

# Vplyv hluku na vzdelávanie

## Zhrnutie výskumov



**Ecophon**<sup>®</sup>  
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

# Vplyv hluku na vzdelávanie

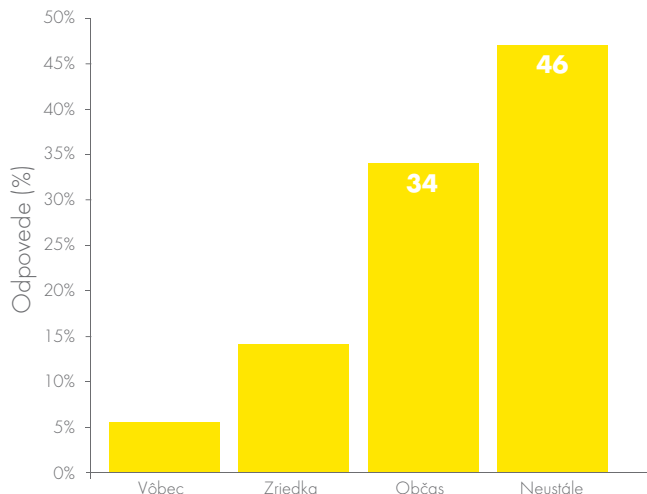
Je všeobecne známe, že hladina hluku v školách môže byť taká vysoká, že môže negatívne ovplyvniť tých, ktorí sa v školách nachádzajú, predovšetkým študentov a učiteľov. No do akej miery? A okrem toho, čo je potrebné napraviť, aby vzdelávacie priestory zdieľanie vedomostí umožňovali a nie ho brzdili?

## **V tomto zhrnutí sa dozviete nasledujúce zistenia výskumu:**

- Odporúčaná a zdraviu prospešná hladina hluku v porovnaní s aktuálnou priemernou hladinou hluku v školách
- Čo je potrebné na zabezpečenie vhodnej hladiny hluku v školách
- Vplyv hluku na správanie študentov a ich schopnosť učiť sa
- Vplyv hluku na učiteľov a súvisiace zdravotné riziká, fyzické aj psychické
- Vplyv hluku na koncentráciu a hladinu podráždenia učiteľov a študentov
- Optimalizácia akustiky pre inkluzívne vzdelávanie
- Hladiny hluku a otvorené triedy
- Ako hluk najviac ovplyvňuje zraniteľné skupiny

Tieto informácie vychádzajú z dlhoročného komplexného procesu výskumu literatúry zrealizovaného profesorkou Bridget Shield, bez ktorej by nebolo možné toto zhrnutie vyhotoviť. V závere sú uvedené bližšie informácie o jej výskume.

## **učiteľov pociťuje stres v dôsledku hluku v triede<sup>1</sup>**



# Vplyv hluku

## na učiteľov a študentov

Vieme, že kvalitná výučba\* má najväčší vplyv na zlepšenie učenia študentov. Chceme pomôcť talentovaným učiteľom zlepšiť vyučovanie tým, že predostrieme informácie o tom, ako je dobrá akustika (ako súčasť zdravého vnútorného prostredia) kľúčovou zložkou celkového pedagogického repertoáru. Z tohto dôvodu sme získavali dôkazy o dôležitosti znižovania negatívneho vplyvu zlej akustiky a jej negatívneho dopadu na učiteľov:

- Vyše 65 % opýtaných učiteľov malo počas vykonávania svojej profesie problémy s hlasom<sup>2</sup>
- 32 % učiteľov uviedlo, že mali problémy s hlasom v porovnaní s 1 % iných povolanií<sup>3</sup>

Musíme študentov podporovať v zapájaní sa do diverzifikovanejších činností, ktoré im pomôžu prispôbiť sa rýchlo sa meniacim podmienkam našej spoločnosti. Študenti v súčasnosti potrebujú disponovať ďalšími zručnosťami,\*\* vrátane zručnosti spolupracovať, komunikovať, byť kreatívny a kriticky myslieť.

Tieto zručnosti si vyžadujú nové spôsoby interakcie a zapojenia študentov, čo znamená, že dôležitosť akustického prostredia narastá.

### Dôsledky dobrej akustiky u študentov:

- Výsledky testov sú lepšie o 5 – 7 %<sup>4</sup>
- Inkluzívnejšia a lepšia spolupráca<sup>5</sup>
- Znížená hladina hluku pri skupinovej práci o 13 dB<sup>6\*\*\*</sup>
- Lepšie sústredenie a znížená únava<sup>7</sup>

4 K – Zručnosti 21. storočia „na vysokej úrovni“ považované za nevyhnutné pre úspešné vzdelávanie **
Kreativita
Kritické myslenie
Komunikácia
Kolaborácia
Patria sem aj ďalšie zručnosti, ktoré sú nevyhnutné na absorbovanie vedomostí a lepší pracovný výkon.

\*W. Imms University of Melbourne 2019 \*\*OECD 21st Century Skills \*\*\*(Teoreticky by sa očakávali iba 3 dB)

# Hladiny zvuku a hluku

## bežné a odporúčané

### Meranie zvuku

Hluk sa meria v decibeloch (dB)\*. Decibel je logaritmická jednotka, čo znamená, že zdvojnásobenie akustickej energie (napríklad zdvojnásobením počtu reproduktorov v miestnosti) má za následok zvýšenie hladiny zvuku o 3 dB.

### Primerané hladiny hluku a pokyny pre akustiku v školách

Pokyny vychádzajúce z výskumu upresnili primeraný akustický rozsah v triedach pre priemerných poslucháčov ako aj pre poslucháčov s osobitnými sluchovými a vzdelávacími potrebami. Nižšie sú uvedené maximálne hladiny hluku, ktoré umožňujú dostatočnú zrozumiteľnosť reči a dobrú komunikáciu. Hladiny zahŕňajú hluk nezanepřázdneného pozadia a rozdiel potrebný na počutie zreteľnej reči<sup>8</sup>:

- Maximálna hladina okolitého hluku, vnútri 30 – 35 dB\*\*
- Na zabezpečenie dobrej komunikácie by mal slúžiť zreteľný odstup signálu od šumu (SNR), a to najmenej 15 – 20 dB\*\*\*
- Čas dozvuku (RT) závisí od osobitých potrieb, činnosti a veľkosti triedy.
- Mal by byť približne 0,5 sekúnd (môže sa pohybovať v rozmedzí 0,3 – 0,6 s)\*\*\*\*

Príklady hladiny zvuku v decibeloch	
Štvortorové prúdové lietadlo zo 100 m	120 dB
Nitovanie ocelového plechu z 10 m	105 dB
Pneumatická vrtáčka z 10 m	90 dB
Cirkulárka na drevo z 10 m	80 dB
Hustá cestná premávka z 10 m	75 dB
Zvonenie telefónu z 10 m	65 dB
Priemerná mužská reč z 10 m	50 dB
Šepot z 10 m	25 dB

Zvuk verzus hluk

Zvuk je  
žiaduci.

Hluk je  
nežiaduci.

