

# Vliv hluku na vzdělávání

## Shrnutí výzkumů



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

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

# Vliv hluku na vzdělávání

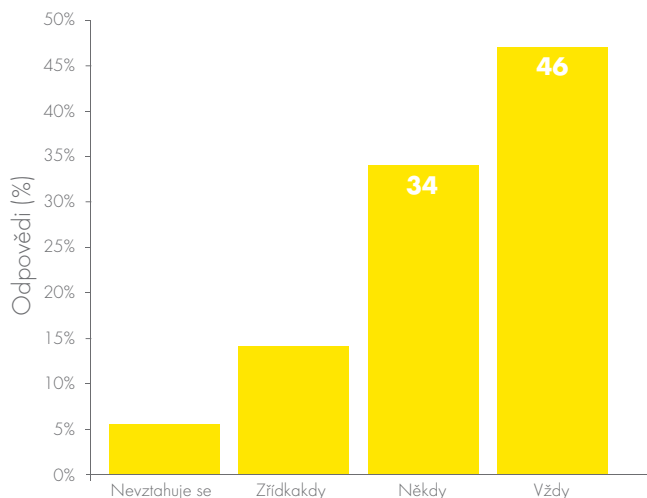
Je známo, že hluk ve školách může být natolik hlasitý, aby negativně ovlivňoval ty, kteří se v nich nacházejí, tedy především studenty a učitele. Ale v jaké míře se to děje a v jakém rozsahu k tomu dochází? A navíc, co je nutné k nápravě, aby tyto učební prostory napomáhaly sdílení znalostí namísto toho, aby mu stály v cestě?

## **V tomto shrnutí se dozvíte, na co tento výzkum jednoznačně poukazuje:**

- Doporučené prospěšné hladiny hluku pro zdraví a jejich srovnání s dnešními průměrnými hodnotami ve školním prostředí
- Co je zapotřebí k zajištění zdravé zvukové úrovně ve školách
- Jak hluk ovlivňuje studenty v jejich vzdělávacích schopnostech a chování
- Jak hluk ovlivňuje učitele a jaká jsou s tím spojena zdravotní fyzická i psychická rizika
- Vnímaný zvuk z hlediska koncentrace a rušení učitelů a studentů
- Optimalizace akustiky pro inkluzivní výuku
- Hladiny hluku v učebnách s otevřeným prostorem
- Jak hluk v nejvyšší míře ovlivňuje zranitelné žáky

Tyto informace vycházejí z mnohaletého zevrubného studia literatury profesorky Bridget Shieldové, bez jejíž práce by toto shrnutí nebylo možné. O jejím hodnocení výzkumu se můžete dozvědět více v závěru.

## **80 % učitelů stresuje hluk ve třídě<sup>1</sup>**



# Dopad hluku na učitele a studenty

Víme, že dobrá výuka\* má nejsilnější vliv na zlepšování toho, co se studenti naučí. Všichni chceme pomoci talentovaným učitelům, aby vyučovali ještě lépe tím, že jim poskytneme důkazy, které řadí dobrou akustiku mezi součásti zdravého interiéru a mezi klíčové prvky v celkovém pedagogickém repertoáru. Za tímto účelem jsme získali důkazy o tom, jaký význam má snížení negativního vlivu špatné akustiky a jejího neblahého dopadu na učitele:

- více než 65 % dotázaných učitelů se během své kariéry potýkalo s problémy s hlasem<sup>2</sup>
- 32 % učitelů uvedlo, že měli problémy s hlasem, ve srovnání s 1 % nepedagogů<sup>3</sup>

Musíme podporovat studenty ve rozmanitějších činnostech, které jim pomohou v tom, aby se co nejlépe přizpůsobili v naší rychle se měnící společnosti. Studenti nyní potřebují další dovednosti\*\*, jako jsou spolupráce, komunikace, kreativita a schopnost kritického myšlení.

Tyto dovednosti vyžadují nové způsoby, jak budou studenti reagovat a zapojovat se do procesu učení, což znamená významnější roli akustiky v daném prostředí.

## Studenti s výhodou dobré akustiky

- dosahují lepší výsledky testů o 5-7 %<sup>4</sup>
- lépe a kolektivněji spolupracují<sup>5</sup>
- vykazují sníženou hladinu zvuku při skupinové práci o 13 dB<sup>6\*\*\*</sup>
- se lépe soustředí a jsou méně unaveni<sup>7</sup>

Tzv. 4 C – dovednosti vyššího stupně pro 21. století stanoveny jako nutnost pro výsledky vzdělávání\*\*

Kreativita (creativity)
Kritické myšlení (critical thinking)
Komunikace (communication)
Spolupráce (collaboration)
Patří k nim i další, které jsou nezbytné pro příjem znalostí, stejně jako pro pracovní výkon.

\*W. Imms, Univerzita v Melbourne, 2019 \*\*Dovednosti pro 21. století OECD \*\*\* (Teoreticky by se daly očekávat pouze 3 dB.)

