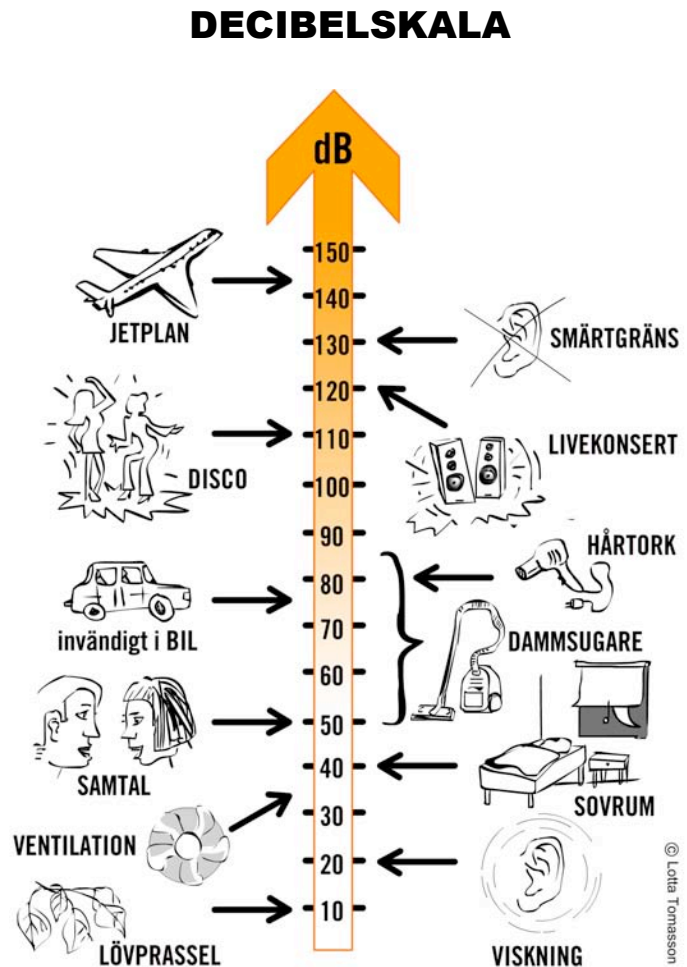
Jämför dina resultat med klassrum i Danmark

I Danmark görs också akustikförsök. Deras resultat kommer att finnas tillgängliga på www.forskarfredag.se senare i år.

Bakgrund

Akustik eller läran om ljud

- Ett ljud uppkommer då molekyler sätts i **svängning** (vibrerar). **Hertz (Hz)** är den enhet som antalet svängningar per sekund mäts i.
- Om frekvensen i Hz ökar eller minskar, ändras **tonhöjden**. Mörka toner från t.ex. bashögtalare har låg frekvens. Ljusa toner från t.ex. diskant högtalare har hög frekvens.
- Ljudnivå (styrkan av ett ljud) mäts i **decibel (dB)**. Vårt hörselsystem kan uppfatta mycket svaga ljud, kring någon dB, och mycket starka ljud. Vid 130 dB ger ljud upphov till smärta.
- Decibelskalan fungerar så att för varje 10 dB's ökning fördubblas den upplevda ljudstyrkan. 70dB är alltså dubbelt så starkt som 60dB.
- **Brus** är en störning i en signal, t.ex. något som stör det vi vill höra. Det är ofta ett oregelbundet ljud, ett slags buller, som hindrar det önskade ljudet att nå fram.



Figur 1. Det är en mycket stor skillnad i ljudtryck mellan det svagaste ljud som örat kan uppfatta och 130 dB som är örats smärtgräns.

Akustik i klassrum

Hur väl vi hör tal i ett klassrum avgörs dels av nivån på bakgrundsljudet i förhållande till talarens röst, så kallad **signal till brusnivå (SNR)**, dels av hur ljudet beter sig i rummet, t.ex. studsar, sprids eller absorberas. Ljudets medelnivå vid normalt tal är ca 60 dB på en meters avstånd från talaren. Ökar bakgrundsljudnivån så höjer vi rösten och om vi skriker kan röststyrkan nå ca 85 dBA. ”Signal till brusnivån”, det vill säga skillnaden mellan talarens röst och bakgrundsljudnivån, bör vara minst 10-15 dB i en situation där vi lär oss nya saker.