\*Vždy, keď sa v brožúre objaví jednotka dB, ide o dB(A) \*\*BB93: akustický dizajn škôl – výkonnostné normy, BATOD: Akustika triedy – odporúčaná norma \*\*\*Zrozumiteľnosť reči v triedach základných škôl Bradley 2008 \*\*\*\*Príklady akustickej výkonnosti v triedach škandinávskych krajín

# Priemerné hladiny hluku v triedach

## Hluk v školách je tvorený dvoma faktormi:

- Hluk z vonkajšieho prostredia (lietadlá, vlaky a automobily)
- Hluk vytváraný študentmi počas vzdelávacích aktivít

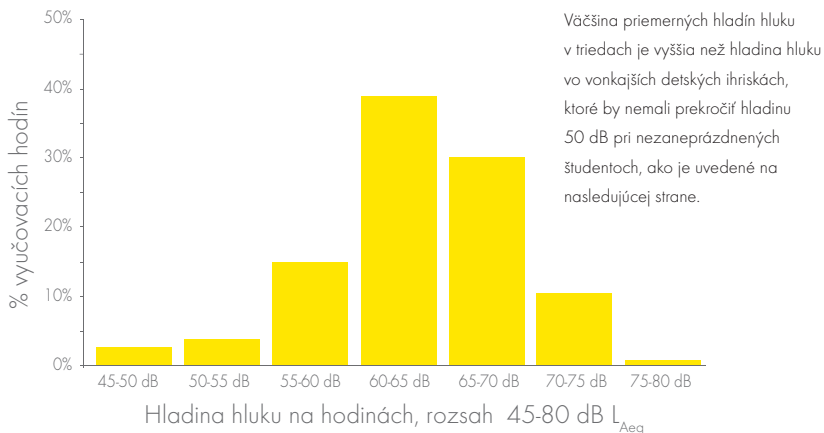
Táto štúdia (uvedená nižšie) zdokumentovala existujúce hladiny hluku v školách zmeraním zaneprázdnených a nezaneprázdnených priestorov. Výsledky ukazujú, že akustická kvalita ovplyvňuje hladiny hluku, ktoré majú dopad na správanie študentov a ich schopnosť učiť sa.

**Akustika miestnosti má vplyv na vzdelávanie:** Z výsledkov výskumu vyplynulo, že niekoľko tried malo mimoriadne vysoké hladiny hluku a vyžadovalo si doplnkovú akustickú úpravu na dosiahnutie primeranej úrovne na vyučovanie a štúdium.

**Právne predpisy v oblasti stavebníctva situáciu zlepšujú:** Po zavedení právnych predpisov týkajúcich sa akustiky v školách sa počet školských priestorov, ktoré sa riadili pokynmi platnými v danom období, takmer zdvojnásobil.

**Akustický dizajn môže ovplyvniť správanie študentov:** Do štúdie sa zaznamenali aj prerušenia vyučovacích hodín (napr. rozhovory alebo krik študentov), čo ukázalo, že zlá akustika miestnosti môže negatívne ovplyvniť správanie študentov. Negatívny vplyv sa začal prejavovať pri priemerných hladinách hluku a iná štúdia<sup>4</sup> na strane 8 ukázala, že tieto úrovne negatívne ovplyvnili základné slovné úlohy počas vyučovania.

## Prieskum hluku na 274 vyučovacích hodinách<sup>10</sup>



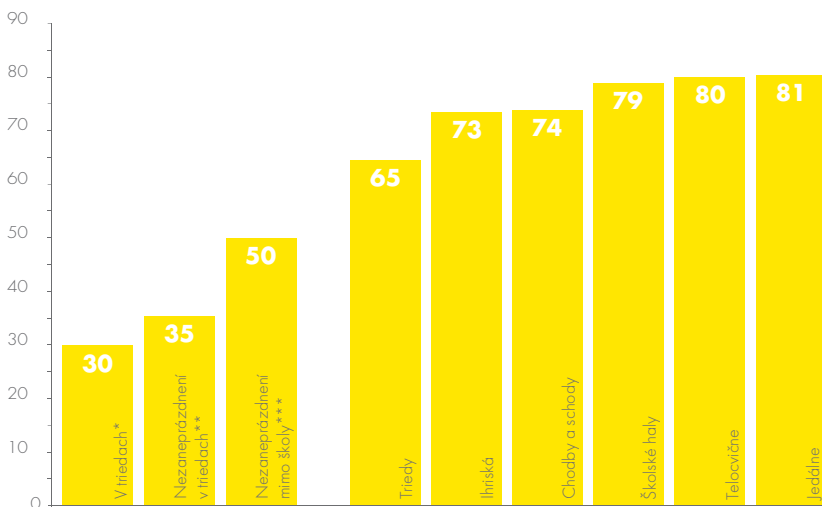
# Hladiny hluku v školách

## verzus odporúčané hladiny

Pri pohľade na skutočné hladiny hluku vidíme typickú veľkosť rozdielu medzi odporúčanými hladinami hluku a realitou. Študenti aj zamestnanci sú vystavení hluku v rôznych školských priestoroch aj mimo tried, kde je hlasitosť často veľmi vysoká. Haly a jedálne sa približujú k úrovňam (vyše 80 dB), pri ktorých by sa mali zväziť opatrenia na zmiernenie a riadenie hluku z hľadiska právnych predpisov v oblasti ochrany zdravia pri práci.

V nasledujúcom súhrne sú uvedené hladiny hluku porovnané s odporúčaniami WHO mimo škôl (50 dB) a očakávané hladiny v bežných triedach, renovovaných triedach (35 dB), nových triedach alebo triedach pre študentov s osobitnými vzdelávacími potrebami (30 dB).

### Priemerná hladina zvuku (dB)<sup>8</sup>



\*Bradley, BB93 Novopostavené & SEN, osobitné vzdelávacie potreby

\*\*WHO, Bradley, BB93 renovované \*\*\*odporúčania WHO

# Zabezpečenie dobrej akustiky pre kvalitnú rečovú komunikáciu

Na zabezpečenie dobrej akustiky, ktorá podporuje všetky aspekty komunikácie (rozprávanie a počúvanie jednosmerného a viacsmerného dialógu), je potrebné pozerať sa na budovy a akustický dizajn z rôznych uhľov pohľadu, aby sa zaručilo nasledovné<sup>8</sup>:

## Dostatočná izolácia od vnútorných a vonkajších zdrojov

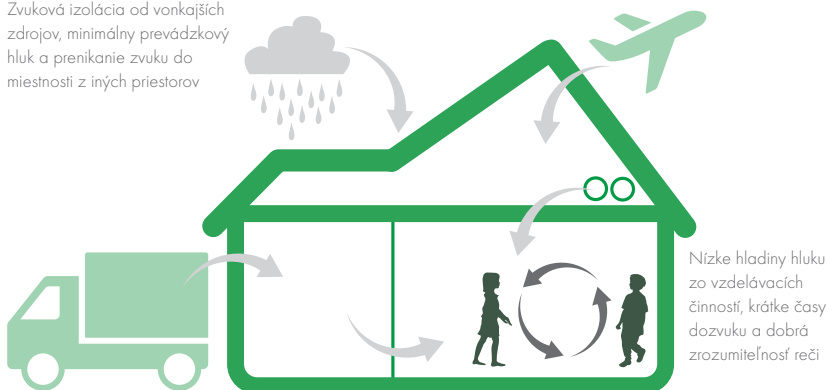
- Nízke hladiny zvuku vo vnútri zo zariadení a činností
- Krátke časy dozvuku\* na minimalizovanie odrazu zvuku
- Dobrá zrozumiteľnosť reči v závislosti od času dozvuku a SNR

Existujú dva jasne identifikované aspekty, ktoré ovplyvňujú akustické prostredie školy: hluk a dozvuk. V triedach môže mať hluk mnoho zdrojov: môže pochádzať zvonku, zo služieb v budove (vykurovacie, osvetľovacie, ventilačné systémy), z technologických pomôcok (projektory, počítače) a čoraz viac od samotných študentov.