# Běžné a doporučené zvukové a hlukové hladiny

## Měření zvuku

Hluk se měří v decibelech (dB)\*. Decibel je logaritmická jednotka, což znamená, že zdvojnásobení zvukové energie způsobené například zdvojnásobením počtu reproduktorů v místnosti vede ke zvýšení hladiny zvuku o 3 dB.

## Vhodné hladiny hluku a typické školní směrnice ohledně akustiky

Směrnice opřené o výzkum poskytují vhodný akustickou škálu ve třídách pro průměrné posluchače, a také pro ty, kteří mají další vzdělávací a sluchové potřeby. Níže jsou uvedeny maximální hladiny hluku, které zajišťují dostatečnou srozumitelnost řeči a dobrou komunikaci. Zahrnují hluk v pozadí v neobsazených prostorách a rozdíl potřebný ke schopnosti zřetelně slyšet řeč<sup>8</sup>:

- Maximální hladiny okolního hluku, uvnitř 30-35 dB\*\*
- Pro dobrou verbální komunikaci by měl být zřetelný rozdíl v poměru signálu k šumu (SNR) v řádu nejméně 15-20 dB\*\*\*
- Doba dozvuku (RT) závisí na konkrétních potřebách, činnosti a velikosti třídy. Mělo by to být přibližně 0,5 sekundy (přípustný rozsah je 0,3-0,6 s)\*\*\*\*

Běžné hladiny zvuku v decibelech	
Čtyřmotorový proudový letoun ve výši 100 m	120 dB
Nýtování ocelové desky ve vzdálenosti 10 m	105 dB
Pneumatická vrtáčka ve vzdálenosti 10 m	90 dB
Kotoučová dřevěná pila ve vzdálenosti 10 m	80 dB
Rušný silniční provoz ve vzdálenosti 10 m	75 dB
Zvonění telefonu ve vzdálenosti 10 m	65 dB
Mužská řeč, v průměru ve vzdálenosti 10 m	50 dB
Šepot ve vzdálenosti 10 m	25 dB

---

Zvuk anebo hluk

Zvuk je  
žádoucí.

Hluk je  
nežádoucí.

---

\*Kdykoli je v této brožuře uvedena značka dB, znamená dB(A) \*\*BB93: akustický design škol – výkonnostní normy, BATOD: Akustika v učebnách – doporučená norma \*\*\*Srozumitelnost řeči v učebnách základních škol, Bradley, 2008 \*\*\*\*Akustické výsledky v učebnách v severských zemích, standardní příklady

# Průměrná hladina hluku v učebně

## Hluk ve školách je tvořen převážně dvěma faktory:

- vnějším hlukem z prostředí (letadla, vlaky a automobily)
- hlukem vytvářeným studenty během vzdělávacích činností

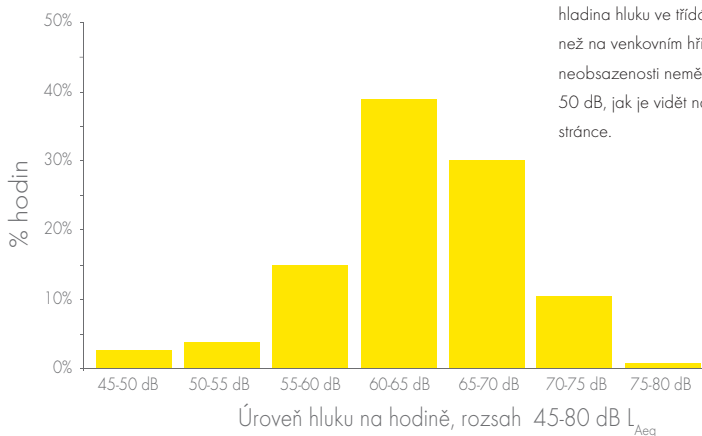
Tato studie (viz níže) dokumentuje stávající hladiny hluku ve školách pomocí měření obsazených i neobsazených prostor. Výsledky ukazují, že akustická kvalita ovlivňuje hladinu hluku, což má vliv jak na učení studentů, tak na jejich chování.

**Akustika v místnosti má dopad na úroveň vyučovacích hodin:** výsledky výzkumu ukázaly, že řada učeben měla mimořádně vysoké hladiny hluku a vyžadovala další akustickou úpravu, aby byly vytvořeny vhodné úrovně pro výuku a učení.

**Dodržování stavebních zákonných předpisů přináší zlepšení:** když byly zavedeny právní předpisy ohledně akustiky ve školách, téměř se zdvojnásobil počet školních prostor, které byly v souladu s tehdy platnými směrnicemi.

**Akustický design může ovlivnit chování studentů:** ve studii byla zaznamenána také doba narušení výuky (např. mluvením nebo křikem studentů), což poukazuje na to, že nedostatečná akustika místnosti může negativně ovlivnit chování studentů. Neblahé důsledky začínaly přibližně na průměrné hladině hluku a další studie<sup>4</sup> na straně 8 potvrdila, že tyto úrovně negativně zasáhly běžné úkoly učení verbálním způsobem.