Efterklangstid är ett mått som ofta används som en indikator på hur ljudet reflekteras i ett rum. Efterklangstid är den tid i sekunder som det tar för ljudnivån att sjunka 60 dB efter det att ljudkällan upphört. Efterklangstiden i stora lokaler med hårda ytor, som i en kyrka, är lång – i storleksordningen 1-2 sekunder – medan den i ett klassrum bör vara kort eller mindre än 0,6 sekunder. Ju mindre rum och ju mer absorbe-

rande material, desto kortare efterklangstid. Om efterklangstiden är lång, maskerar (döljer) det reflekterande ljudet det direkta ljudet och vi har svårt att höra vad som sägs.

För barn och ungdomar under ca 15 år är det särskilt viktigt att ”signal till brusförhållandet” är tillräckligt stort och att efterklangstiden är kort eftersom de inte uppnått full talmognad än. Även för personer med hörselnedsättning och för dem som lyssnar till ett annat språk än sitt modersmål är detta extra viktigt. (Läs mer i *Störande buller AFS 1999:27 kap 4.*)

Förutom den direkta effekten av att inte höra, pågår forskning vid Gävle högskola under ledning av professor Anders Kjellberg, som undersöker om vi även minns innehållet sämre när vi lyssnar på en text i en miljö med dåligt signal till brusförhållande och/eller lång efterklangstid.

Försöket i klassrummet

ForskarFredags akustikförsök går kort sagt ut på att simulera en undervisningssituation genom att spela upp ljudfiler och låta eleverna notera det innehåll de uppfattar. Detta görs från den plats i klassrummet där läraren vanligtvis befinner sig när han/hon undervisar (vid kateder eller ”svarta tavlan”). Ljudfilerna är ett talförståelsetest där artificiella ljud i form av brus har lagts till för att simulera en undervisningssituation med bakgrundsbuller.

Talförståelsetestet är ett subjektivt test av klassrummets akustiska egenskaper. I försöket utsätts eleverna för en blandning av tal och brus. Talförståelsen mäts i hur stor andel av de talade orden eleverna uppfattar. Försöket har två svårighetsgrader, där ljudstörningarna blir allt starkare i förhållande till talet.

Svårt att höra

Det har visat sig vara mycket svårt att mäta elevers koncentration och talförståelse i normala undervisningssituationer. Därför har mer brus lagts till på ljudfilerna än det normalt är i ett klassrum. Genom att lägga på mycket brus blir det väldigt svårt för eleverna att höra vad som sägs. En sådan extrem situation förstärker påverkan av rummets akustik och gör det lättare att läsa av resultaten.

Vad blir resultatet?

Den grundläggande hypotesen är att ett klassrum med dålig akustik ger dålig talförståelse under förhållandena i vårt försök. Den dåliga akustiken i mer vardagliga undervisningssituationer gör att eleverna måste anstränga sig mer för att följa med i undervisningen.

Om eleverna dagligen måste anstränga sig för att höra vad läraren och klasskamraterna säger, blir de snabbt trötta, okoncentrerade och kanske stökiga. De kommer att ha mindre mental energi över för att processa och bearbeta skolämnet eftersom de måste ägna åtskillig energi bara åt att försöka höra vad som sägs.

Dagens användning av klassrum kräver god akustik

Dagens undervisningsformer har utvecklats från traditionell undervisning där endast en person talar, till en mer dialoginriktad undervisning, där eleverna mycket mer diskuterar i par eller grupper. I situationer när flera talar samtidigt ställs det större krav på klassrummets akustik. Dessutom används vissa klassrum som fritids på eftermiddagen, vilket höjer kraven på rummets akustik ytterligare.

Forskningsmässiga aspekter

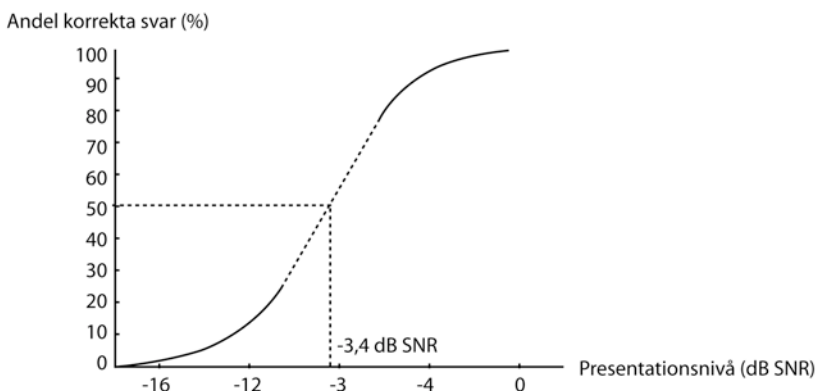
- 1) Finns det stora skillnader i hur väl tal kan uppfattas mellan olika klassrum i Sverige?
- 2) Kan vi utifrån beskrivningen av klassrummet göra en bedömning av hur väl klassrummet lämpar sig för taluppfattbarhet?
- 3) Finns det ett samband mellan den subjektiva upplevelsen av hur det normalt är att tala, lyssna och arbeta i klassrummet och resultaten från talförståelseförsöket?