Kvalita a zrozumiteľnosť reči závisí od hladiny hluku a množstva odrazeného zvuku. Zvuk sa odráža od povrchov v miestnosti, ktoré ho potenciálne zosilňujú, vrátane stien, stropov, podláh, stolov a tabúľ. Veľké množstvo zvuku odrazeného z tvrdých a plochých odrazových povrchov zhoršuje kvalitu reči a zvyšuje hladinu hluku oneskorenými odrazmi, čím sa skresľuje reč.

## Kľúčové aspekty akustického dizajnu

Zvuková izolácia od vonkajších zdrojov, minimálny prevádzkový hluk a prenikanie zvuku do miestnosti z iných priestorov



\*Zvukové odrazy sa vyjadrujú pomocou „času dozvuku“ (RT) v miestnosti. Čas v sekundách, za ktorý klesne hlasitosť zvuku o 60 dB. RT pre reč by mal byť krátky; približne 0,5 sekundy v triedach, zatiaľ čo v prípade hudby sa vyžaduje dlhší čas, približne 2 sekundy. RT je možné znížiť zvýšením množstva akustickej absorpcie v miestnosti.

# Vplyv na výkonnosť študenta

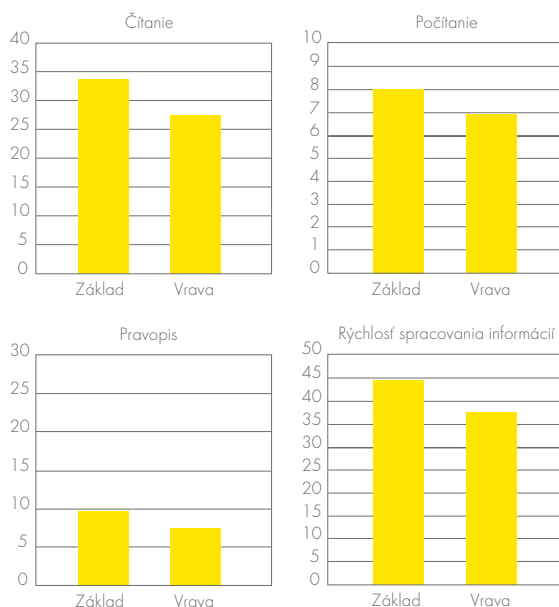
Táto štúdia<sup>4</sup> porovnávala rôzne hladiny hluku pozadia s cieľom priblížiť, v akej miere vplyvajú na vzdelávanie študentov. Tieto dve úrovne porovnávali „tichý“ hluk pozadia a „priemerný“ hluk vravy počas aktivít na výkonnosť študentov.

Nižšie hladiny hluku poskytujú študentom viac času na spracovanie informácií, čo vedie k väčšej presnosti. Táto štúdia ukazuje, že na pochopenie čítaného textu u dospievajúcich vplyvajú nepriaznivé hladiny hluku v triede.

**Bežná vrava v triede s priemernou hlasitosťou 65 dB má výrazný vplyv na slovné úlohy, počítanie a rýchlosť odpovedania na otázky.**

Na deti, ktoré boli nachladnuté, nevyspaté alebo neboli v optimálnej kondícii, mala vrava oveľa väčší vplyv.

## Výsledky pokusných testov: Vplyv vravy v triede na výkonnosť žiakov základných škôl





# Hluk narúša chápanie jazyka

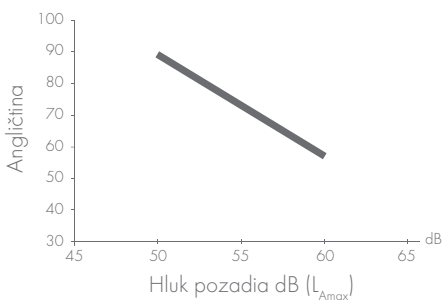
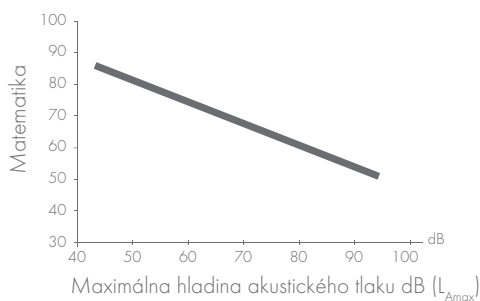
Táto štúdia<sup>4</sup> ukazuje, že hluk pri štandardizovaných testoch má nepriaznivý vplyv na výsledky študentov. Jeho negatívny vplyv sa najviac prejavuje pri jazykových testoch.

Porovnaním výsledkov školských štandardizovaných testov mladých študentov s hladinami hluku v miestnosti sa zistili výrazné negatívne vzťahy medzi hladinami okolitého hluku pozadia v triedach a výsledkami testov z niekoľkých predmetov.

Hluk mal najväčší vplyv na výsledky jazykových testov. Výsledky ukázali, že hluk pozadia v triede vo všeobecnosti narúša chápanie jazyka.

**Zvyšovanie hladiny hluku viditeľne zhoršuje výsledky v dvoch základných predmetoch, pričom dramatickejšie je jeho vplyv vidieť na angličtine.**

**Vplyv hluku na výsledky žiakov v štandardizovaných testoch**



# Dobrá akustika zlepšuje presnosť študentov o vyše 35 %

Vedci priniesli prelomové zistenia<sup>11</sup>: väčšinu hluku v triedach nespôsobuje hluk z lietadiel, vlakov a automobilov, ako sa predpokladalo, ale samotní študenti počas vyučovania.

## Zavedenie vysoko výkonného absorpčného stropu „triedy A“ malo za následok:

- Presnosť študentov sa zvýšila o 35 %
- Vnímaná hladina zvuku sa znížila o polovicu

## Zníženie hladiny hluku má fyzický a behaviorálny vplyv

Predpokladaným teoretickým vplyvom inštalácie akusticky absorpčného stropu triedy A bolo zníženie hladiny zvuku o 3 dB v neobsadenej triede. Skutočná zmena však nastala v správaní ľudí v triede. Keďže bolo všetkých počuť a všetkým bolo rozumieť bez toho, aby museli zvyšovať hlas, študenti a učitelia začali hovoriť tichšie (o 7 dB), pričom celkovo sa hlasitosť znížila o 10 dB.

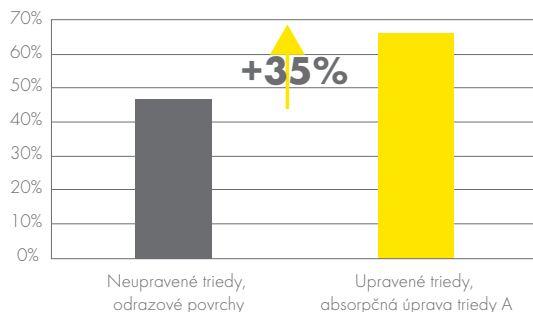
## Lepšie pre skupinové vzdelávanie

Akustická úprava znížila hladiny hluku pozadia a skrátila čas dozvuku, čo viedlo k lepšej výkonnosti študentov pri testoch zrozumiteľnosti slov. Zlepšenie bolo obzvlášť pozitívne, keď hovorilo v triedach veľa študentov naraz.