## Hlukový průzkum 274 vyučovacích hodin<sup>10</sup>



Ve většině případů byla průměrná hladina hluku ve třídách dokonce vyšší než na venkovním hřišti, kde by při neobsazenosti neměla překročit úroveň 50 dB, jak je vidět na následující stránce.

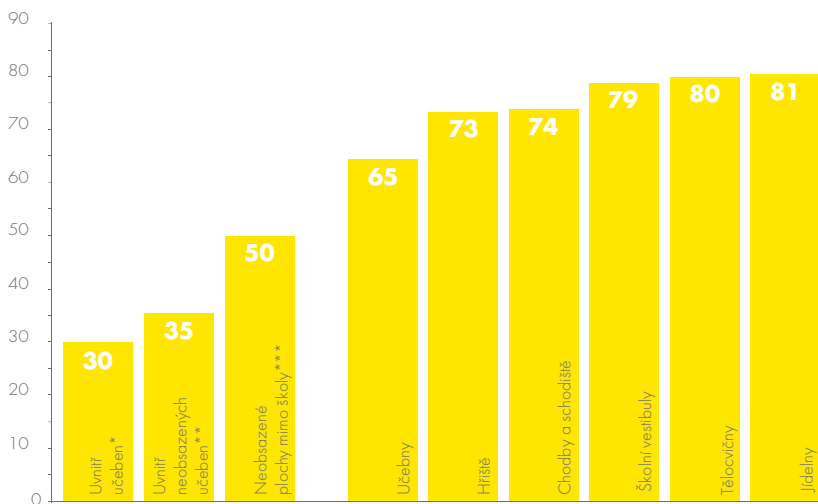
# Hladiny hluku ve škole

## ve srovnání s doporučenými úrovněmi

Z hlediska skutečných hlukových hladin na školách můžeme sledovat běžný rozsah rozdílu mezi doporučenými a reálnými úrovněmi. Studenti i personál jsou vystaveni hluku v různých školních prostorech mimo třídu, kde hlasitost často bývá poměrně vysoká. Vestibuly a jídelny se přibližují úrovním (nad 80 dB), při nichž by bylo dobré uvažovat o opatřeních ke zmírnění a regulaci hluku podle právních předpisů pro zdraví na pracovišti.

Níže je uvedený souhrn hlukových hladin ve srovnání s doporučeními WHO mimo školu (50 dB) a očekávaných úrovní uvnitř běžných, renovovaných (35 dB) a nových učeben nebo těch, které používají studenti s dalšími vzdělávacími potřebami (30 dB).

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



\*Bradley, BB93 Novostavby a speciální vzdělávací potřeby, další vzdělávací potřeby \*\*WHO, Bradley, renovace BB93 \*\*\*Doporučení WHO

# Vytvoření dobré akustiky pro dobrou řečovou komunikaci

Pro vytvoření dobré akustiky, která podporuje všechny aspekty komunikace (mluvení, slyšení a naslouchání pro jednosměrný a vícestranný dialog) je nutné prozkoumat stavební a akustický design z různých hledisek, aby byly zajištěny následující podmínky<sup>8</sup>:

## Dostatečná izolace od vnitřních a vnějších zdrojů

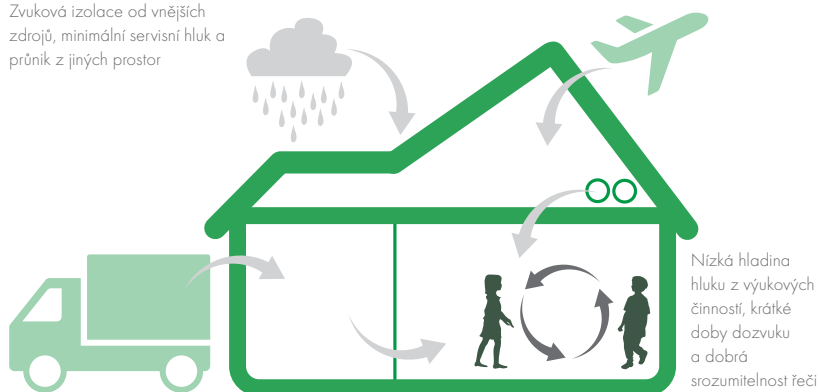
- Nízká hladina hluku v interiéru pro zařízení a činnosti
- Krátké doby dozvuku\* pro minimalizaci nežádoucích zvukových odrazů
- Dobrá srozumitelnost řeči v závislosti na době dozvuku a SNR (poměru signálu k šumu)

Existují dvě jasně vymezená hlediska, která mají vliv na akustické prostředí školy: hluk a dozvuk. Ve třídách hluk pochází z mnoha zdrojů: zvenčí, z technického zázemí budovy (topení, osvětlení, ventilačních systémů), technologických pomůcek (projektorů, počítačů) a v narůstající míře – je tvořen samotnými studenty.