När alla skolor har rapporterat in sina resultat kommer forskaren att analysera resultaten och utarbeta en rapport som kommer att kunna laddas ner från www.forskarfredag.se

Huvudteori

Talförståelse från 0 till 100 procent

Talförståelse mäts genom att en försöksperson utsätts för en signal som består av tal och brus. Under ideala förhållanden, till exempel om personen har hörlurar på sig eller sitter i ett akustiskt väl utformat rum, kommer extremerna i experimentet vara sådana att om talet/orden presenteras utan buller är nära 100 procent begripligt – det vill säga alla ord är korrekt återgivna. Omvänt, om det bara hörs brus och inget tal, är begripligheten 0.



Figur 2. Andelen ord som förstås korrekt i procent av antalet presenterade ord, som en funktion av "signal till brusförhållandet" för vuxna normalhörande personer.

Det markerade värdet på -8,4 dB "signal till brusförhållandet" representerar 50 procents talförståelse under ideala förhållanden.

Om man utsätter en normalhörande person för en rad olika "signal till brusförhållanden" och varje gång mäter hur många ord som förstås korrekt, kan en grafisk representation som i *figur 2* göras. I figuren är antalet rätt uppfattade ord i procent ritade som en funktion av "signal till brusförhållandet".

Talförståelse under ideala förhållanden

I *figur 2* ses en gradvis övergång från mycket dålig talförståelse vid låga "signal till brusförhållanden" till en mycket bra talförståelse vid höga "signal till brusförhållanden". Kurvan kallas för en psykometrisk funktion och har ofta ett S-format förlopp. Kurvan visar på en idealisk situation, det vill säga ett rum med mycket bra akustik. Vid ett bestämt "signal till brusförhållande", cirka -8 dB, kommer försökspersonen i genomsnitt att uppfatta hälften av orden rätt.

Det finns ingen fast gräns i den meningen att under ett visst ”signal till brusförhållande” kan man inte höra och över ett visst ”signal till brus-förhållande” hör man allt rätt. Det är en diffus övergång även om kurvan, som här, ofta är relativt brant.

Utformningen av experiment

Testet är utformat så att det finns en betydande andel av orden som inte ska kunna höras. **Det är viktigt att förklara detta för eleverna, liksom att det inte är en tävling och att det inte är deras hörsel som testas. I stället använder vi deras hörsel för att testa klassrummets akustik!**

När ett psykoakustiskt experiment utformas ska man helst pricka in den branta delen av kurvan i *figur 2*. Om försöket är ”för lätt” i den meningen att talförståelsen är omkring 100 procent börjar andra faktorer ha större betydelse än ”signal och brusförhållandet”. Eleverna kan till exempel vara okoncentrerade. I sådana fall kommer vi inte att mäta elevernas språkförståelse utan deras koncentrationsnivå, vilket ju inte är avsikten.

Antalet ord och meningar är också viktigt: å ena sidan ger fler ord en bättre statistisk grund, å andra sidan orsakar ett långt försök trötthet och brist på koncentration.

Den mänskliga faktorn

Individuella skillnader

När vi mäter talförståelsen hos försökspersoner, vill vi få individuella skillnader. Först och främst kan övergående sjukdomar (t.ex. öroninflammation) påverka talförståelsen. Likaså kan elever med annat modersmål än svenska och barn med särskilda inlärningssvårigheter förväntas ha sämre talförståelse.

När resultaten sammanställs kommer vissa svarsblanketter att ha ett ”konstigt” resultat. Eleven kan ha många fler korrekta svar än brukligt eller ha rätta svar i början men alla fel mot slutet av försöket. Det beror på att eleverna sannolikt kommer att agera olika under försöket. Vissa kommer att vilja vara säkra på att ha hört ordet rätt innan de vågar markera i blanketten och väljer därför ”vet inte”-alternativet. Andra kan vara mer benägna att chansa och markerar ett ord trots att de är osäkra. Det finns ofta också elever som är benägna att ge upp om de missar några ord och därefter markerar ”vet inte” även för ord som de tidigare under försöket kunde höra.

I försök som involverar människor kommer det alltid att uppstå resultat som är motstridiga det genomsnittliga resultatet. Det är en följd av den statistiska karaktären på försöket. Därför kan man bäst uttala sig om det genomsnittliga resultatet, inte om de enskilda svaren. Om det framgår tydligt av en svarsblankett att en elev ”inte varit med” i samband med försöket, är det tillåtet att räkna bort svaret i rapporteringen.