**6** Zamestnanci pracujúci v upravených triedach tvrdia, že cítia obrovský rozdiel. Nielenže nemusia kričať, aby ich bolo počuť, vo všeobecnosti je v triede pokojnejšia, tichšia a uvoľnenejšia atmosféra. Všetci sa z toho tešia. **9**

– Catherine Douglas,  
riaditeľka základnej školy  
Balgreen Primary School

Percento správne identifikovaných slov

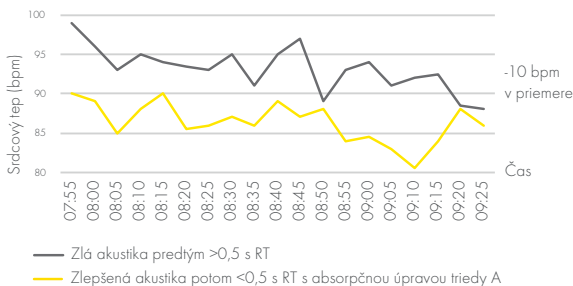


# Dobrá akustika znižuje srdcový tep

Po zistení, že 80 % učiteľov pociťuje stres v dôsledku hluku<sup>1</sup> sa vedci rozhodli zistiť, či by bolo možné tieto hladiny stresu znížiť zlepšením zvukového prostredia. Snažili sa tiež zistiť, ako hluk v triede ovplyvňuje učiteľov a študentov počas činností<sup>6</sup>.

## Absorpčná úprava triedy A znižuje srdcový tep učiteľov o 10 úderov za minútu (bpm)

Srdcový tep učiteľov v dobrých a zlých akustických podmienkach



### Ako je to možné

Ak má trieda zlú akustiku, zvuk sa odrazom od odrazového stropu a stien zosilňuje. To vytvára hluk pozadia, ktorý skresľuje reč. Hladiny zvuku sa následne stupňujú, pretože učitelia a študenti musia zvyšovať hlas, aby ich bolo počuť. V takomto prostredí cítia čoraz väčší stres počas toho, ako hodina (alebo deň) napreduje. (Odkazujeme na štúdiu na strane 14 o koncentrácii a Lombardovom efekte.)

“Srdcový tep je lekárske uznávaný stresový faktor.”  
– Doktor Gerhart Tiesler

### Zníženie hluku a ozveny znižuje stres

Akusticky upravené triedy pretvárajú priestor na uvoľnenejšie prostredie, v ktorom sa každý cíti pokojnejšie, čo vedie k zníženiu srdcového tepu u učiteľov. Učitelia zažívajú podstatne menej stresu v triedach, v ktorých je čas dozvuku kratší ako 0,5 sekundy.

# Problémy s hlasom

## ohrozujú zdravie učiteľov

Bohužiaľ, bolo opakovane preukázané, že učitelia majú v porovnaní s inými povolaniami viac problémov s hlasom.



### Ohrozenie hlasového zdravia učiteľov

- Vyše 65 % opýtaných učiteľov malo počas vykonávania svojej profesie problémy s hlasom<sup>2</sup>
- Učitelia predstavujú 16,4 % z celkového počtu osôb s diagnostikovanou hlasovou poruchou, pričom tvoria iba 2 % celkového pracujúceho obyvateľstva<sup>12</sup>
- Problémy s hlasom nahlásilo 15 % učiteľov v porovnaní so 6 % u ostatných povolání<sup>12</sup>
- 32 % učiteľov uviedlo, že mali problémy s hlasom v porovnaní s 1 % iných povolání<sup>3</sup>

**Z viacerých štúdií o hlasovom zdraví učiteľov vyplynulo, že v porovnaní s inými povolaniami je u učiteľov prinajmenšom dvakrát väčšia pravdepodobnosť, že budú mať problémy s hlasom.**

# Dôsledky problémov s hlasom na pracovný život učiteľov

Táto veľká štúdia<sup>13</sup> porovnávala pracovné problémy súvisiace s hlasom a absenciu v práci medzi dvoma skupinami: učiteľmi a inými povolaniami. Skúmala obdobie jedného roka (pred uskutočnením prieskumu) a zúčastnilo sa na nej 2 400 účastníkov. Zo zistení vyplývalo, že v porovnaní s inými povolaniami v dôsledku problémov súvisiacich s hlasom učiteľia častejšie obmedzujú pracovné činnosti a absentujú v práci.

	Výskyt (%)	
	Učítelia	Iné povolania
Obmedzil činnosti aspoň na jeden deň	43	16
Absentoval v práci minimálne jeden deň	18,3	7,2
Absentoval v práci viac ako 5 dní	3	1,3
Problémy s hlasom pretrvávajúce viac ako 5 dní	35	22
Možno zmeniť prácu kvôli hlasovým problémom	2,2	0,78



**Porovnanie pracovných problémov za uplynulý rok u učiteľov a iných povolaní**

**V porovnaní s inými povolaniami učiteľia absentujú v práci vyše dvojnásobne častejšie.**

# Vplyv hluku na koncentráciu a správanie študentov

## Odišné akustické podmienky majú vplyv na množstvo dysfunkčných činností

Táto štúdia<sup>1, 6, 7, 14</sup>, síce menej rozšírená, no významná, poukazuje na to, že zmeny hladín hluku majú priamy vplyv na správanie študentov. V priebehu piatich raňajších vyučovacích hodín sa počet „dysfunkčných“ činností v triedach s horšou akustikou (RT 0,6 až 0,75 s) zvýšil, zatiaľ čo v miestnostiach s „lepšou“ akustikou (RT 0,4 až 0,5 s) ostal počet dysfunkčných činností počas rána rovnaký.

## Lombardov efekt

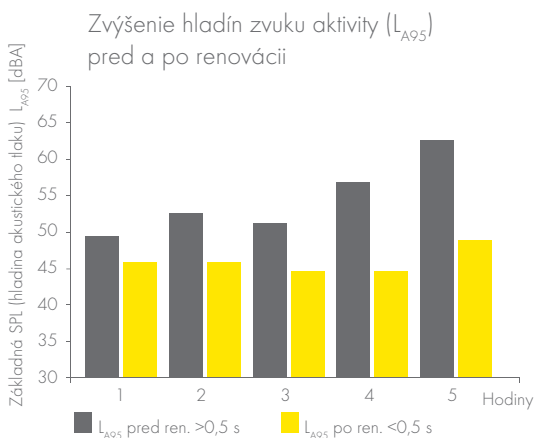
V priebehu dňa dochádza pri postupnom zvyšovaní hladín hluku v triedach so zlou akustikou k dysfunkčnému a rušivému správaniu.

## Zlepšenie mení správanie študentov

Akusticky absorpčný strop znižuje celkovú hladinu zvuku v triede a znižuje hluk z činností, na základe čoho sa veľmi pozitívnym spôsobom mení správanie študentov.

## Jednoduchšie počúvanie vedie k lepšiemu správaniu

Táto štúdia monitorovala počas vyučovacích hodín aj „dysfunkčnú aktivitu“. To zahŕňalo poznámky alebo prerušenia fyzickými činnosťami, ktoré nemali súvis s hodinou. Znížením hladiny zvuku sa znižoval aj počet dysfunkčných činností, čo viedlo k zvýšenej koncentrácii na hodine.