Kvalita a srozumitelnost řeči závisí jak na úrovni hluku, tak na množství odraženého zvuku. Zvuk se odráží a případně jej mohou zesilovat povrchy v místnosti jako stěny, stropy, podlahy, stoly a tabule. Příliš mnoho odraženého zvuku od tvrdých a plochých povrchů snižuje kvalitu řeči tím, že se zvýší hladina hluku s pozdějšími, které překrývají řeč.

## Klíčové složky akustického designu

Zvuková izolace od vnějších zdrojů, minimální servisní hluk a průnik z jiných prostor



\*Odrasy zvuku se měří dobou dozvuku (RT) v místnosti. Odpovídá času v sekundách, za který se zvuk ztlumí o 60 dB. RT pro řeč by měla být krátká: kolem 0,5 sekundy ve třídách, zatímco pro hudbu jsou žádoucí delší časy kolem dvou vteřin. RT lze zkrátit zvýšením množství akustické absorpce v místnosti.

# Vliv na výkon žáků

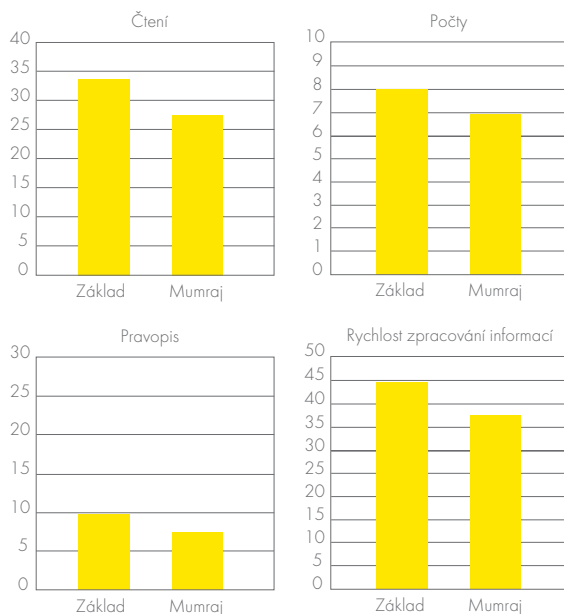
Tato studie<sup>4</sup> srovnávala různé úrovně hluku v pozadí za účelem porozumění tomu, v jakém rozsahu ovlivňují učební úkoly studentů. Šlo o srovnání „tichého“ hluku v pozadí a hluk obecného mumraje při „běžné“ aktivitě na výkon žáků.

Nižší hladiny hluku poskytují studentům příležitost déle zpracovávat slyšené, což vede k větší přesnosti. Tato studie poukazuje na to, že porozumění čtení dospívajících je náchylné vůči výzvám, které způsobují nepříznivé úrovně hluku ve třídě.

**Běžný mumraj ve třídě na průměrné úrovni 65 dB má významný vliv na verbální a aritmetické úkoly a rychlost odpovědí.**

Děti, které byly nachlazené, dobře nevyspané nebo nebyly jinak v ideální kondici, zvuk mumraje mnohem výrazněji ovlivňoval.

## Experimentální výsledky zkoušek: Vliv mumraje ve třídě na výkon žáků základních škol





# Hluk narušuje zpracovávání jazyka

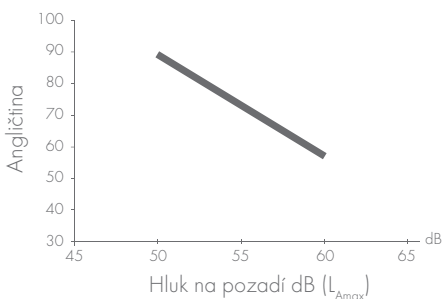
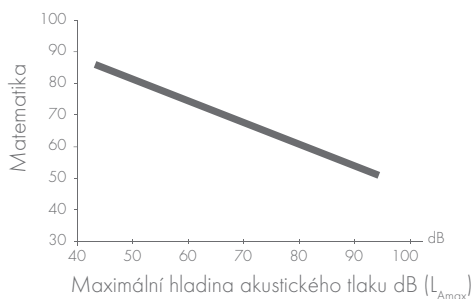
Tato studie<sup>4</sup> ukazuje, že vliv hluku na standardizované testy je škodlivý z hlediska výsledků studentů. Hluk má výraznější dopad na výsledky v případě jazykových testů.

Porovnáním výsledků školních standardizovaných hodnotících testů mladších žáků s hlukem v interiéru byly zjištěny významné negativní vztahy mezi úrovní okolního hluku v pozadí ve třídách a výsledky testů u několika předmětů.

Test, u něhož byla souvislost s hlukem nejprůkaznější, byl jazykový. Výsledky ukázaly, že hluk v pozadí ve třídě narušuje celkové zpracovávání jazyka.