Flerspråkiga elever

Utfallet av ett talförståelseförsök kan vara mycket beroende av om försöket görs på personens modersmål eller ett annat språk. Det är lättare att uppfatta och förstå tal på sitt modersmål, vilket många upplevt utomlands. Exempelvis kan man på en matmarknad i Bangkok, mitt i ett främmande lands språkbild, plötsligt höra någon prata svenska även om personen är en bra bit längre bort.

Det är särskilt viktigt att de akustiska förutsättningarna är bra i klassrum där undervisning sker i främmande språk (eller svenska för invandrare) och i klasser med många elever med särskilda behov. Om en betydande andel av eleverna inte har svenska som modersmål eller har inlärningssvårigheter, kommer det sannolikt att synas i mätresultaten. Därför ber vi läraren att uppge sådana eventuella förhållanden när resultaten rapporteras in.

Den individuella mätningen av talförståelsen säger något både om den enskilda eleven och om de akustiska förhållandena. Om vi tar medelvärdet av en klass samlade resultat jämnas de individuella skillnader ut, och vikten av de akustiska förhållandena blir tydligare.

Resultatbehandling

Eftersom liknande studier aldrig tidigare har gjorts är det omöjligt att förutsäga hur resultatet kommer att bli. Därför är det svårt att sätta en exakt gräns för vad som är normalt. Vi kommer att kunna ge bättre besked efter försöket slut. Ett sannolikt resultat är dock att på längre avstånd kommer en dålig akustik att göra sig gällande (se tabellen nedan).

Avstånd	Skillnaden mellan att sitta nära och långt ifrån
Förväntad/bra akustik	10 %
Dålig akustik	Större än 10 %

Om resultatet är i kategorin "dålig", fördelas inte ljudet tillräcklig jämnt i rummet.

Om klassrummet har dålig akustik?

Om klassrummet visar sig ha dålig akustik bör undervisningslokalerna ses över av en professionell akustiker. Han/hon kommer bl.a. att mäta efterklangstiden i rummet och ge förslag till förbättringar. Men du kan också direkt enkelt förbättra ljudmiljön genom att:

- Kontrollera att fönstren mot skolgården är täta och även dörren till korridoren
- Vädra under rasten, men se till att dörrar och fönster är stängda under lektionstid (inte nödvändigt om det är lugnt utanför klassrummet).
- Byta ut AV-utrustning som låter mycket.
- Sätta möbeltassar på stolben och andra möbler som flyttas ofta.

Prata om buller

Passa på att diskutera buller och ljud i största allmänhet! Hur upplever eleverna sin vardag i klassrummet, på andra ställen i skolan och på vägen till och från skolan? Har de behov av att arbeta i tysta rum ibland? Finns det ställen utan buller och störande ljud? Hur skulle de vilja ha det i sitt klassrum och hemma?

Försök att få eleverna att förstå att de själva kan göra mycket för att sänka bullernivåerna. Buller föder buller. Undvik dåliga vanor som att knacka på bordet med en penna och att vipa på en knarrande stol. Var samtidigt medveten om att många elever genom tiderna fått skulden för att det är stökigt och bullrigt trots att dålig akustik i klassrummet snarare varit grundorsaken. Om akustiken är dålig upplevs även ett normalt beteende som bullrigt.

Läs mer och referenser:

- S. Arlinger, S. Hygge, Ö. Johansson, A. Kjellberg U. Landström, K. Persson Waye, *Störande buller – Kunskapsöversikt för kriteriadokumentation*, Arbete och hälsa 1999:27 (spec. kap 4 om talkommunikation), Arbetslivsinstitutet. **Ladda ner pdf här.**
- Lagstiftning och fakta, se hemsidor:
 - Socialstyrelsen - allmänna råd om buller inomhus <http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/2005-6>
 - Boverket – vad är buller? <http://www.boverket.se/Planera/planeringsfragor/Buller/Vad-ar-ljud-och-buller/>
 - Arbetsmiljöverket – tema buller <http://www.av.se/teman/buller/>
 - Läraryrket - Ljud och oljud <http://www.lararforbundet.se/web/utbildning/horsel.nsf/>
- K. Kähäri, *Hörselhälsa – Ett studiematerial för grundskolan*, Arbetslivsinstitutet, 2004. **Ladda ner pdf här.**
- K. West, *Att undervisa om ljud, hörsel och hälsa – kunskapsbas, undervisningsförslag och kopieringsunderlag*. **Ladda ner pdf här.**