**Pri riadených hladinách hluku ostáva úroveň koncentrácie študentov rovnaká. Táto konzistentnosť so zlepšenou akustikou odbúrava veľký zdroj únavy a stresu.**

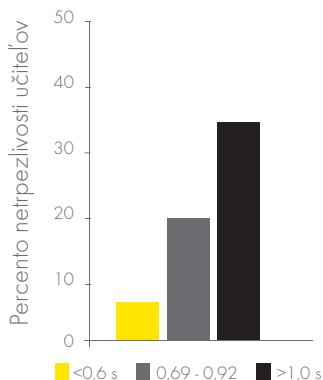
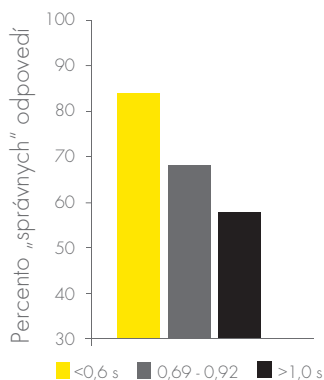
# Zlá akustika vedie k podráždenosti z hluku

**Táto štúdia<sup>15</sup> analyzovala vplyv ozveny v triede na vzdelávanie žiakov v školách. Ukázalo sa, že existuje priama súvislosť medzi ozvenou v triede a podráždenosťou učiteľov a študentov.**

Najmenšia podráždenosť sa vyskytovala v miestnostiach s najmenšou ozvenou (t. j. v upravených miestnostiach). Väčšina rodičov súhlasila s týmto tvrdením: „Môj syn/dcéra trpí hlukom, ktorý vytvárajú jeho/jej spolužiaci v škole.“

Akustika v triede (RT)	% podráždenosti
<0,6 s	44 %
0,7-0,9 s	51 %
>1,0 s	61 %

**Zníženie času dozvuku (RT) zlepšuje schopnosti študentov pri práci v tichosti**



**Nadmerná ozvena znižuje motiváciu a zhoršuje vzťahy študentov k učiteľom**

Žiaci z tried, v ktorých bola ozvena najvýraznejšia, ohodnotili svoju motiváciu a vzťahy s rovesníkmi a učiteľmi nízko. Typické akustické odporúčania pre časy dozvuku v triedach sú približne 0,5 s.

# Zdroje hluku, akustické podmienky a zrozumiteľnosť reči

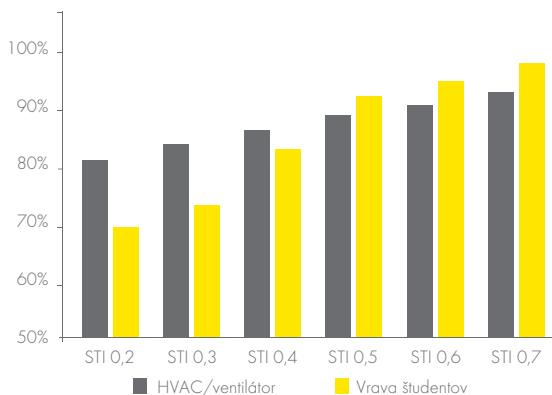
Táto štúdia<sup>16</sup> skúmala zrozumiteľnosť reči\* v triedach prostredníctvom objektívnych a subjektívnych prieskumov s cieľom porozumieť, ako vplyva hluk z rôznych zdrojov a v rôznych akustických podmienkach na zrozumiteľnosť u študentov.

Hladiny hluku a dozvuku ovplyvňujú kvalitu reči pre poslucháčov. Zníženie oboch hladín zlepšuje zrozumiteľnosť reči\*. Zrozumiteľnosť reči sa meria pomocou Indexu prenosu reči (STI\*\*).

Čím je reč zrozumiteľnejšia, tým sa zlepšuje aj kvalita verbálnej komunikácie všetkých študentov. Vplyv bol však viditeľnejší u mladších žiakov. Okrem porovnávania negatívneho vplyvu nižšej zrozumiteľnosti reči bolo tiež jasné, že na zrozumiteľnosť u študentov v oveľa väčšej miere vplyvala vrava žiakov v triede než hluk z vykurovacích, vetracích a klimatizačných systémov (HVAC).

Deskriptor STI	STI
Zlý - slabý	0,30
Slabý - primeraný	0,45
Primeraný - dobrý	0,60
Dobrý - vynikajúci	0,75

Pri pohľade na vplyv vravy v triede (t. j. skupinovej práce) vidíme, že hladina zrozumiteľnosti sa zvýšila zo 70 % na 98 % (+28 %). Oproti tomu je vplyv hluku ventilátora, ktorý sa pri rovnakom zlepšení akustických podmienok zvýšil z 82 % na 93 % (+11 %).



**Vynikajúca zrozumiteľnosť reči je dôležitá pre všetkých študentov, no najmä pre mladších študentov a obzvlášť pre triedy zapojené do aktivít skupinového vzdelávania, kde je verbálna komunikácia základom.**

\*Zrozumiteľnosť reči tiež súvisí s odstupom signálu od šumu (S/N), čo je rozdiel medzi signálom (v tomto prípade rečou) a hlukom pozadia v miestnosti. STI\*\* – Index prenosu reči je meracia metóda, ktorá udáva úroveň zrozumiteľnosti reči.



# Reč musí byť počuť zreteľne nad hlukom pozadia

Aby bolo možné počuť a porozumieť tomu, čo sa v triedach hovorí, je potrebná dobrá zrozumiteľnosť reči na počuteľnej úrovni. Reč musí byť počuť nad okolitým hlukom pozadia. Toto sa nazýva odstup signálu od šumu (SNR) a čím je poslucháč mladší, tým sú jeho potreby väčšie.

Štúdiá o zrozumiteľnosti reči<sup>17</sup> odhalila, že kým u starších detí (11 ročných) možno považovať 15 dB za uspokojivý SNR, mladšie deti (6 ročné) potrebujú na zabezpečenie primeranej zrozumiteľnosti 20 dB SNR.

## Mladší žiaci majú náročnejšie sluchové potreby<sup>18</sup>

Zvýšenie požiadaviek SNR u mladších detí	SNR potrebný na to, aby 75 % detí porozumelo 90 % povedaného
Deti vo veku 6 rokov	+20 dB
Deti vo veku 8 rokov	+18 dB
Deti vo veku 11 rokov	+15 dB

V neskoršej štúdií Bradley analyzoval reč v triede pomocou hlukových testov pre deti vo veku 6 – 11 rokov s cieľom určiť maximálne prijateľné hladiny okolitého hluku v triede. Na to, aby 75 % študentov porozumelo 95 % povedaného potrebovali mladšie deti vyšší SNR nad maximálnou hladinou okolitého hluku 35 dB. V dôsledku toho mohlo 80 % najmladších žiakov porozumieť aspoň 95 % známym a jednoduchým slov.



# Optimalizácia akustiky na začlenenie všetkých študentov

Každým akustickým vylepšením miestnosti<sup>5</sup> sa učitelia aj študenti stávali tichšími a pokojnejšími. Študenti vytvárali menej hluku a učitelia nemuseli hovoriť tak nahlas ani si namáhať hlas.

## Dôsledky akustického vylepšenia

- Viac diskusií a skupinovej práce v triede
- Efektívnejšia výučba a menej opakovaní
- Znížená úroveň stresu u učiteľov

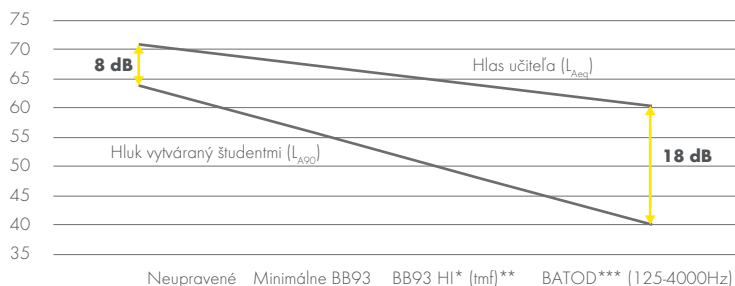
## Neupravené triedy so zlou akustikou

Hluk pozadia skresľuje reč a zosilňuje zvuk, keď sa odráža od odrazového stropu a stien. Hladiny zvuku sa potom stupňujú, pretože osoby v miestnosti musia zvyšovať hlas, aby ich bolo počuť.

## Zvýšené hladiny absorpcie zvuku znížili hladiny zvuku v obsadených miestnostiach

Akusticky absorpčný strop znižuje celkovú hladinu zvuku. Pridanie doplnkových nízko-frekvenčných tlmivcov znižuje hluk pozadia, zlepšuje zrozumiteľnosť reči a tým zlepšuje harmóniu na všetkých frekvenciách.