**Více hluku jednoznačně snižuje počet bodů ve dvou základních předmětech, se silnějším dopadem v angličtině.**

**Účinky hluku na výsledky dětí ve standardizovaných testech**



# Dobrá akustika zlepšuje přesnost odpovědi žáků o více než 35 %

Vědci dospěli k přelomovému zjištění<sup>11</sup>, že většina hluku ve školních třídách nebyla způsobena předpokládaným hlukem letadel, vlaků a automobilů, ale samotnými studenty během vzdělávacích činností.

## Po instalaci vysoce výkonného stropu absorpční třídy A došlo ke:

- zlepšení přesnosti studentů o 35 %,
- snížení vnímané hladiny zvuku o polovinu.

## Omezení hluku má fyzický a behaviorální dopad

Předpokládaný teoretický efekt instalace pohlcujícího stropu třídy A bylo snížení hladiny akustického napětí o 3 dB při neobsazené učebně. Skutečná změna však nastala v chování osob přítomných ve třídě. Vzhledem k tomu, že všechny bylo slyšet a bylo jim rozumět bez zvýšení hlasu, studenti a učitelé okamžitě začali mluvit tišeji, a sice o 7 dB, s celkovým snížením hlasitosti o 10 dB.

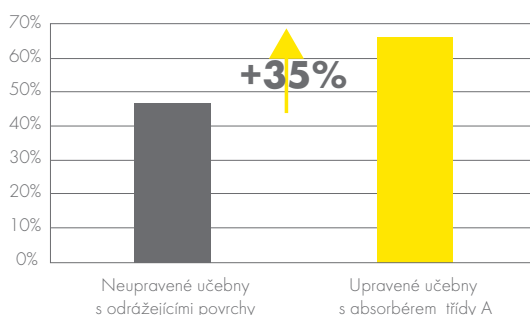
## Zlepšení skupinového učení

Akustická úprava ztlumila hluk v pozadí a zkrátila dobu dozvuku, což vedlo k lepšímu výkonu studentů v testech slovního porozumění. Zlepšení bylo obzvláště výrazné v situaci, když více studentů ve třídách mluvilo najednou.

**6** Zaměstnanci pracující v upravených učebnách popisují, že se jedná o obrovský rozdíl. Nejenom, že nemusí křičet, aby je bylo slyšet, ale ve třídě je obecně klidnější, tišší a uvolněnější atmosféra. Všichni jsme nadšení. **9**

- ředitelka Catherine Douglasová ze základní školy Balgreen

Procento správně rozpoznávaných slov

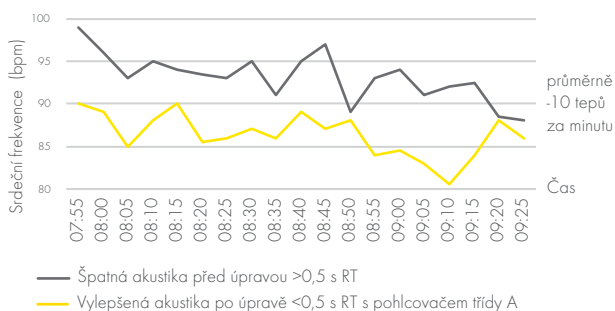


# Dobrá akustika snižuje srdeční frekvenci

Když se zjistilo, že 80 % učitelů stresoval hluk<sup>1</sup>, vědci se rozhodli stanovit, zda lze tyto hladiny stresu snížit zlepšením zvukového prostředí. Také se zabývali výzkumem, jak hluk ve třídě skutečně ovlivňuje učitele a studenty během jednotlivých činností<sup>6</sup>.

## S instalací absorbéru třídy A se tepové frekvence učitelů zklidnily o 10 tepů za minutu (bpm)

Tep učitelů v dobrém a nedostatečném zvukovém prostředí



## Jak je to možné

Pokud má učebna špatnou akustiku, zvuk se zesiluje, když se odrazí od stropu a stěn. To vytváří šum v pozadí, který zkrusluje řeč. Hladiny zvuku se pak násobí, protože vyučující i žáci musí zvyšovat hlas, aby byli slyšet. Pocitově v tomto prostředí často postupně během hodiny (nebo dne) vzrůstá stres. (Odkazujeme se na studii na straně 14 o koncentraci a Lombardově efektu.)

“ Srdeční frekvence je lékařsky uznávaný stresový faktor. ”  
— Dr Gerhart Tiesler

## Snížení hluku a dozvuku snižuje stres

Akusticky upravené učebny se změny na uvolněnější prostředí, kde se všichni cítí klidnější, což vede ke snížení srdeční frekvence učitelů. Vyučující zažívají podstatně méně stresu ve třídách, kde je doba dozvuku kratší než 0,5 sekundy.

# Hlasové problémy

## ohrožují zdraví učitelů

Bohužel, jak bylo shodně prokázáno, učitelé mají více hlasových problémů než ostatní povolání.