Hladiny zvuku v triede v decibeloch (dB)



<sup>5</sup>Vyšší výkon pre ľudí s poškodením sluchu. \*\* (tmf) celkové stredné frekvencie; 500, 1000, 2000 Hz.

\*\*\*BATOD podľa odporúčaní British Association of Teachers of the Deaf (Britskej asociácie učiteľov nepočujúcich).

Teoreticky by sa očakávalo zníženie hladiny zvuku o 3 dB pri znížení RT na polovicu. V skutočnosti sa hladina zvuku dominovaná hlasmi učiteľov znížila o 5 dB a základný zvuk vytváraný študentmi o ešte významnejšiu hodnotu 9 dB pri znížení RT na polovicu. Hladiny odstupe signálu od šumu sa zvyšujú z 8 dB na 18 dB, ako je vidno na vyššie uvedenom obrázku.



Po akustickej úprave miestnosti sa odstup signálu od šumu zvyšuje a žiakov stojí menej námahy pochopiť učiteľa. Okrem toho sa znižuje hlasová námaha a stres učiteľa.

Trieda s najúčinnějšíou akustickou úpravou, vrátane doplnkového nízko-frekvenčného absorbéra, bola opakovane ohodnotená ako miestnosť s najlepšimi podmienkami pre rozprávanie aj počúvanie.

# Zlepšená akustika podporuje skupinovú spoluprácu

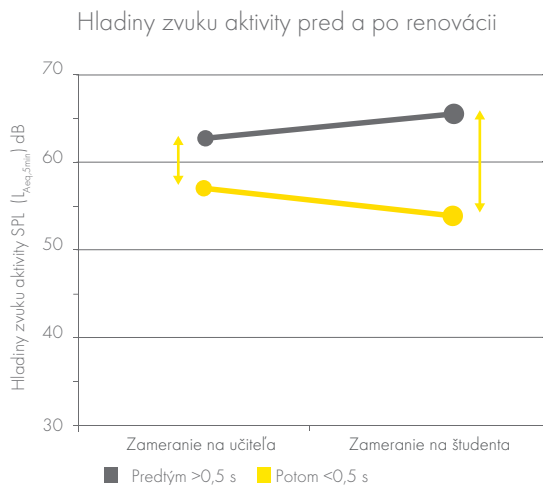
Nemecká štúdia<sup>1, 6, 7, 14</sup> porovnávala dve triedy s rôznym časom dozvuku. Zistila, že pri obsadení tried a zapojení študentov do rôznych vzdelávacích činností bol medzi triedami výrazný rozdiel v hladinách hluku. V upravených miestnostiach sa v dôsledku kratších časov dozvukov dramaticky znížili hladiny zvuku, čo malo za následok:

- skupinovú spoluprácu, pretože vzdelávacie činnosti mohli byť vykonávané pri oveľa nižšej hladine zvuku – dokonca pod hladinou zvuku vytváraného jedným učiteľom
- učitelia rozprávali tichšie a preto si aj menej namáhali hlas
- zníženie pracovného zaťaženia v dôsledku stíšenia hluku

**Upravené miestnosti znížili hladiny hluku o 6 dB pri tradičnej výučbe a o 13 dB pri skupinovej práci**

**Miestnosť s akustickou úpravou je obzvlášť prospešná pre skupinovú prácu, pretože umožňuje rozprávať viacerým ľuďom súčasne, no menej hlasno, v dôsledku čoho sa nemusia prekrikovať.**

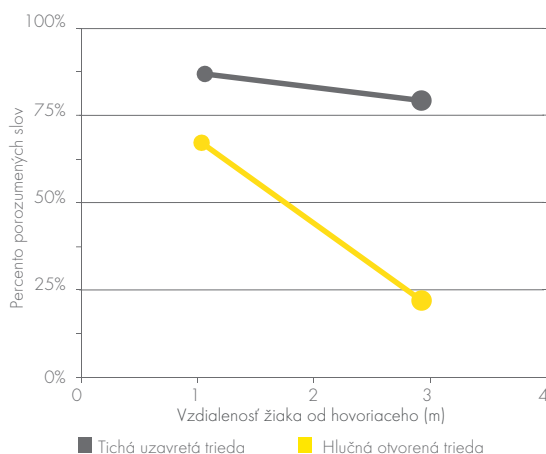
“Hladina hluku sa zníži o 3 dB a ďalších 10 máte grátis!”  
– Doktor G. Tiesler



# Otvorené triedy

Táto austrálska štúdia<sup>19</sup> sa zamerala na štyri porovnávacie skupiny škôlok: jednu uzavretú a tri otvorené škôlky rôzneho druhu a veľkostí.

Vo všetkých triedach sa merala hladina rušivého hluku pri tichých činnostiach (výučba v triede) aj pri hlučných činnostiach (skupinová práca). Hladiny rušivého hluku sa zvyšovali úmerne s veľkosťou a typom triedy, ako pre tiché činnosti vykonávané v blízkom okolí tak pre hlučné činnosti.



**Čím sú poslucháči od rečníka v otvorených triedach ďalej, tým sa zväčšuje počet nesprávnych odpovedí.**

Aj keď na hodinách v otvorených triedach prebiehali tiché činnosti, deti v zadnej časti veľkých otvorených tried boli v nevýhode v dôsledku vysokých hladín hluku. Vyššie uvedený graf ukazuje, že v tichej uzavretej triede, v ktorej absentuje hluk a ruch zvonku, je možné počuť hovoriaceho aj zo zadnej časti triedy. V otvorených priestoroch, ktoré sa ukázali ako oveľa hlasnejšie, je kvalita počúvania značne znížená, pretože poslucháč sa nachádza ďalej od rečníka.

V skratke, v otvorenejších priestoroch sa odporúča usádzať poslucháčov bližšie k rečníkovi, pretože hluk z príľahlých priestorov je rušivejší a rozptyľujúci.

# Vnímanie a reakcia na hluk v otvorených triedach

Skúmaním rozsiahlych štúdií<sup>21</sup> výskumníci zistili, že hladiny zvuku počas činnosti v otvorených a uzavretých triedach sú porovnateľné.

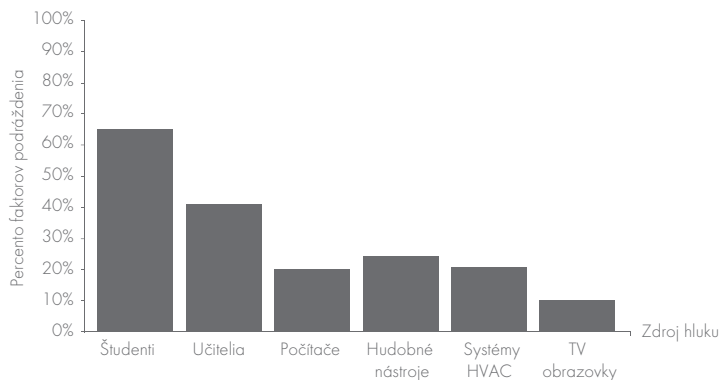
**Napriek všeobecnému dojmu, že hladiny hluku v otvorených triedach sú vyššie, v skutočnosti sa zdá, že hladiny hluku v otvorených triedach sú porovnateľné s uzavretými triedami.**

V niektorých prípadoch boli hladiny hluku vyššie v otvorených triedach a v iných boli zasa nižšie. Dôvodom sú pravdepodobne nízke časy dozvuku v dôsledku zvýšenej absorpcie a/alebo vhodnej správy triedy.

Hluk vytváraný ostatnými študentmi mimo triedy sa však často udáva ako zdroj podráždenosti a rušivý podnet v otvorených triedach základných a stredných škôl. Žiaci, ktorí sa vzdelávajú v otvorených triedach, sú obzvlášť citliví na pre nich nepodstatnú reč a v prieskumoch škôl s otvorenými triedami sa skutočne reč zo susedných oblastí výučby uvádza ako najbežnejšia forma rušivých podnetov (Greenland, 2009)<sup>20</sup>.

Keď boli vyzvaní, aby uviedli zvuky, ktoré im spôsobujú najväčšie podráždenie, 65 % odpovedí tvorili spolužiaci z iných vyučovacích hodín a na druhom mieste skončili učitelia z iných tried.

Zvuky, ktoré študentom v otvorených triedach základných škôl spôsobujú (n=408)



# Zraniteľní trpia najviac

Je pravdepodobné, že v každej triede sa nachádza zopár študentov s osobitnými sluchovými a komunikačnými potrebami (SHCN) a osobitnými vzdelávacími potrebami (SEN). To zahŕňa nielen študentov so stratou sluchu ale aj tých, ktorí majú poruchy sústredenia, a osoby študujúce v inom ako rodnom jazyku. Je zaujímavé, že sa to týka každého, kto nie je v optimálnom stave, napríklad aj tých, čo sa dobre nevyspali alebo sa necítia dobre.

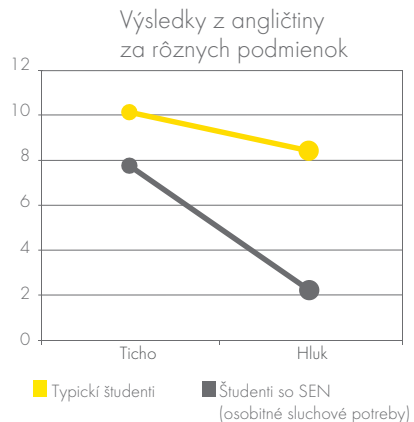
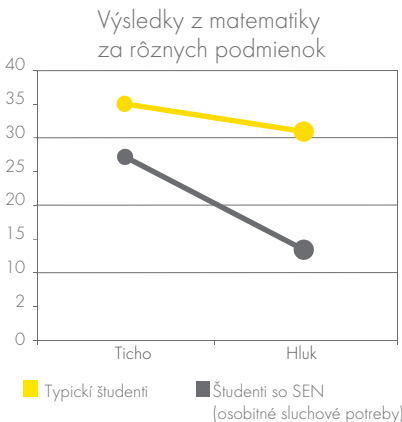
V dôsledku poškodenia sluchu stúpa riziko únavy a úsilie vynaložené na počúvanie a rovnako sa zvyšuje aj hladina stresu, čo môže ohroziť schopnosť žiaka učiť sa v hlučnom prostredí a teda ohroziť jeho výsledky.

Táto štúdia<sup>4</sup> sa zaoberá vplyvom typického hluku v triede na výsledky žiakov základných škôl v slede úloh v oblasti gramotnosti a rýchlosti spracovania informácií medzi bežnými študentmi a študentmi s SHCN/SEN. Vytvorili sa podmienky, ktoré odrážali hladiny hluku a zdroje vystavenia v mestských triedach.

## Tieto dve podmienky boli nasledovné:

„Ticho“ – bežné podmienky v triede, keď deti potichu pracujú, nerozprávajú sa a v triede nie je ďalší zdroj hluku. „Vrava“ – hluk, ktorý spočíva v umelo vytvorenej vrave detí s hladinou 65 dB.

Z výsledkov vyplýva, že žiaci s osobitnými vzdelávacími potrebami sú najviac negatívne ovplyvnení, najmä pri typických podmienkach vravy v triede. Tiež sa zistilo, že výsledky testov študentov s osobitnými potrebami sa v hlučnom prostredí zhoršujú, pričom bežní poslucháči sú postihnutí oveľa menej.





## Normy poškodenia sluchu stanovili kritériá pre začleňovanie

O študentoch s SHCN či SEN je známe, že sú zraniteľnými poslucháčmi. Navštevujú však bežné školy, čo znamená, že akákoľvek politika začleňovania musí podporovať ich osobitné potreby.

Medzi skupiny študentov s SHCN<sup>8</sup> patria jednoznačne študenti so stratou sluchu, poruchami sluchu a sústredenia a osoby študujúce v inom ako rodnom jazyku. V rozšírenom ponímaní sem zaraďujeme aj študentov s:

- trvalým poškodením sluchu (PS)
- závažnými alebo zložitými potrebami vrátane:
  - problémov s rečou, jazykom a komunikáciou
  - porúch zraku
  - kolísavého PS spôsobeného konduktívnou stratou sluchu (prechladnutie, infekcie ucha)
  - porúch pozornosti s hyperaktivitou (ADHD)
  - poruchy sluchového spracovania (APD) alebo ťažkosti
  - porúch autistického spektra

Zvýšený hluk pozadia v triedach ovplyvňuje správanie študentov s autizmom, čo vedie k ďalším prípadom narušeného správania. Bol zaznamenaný vzájomný vzťah medzi hladinami hluku a frekvenciou cieľového správania; to znamená, že so zvyšujúcou hladinou decibelov stúpalo aj narušené správanie<sup>22</sup>.





**Nižšie je uvedené zhrnutie noriem Spojeného kráľovstva (BB93 & BATOD) týkajúce sa hluku a dozvuku v triedach pre SHCN:**

Okrem uvedených požiadaviek SHCN sa zistilo, že mladší študenti potrebujú rovnaký odstup signálu od šumu (SNR), až do 20 dB, čo znamená, že signál by mal mať hlasitosť 20 dB nad hlukom pozadia (Bradley 2008)<sup>17</sup>. Všetky odporúčania pre študentov s SHCN s náročnejšími sluchovými potrebami sa vzťahujú aj na študentov, ktorí tieto problémy nemajú. To znamená, že tieto prísnejšie podmienky môžu byť pre všetkých študentov iba prínosom.

Akustické kritériá <sup>b</sup> – študenti s SHCN	BB93 (2015)* BATOD**	
	Novopostavené	Renovované
Hladina okolitého hluku v interiéri*	≤ 30 dBA	≤ 35 dBA
Čas dozvuku*	≤ 0,4 s, priemer 125 Hz až 4000 Hz oktávových pásem	
	≤ 0,6 s v každom oktávovom pásme 125 Hz až 4000 Hz	
Odstup signálu od šumu** SNR	>20 dB, 125 Hz až 750 Hz	
	>15 dB, 750 Hz až 4000 Hz	

**Na zabezpečenie inkluzívneho vzdelávacieho prostredia by mali mať študenti zaistenú vyššiu zrozumiteľnosť reči a mali by sa zavádzať normy, ktoré by sa zaoberali dôležitou otázkou riadenia dozvuku pri nízkych frekvenciách\*\*\* pre citlivých poslucháčov.**

\*\*\*Nízke frekvencie pri 125Hz

# Záver

Aby bolo možné zaistiť vhodné pracovné a vzdelávacie prostredie, ktoré podporuje rozvoj vzdelávania, vrátane kritických zručností 21. storočia, je nevyhnutné zabezpečiť primerané akustické prostredie.

Veríme, že predkladané zhrnutie výskumu dokáže poskytnúť potrebné poznatky a zvýšiť povedomie o pozitívnom vplyve zlepšovania akustického prostredia. Veríme, že práve ono zohráva kľúčovú rolu v zabezpečovaní zdravia a pohody učiteľov aj študentov počas vzdelávacích aktivít. Dobrá akustika môže podporiť kritické aspekty pozitívnej kultúry vo vzdelávaní. Výsledkom je vyššia účasť a zapojenosť všetkých.