### Ohrožení hlasového zdraví učitelů

- Více než 65 % dotázaných učitelů se během své kariéry potýkalo s problémy s hlasem<sup>2</sup>.
- Učitelé představují 16,4 % pacientů s poruchami hlasu, přičemž zastupují pouze 2 % z celkového počtu pracujících<sup>12</sup>.
- 15 % učitelů zmiňovalo hlasové problémy ve srovnání s 6 % ostatních (nepedagogických) skupin<sup>12</sup>.
- 32 % učitelů uvedlo, že měli problémy s hlasem, ve srovnání s 1 % nepedagogů<sup>3</sup>.

**Na základě četných studií o hlasovém zdraví učitelů je u této profesi nejméně dvakrát vyšší pravděpodobnost, že budou mít problémy s hlasem oproti jiným povoláním.**

# Důsledky hlasových problémů na pracovní život učitelů

Tato rozsáhlá studie<sup>13</sup> srovnávala pracovní problémy související s hlasem a nepřítomností na pracovišti mezi dvěma skupinami: učiteli a neučitelskými povoláními. Pokrývala období jednoho roku (před začátkem výzkumu) a zapojilo se do ní 2400 účastníků. Na základě zjištění existuje u učitelů větší pravděpodobnost než u nepedagogů, že budou muset omezit pracovní činnosti a chybět více dní v práci kvůli hlasovým problémům.

	Převaha (%)	
	Učitelé	Neučitelská povolání
Omezená činnost po dobu alespoň jednoho dne	43	16
Zmeškaný alespoň jeden den práce	18,3	7,2
Zmeškaných více než 5 dní práce	3	1,3
Normálně nefunkční hlas po dobu delší než 5 dní	35	22
Možná nucená změna práce kvůli hlasu	2,2	0,78



**Srovnání pracovních problémů v předchozím roce mezi učiteli a jinými povoláními**

**Učitelé vynechávají více než dvakrát více dní v práci než v jiných profesích.**

# Dopad hluku na soustředění a chování studentů

## Kontrastní akustické podmínky mají vliv na počet dysfunkčních aktivit

V menším rozsahu, ale pořád v zásadní míře, tato studie<sup>1, 6, 7, 14</sup> ukazuje, že změny hladin hluku v učebně mají přímý vztah k chování studentů. Během pěti ranních vyučovacích hodin vzrostl počet „dysfunkčních“ aktivit ve třídách s horší akustikou (s RT 0,6 až 0,75 s), zatímco v místnostech s „lepší“ akustikou (RT 0,4 až 0,5 s) setrávaly dysfunkční aktivity po celé dopoledne přibližně na stejné úrovni.

## Lombardův efekt

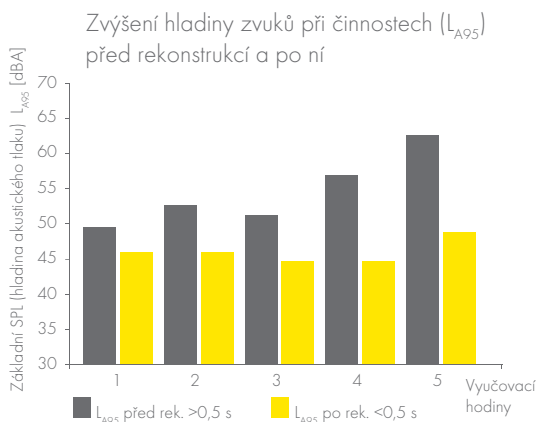
Jak den postupuje, učebny se špatnou akustikou způsobují stále více dysfunkční a rušivější chování v důsledku postupného zvyšování hluku.

## Zlepšení mění chování žáků

Strop pohlcující zvuk snižuje celkovou hlasitost zvuku ve třídě a snižuje hluk na základě aktivit, což výrazně mění chování studentů k lepšímu.

## Lepší poslech vede k lepšímu chování

Tato studie také sledovala „dysfunkční činnosti“ v průběhu výuky. To zahrnovalo vsuvky a narušení fyzickými aktivitami, které se netýkaly dané hodiny. Když se snížily hladiny zvuku, došlo také k poklesu dysfunkčních činností, což vedlo ke zvýšení soustředění během výuky.



**Při regulaci hladin hluku zůstává soustředění studentů na stejné úrovni. Zároveň se s vylepšenou akustikou vytrácí silný zdroj únavy a stresu.**

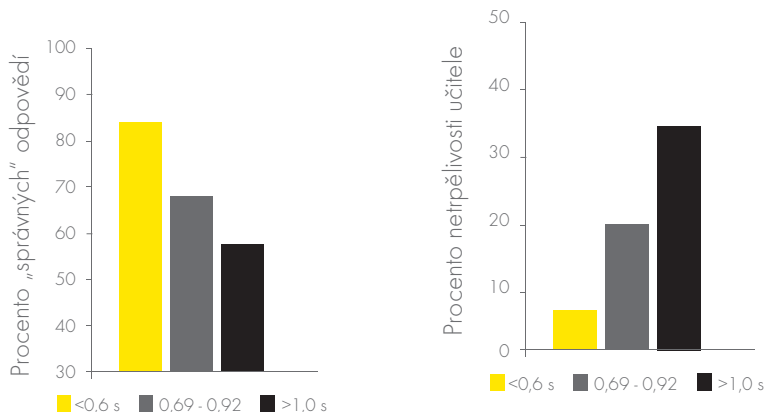
# Špatná akustika vede ke vnímanému pocitu rozčilení z hluku