Ako je uvedené na 18. strane tejto štúdie<sup>5</sup>, porovnanie neupravených tried s akusticky upravenými ukázalo pozitívny domino efekt: ako sa znižuje čas dozvuku, študenti vytvárajú menej hluku, čo má za následok lepšie správanie a pozornejšie počúvanie.

V školách navrhnutých s dobrou akustikou je komunikácia jednoduchšia pre všetkých. Zdieľanie vedomostí a nápadov sa stáva produktívnejšou skúsenosťou. Predstavte si exponenciálny dopad toho, ak by sa mohli učitelia sústrediť iba na vzdelávanie namiesto riadenia hluku a narušení a študenti by trávili viac času dôkladnejším štúdiom.

## **Svedectvá učiteľov zo štúdií<sup>5,14</sup> so zlepšenou akustikou ukazujú**

- Výrazné zlepšenie pracovných podmienok zamestnancov a študentov, ktorí zlepšenia opisujú ako tichšie aj pokojnejšie
- Zlepšenie pracovného priestoru a lepšie správanie a porozumenie v triede
- Menej skúsení učitelia hlásili najmä znížené úrovne stresu
- Študenti s poškodením sluchu sa môžu zúčastňovať vyučovania rovnako, ako ostatní

## **Stres a srdcový tep sa znižujú**

## **Produktivita a zapojenosť stúpa**

## **Znížené hladiny hluku = väčšia koncentrácia a zlepšená výkonnosť študentov**

Ak chcete získať podrobnejšie informácie o vplyve hluku na vzdelávanie, prečítajte si komplexnú štúdiu „Akustika v triede – prehľad výskumu“ z roku 2019 od profesorky Bridget Shield a doktora Nicola Shiers.

## Očíslované odkazy v rámci celého dokumentu. Zoradené podľa názvu, autora/autorov, dátumu a strany, na ktorej sa v rámci tohto súhrnného dokumentu nachádzajú:

1. Akustická ergonómia školy (Acoustic ergonomics of school). Tiesler & Oberdöster 2006. (Strany 2, 11, 14, 20)
2. Vplyv akustiky v triede na hlasové zaťaženie učiteľov (How classroom acoustics affect the vocal load of teachers). Durup 2015. (Strany 3, 12)
3. Frekvencia problémov s hlasom u učiteľov a iných povolani (Frequency of voice problems among teachers and other occupations). Smith a kol. 1998. (Strany 3, 12)
4. Vplyv hluku z triedy a prostredia na študijné výsledky žiakov (The effects of classroom and environmental noise on children's academic performance). Dockrell & Shield JASA 2008. (Strany 3, 8, 9)
5. Essexská štúdia – Optimalizácia akustiky v triede pre všetkých (The Essex study – Optimising classroom acoustics for all). Canning & James 2012. (Strany 3, 18, 19, 26)
6. Akustická ergonómia školy (Acoustic ergonomics of school). Tiesler & Oberdöster 2006. (Strany 3, 20)
7. Zdravie podporujúce vplyvy na schopnosti podávať výkon v školskom vzdelávaní (Health promoting influences on performance ability in school education). Schönwälder, Stöver & Tiesler 2008. (Strany 3, 14, 20)
8. Akustika v triede – Prehľad literatúry (Classroom acoustics – A literature review). Shield & Shiers 2019. (Strany 4, 6, 7, 24, 25)
9. Prieskumy vonkajšieho a vnútorného hluku základných škôl v Londýne (External and internal noise surveys of London primary schools). Dockrell & Shield JASA 2004. (Strana 5)
10. Ako vnímajú študenti akustiku v škole a vplyv hlasného hluku na vyučovanie na stredných školách: Zistenia z dotazníkového prieskumu (The Impact of classroom noise on reading comprehension of secondary school pupils.). Dockrell & Shield 2015. (Strana 8)
11. Akustika v triede, výskumný projekt – súhrnná správa (Classroom acoustics, a research project – Summary report). McKenzie & Airey 1999. (Strana 11)
12. Frekvencia a dôsledky problémov s hlasom u učiteľov (Frequency and effects of teachers' voice problems). Smith a kol. 1997. (Strana 12)
13. Poruchy hlasu u učiteľov a bežného obyvateľstva: Vplyv na pracovný výkon, dochádzku a budúcu voľbu povolania (Voice disorders in teachers and the general population: Effects on work performance, attendance, and future career choices). Roy 2004b. (Strana 13)
14. Spôsob komunikácie a pracovné zaťaženie študentov a učiteľov vo vysoko absorpčných triedach (Communication behaviour and workload of students and teachers in highly absorbent classrooms). Tiesler 2018. (Strany 14, 20 & 26)
15. Vplyv hluku a dozvuku na vnímanie reči a počúvanie s porozumením u detí a dospelých v prostredí podobnému triedam (Effects of classroom acoustics on performance and wellbeing in elementary school children: A field study.). Klatt & Hellbrück 2010. (Strana 15)
16. Subjektívne a objektívne skúmanie zrozumiteľnosti reči v triedach základných škôl (Subjective and objective speech intelligibility investigations in primary school classrooms). Astolfi a Botalico 2009 & JASA 2012. (Strana 16)
17. Zrozumiteľnosť reči v triedach základných škôl (The intelligibility of speech in elementary school classrooms). Bradley 2008. (Strany 17, 25)
18. Vplyv akustiky miestnosti na zrozumiteľnosť reči v triedach pre malé deti (Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children). Bradley 2009. (Strana 17)
19. Vplyv rozdielnych akustických podmienok v otvorených a uzavretých triedach na vnímanie reči u žiakov materských škôl (The effect of different open plan and enclosed classroom acoustic conditions on speech perception in Kindergarten children). Mealings 2015. (Strana 21)
20. Akustika v otvorených triedach základných škôl (Acoustics of open plan classrooms in primary schools). Greenland 2009. (Strana 22)
21. Hluk v otvorených triedach základných škôl: vyhodnotenie (Noise in open plan classrooms in primary schools: A review). Dockrell, Greenland & Shield 2010. (Strana 22)
22. Pozorovacia štúdia o akustickom dizajne a opakujúcom sa správaní detí s autizmom (Observational study of acoustics design and repetitive behaviors on children with autism). Kanakri 2017. (Strana 24)

# Ecophon®

SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Ecophon je hlavným dodávateľom akustických riešení. Prispievame k zdravšiemu vnútornému prostrediu, zlepšujeme kvalitu života, pohodu a pracovný výkon.

Keďže v dôsledku evolúcie sa ľudské zmysly prispôbili na život vonku, našim cieľom je vniesť do našich moderných interiérových priestorov ideálne akustické prostredie prírody. Vieme, že ľuďom prospieje.



Zásady, ktorými sa riadi naša práca, majú korene vo Švédsku, kde ľudský prístup a spoločná zodpovednosť za životy ľudí a budúce výzvy prichádza prirodzene.

Ecophon je súčasťou skupiny Saint-Gobain, svetového lídra v riešeních udržateľnej výstavby. Je tiež jednou zo 100 najlepších priemyselných skupín na svete, pričom prináša neustále inovácie s cieľom vytvoriť pohodlnejšie a nákladovo efektívnejšie obytné priestory.

Saint-Gobain ponúka riešenia hlavných problémov v oblasti energetickej účinnosti a ochrany životného prostredia. Bez ohľadu na to, aké nové potreby sa objavujú na trhoch v oblasti stavebníctva, budúcnosť je v rukách Saint-Gobain.



[www.ecophon.sk](http://www.ecophon.sk)