**Tato studie<sup>15</sup> analyzovala účinky dozvuku ve třídě na učení dětí ve škole. Poukazuje na to, že existuje přímý vztah mezi dozvukem v učebně a rozčilením učitelů i studentů.**

Nejnižší stupeň rozčilení se objevoval v (upravených) místnostech s nejmenším dozvukem. Většina rodičů s tímto tvrzením souhlasila: „Moje dítě trpí hlukem, který jeho spolužáci vytvářejí ve škole.“

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

**Zkrácení doby dozvuku (RT) zlepšuje schopnosti studentů při práci v tichosti**



**Nadměrný dozvuk snižuje motivaci a zhoršuje pracovní vztah studentů s učiteli**

Děti z učeben s nejvyšším dozvukem vykazovaly nižší hodnocení v motivaci a ve vztazích s vrstevníky a učiteli. Typická doporučení ohledně akustiky ve třídě z hlediska doby dozvuku jsou přibližně 0,5 s.

# Zdroje hluku, akustické podmínky a srozumitelnost řeči

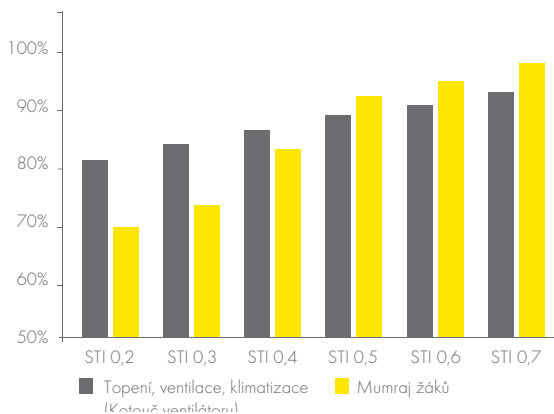
Tato studie<sup>16</sup> zkoumala srozumitelnost řeči\* ve třídách prostřednictvím objektivních a subjektivních průzkumů, aby bylo možné pochopit účinek hluku z různých zdrojů a rozmanitých akustických podmínek na body studentů za porozumění.

Hladiny hluku a dozvuku ovlivňují kvalitu řeči pro posluchače. Snížení obou hodnot zlepšuje její srozumitelnost\*. Její úroveň se měří indexem přenosu řeči (STI\*\*).

Čím vyšší je srozumitelnost řeči, tím lepší je kvalita řečové komunikace pro všechny studenty. Dopad byl však významnější u mladších dětí. Kromě porovnání negativních účinků nižší srozumitelnosti řeči bylo rovněž zřejmé, že body za porozumění byly mnohem více ovlivněny hlukem způsobeným mumrajem ve třídě než hlukem z ventilace.

Úrovně STI	STI
Nizká až slabá	0,30
Slabá až mírná	0,45
Mírná až dobrá	0,60
Dobrá až vynikající	0,75

Co se týče dopadu mumraje ve třídě (tj. skupinové práce) můžeme pozorovat zvýšení výsledků za porozumění ze 70 % na 98 % (+28 %). To je v protikladu k důsledkům hluku šířeného ventilací, který stoupl z 82 % na 93 % (+11 %) s ohledem na stejně zlepšení akustických podmínek.



**Vynikající srozumitelnost řeči je důležitá pro všechny studenty, a to především pro mladší žáky. Zejména je tomu tak v případě výuk zabývajících se skupinovými učebními aktivitami, kde je zásadním prvkem konverzace.**

\*Srozumitelnost řeči souvisí také s poměrem signálu k šumu (SNR), což je rozdíl mezi signálem (v tomto případě řeči) a šumem na pozadí v místnosti. STI\*\* – Index přenosu řeči je metoda měření úrovně srozumitelnosti řeči.



# Řeč musí být jasně slyšet přes hluk na pozadí

Aby bylo možné slyšet a pochopit, co se říká ve třídě, je nutná dobrá srozumitelnost řeči na slyšitelné úrovni. Musí být slyšitelná přes okolní hluk na pozadí. Jedná se o poměr signálu k šumu (SNR) a čím mladší je posluchač, tím více to potřebuje.

Na základě studie srozumitelnosti řeči<sup>17</sup> bylo zjištěno, že zatímco 15 dB lze považovat za uspokojivý poměr SNR pro starší děti (ve věku 11 let), nejmladší děti (ve věku 6 let) vyžadují pro zajištění odpovídající srozumitelnosti řeči SNR v hodnotě 20 dB.

## Mladší žáci mají zvýšené sluchové potřeby<sup>18</sup>

Požadavky na SNR jsou vyšší pro mladší děti	Potřebný SNR pro 75 % k dosažení 90 % v hodnocení ve srozumitelnosti
6 let	+20 dB
8 let	+18 dB
11 let	+15 dB

V pozdější studii Bradley analyzoval řeč v hlukových testech u dětí ve věku 6-11 let v učebnách za cílem stanovení maximální přijatelné úrovně okolního hluku ve třídě. K tomu, aby 75 % žáků dosáhlo výslednou srozumitelnost řeči 95 %, potřebovaly mladší děti vyšší SNR přes maximální okolní úroveň 35 dB. To umožnilo 80 % nejmladším žákům porozumět alespoň 95 % známým a jednoduchým slovům.



# Optimalizace akustiky pro zařazení všech studentů

V případě zdokonalení v akustické úpravě<sup>5</sup> došlo pokaždé ke ztišení a zklidnění učitelů a žáků. Studenti dělali méně hluku a vyučující nemuseli mluvit tak hlasitě ani si natolik namáhat hlas.

## Výsledky zlepšení akustiky:

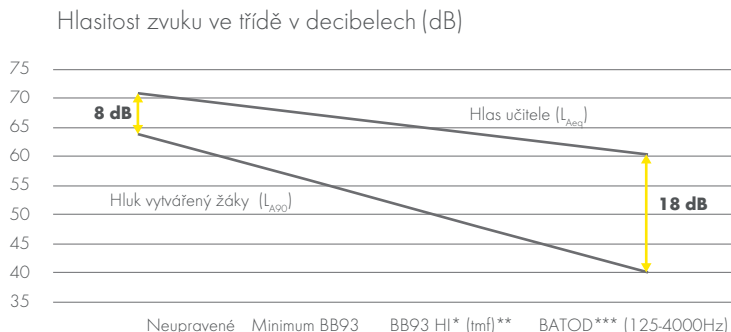
- více diskuse a skupinové práce ve třídě
- efektivnější výuka a méně opakování
- snížená úroveň stresu učitele

## Neupravené učebny se špatnou akustikou

Šum na pozadí deformuje řeč a zesiluje zvuk, když se odrazí od reflexních stropů a stěn. Hladiny zvuku se pak násobí, protože přítomné osoby musí zvyšovat hlas, aby je bylo slyšet.

## Zvýšení úrovně pohlcování zvuku snížilo hladinu zvuku v obsazené místnosti

Strop pohlcující zvuk snižuje celkovou hladinu zvuku. Přidání dalších absorbérů nízkých frekvencí snižuje šum na pozadí a zlepšuje srozumitelnost řeči, což přináší lepší soulad na všech frekvencích..



\*Vyšší výkon pro sluchově postižené (SP). \*\* (1mf) celková střední frekvence: 500, 1000, 2000 Hz.

\*\*\*Podle doporučení Britské asociace učitelů neslyšících (BATOD).

Teoreticky by se očekávalo snížení hladiny zvuku o 3 dB při poloviční době dozvuku (RT). Ve skutečnosti byl pokles hladiny zvuku s převahou hlasu pedagoga o 5 dB a podkladový šum vytvářen studenty byl nižší o ještě významnější hodnotu 9 dB při polovičním RT. Hladina signálu k šumu vzrostla z pouhých 8 dB na 18 dB, jak je znázorněno výše.



# Zlepšená akustika podporuje skupinovou spolupráci

Studie<sup>1, 6, 7, 14</sup> v Německu srovnávala dvě učebny s různou dobou dozvuku. Odhalila v nich výrazné snížení hluku při obsazenosti tříd a zapojení studentů do různých vzdělávacích aktivit. V upravených místnostech dramaticky poklesla hlasitost s kratšími dobami dozvuku, což umožnilo:

- spolupráci ve skupině, protože bylo vzdělávací činnosti možné provádět ve větší tichosti – dokonce pod úroveň jednoho mluvícího učitele,
- učitelé mluvit tišeji, což snižovalo hlasovou námahu,
- pokles zátěžového stresu v důsledku snížení hluku.

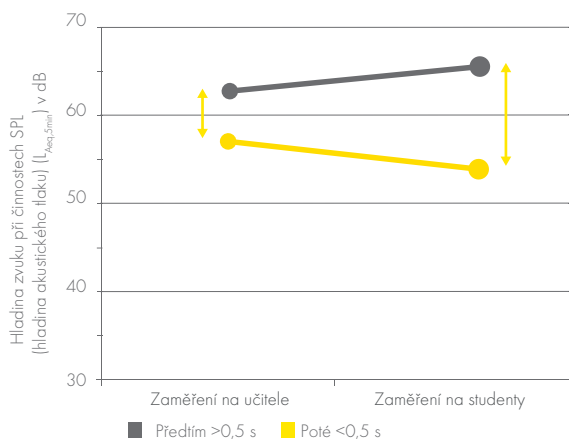
**V upravených místnostech poklesla hladina hluku o 6 dB u tradiční výuky a o 13 dB při skupinové činnosti**

**Místnosti s akustickou úpravou jsou obzvláště užitečné pro skupinovou práci, protože může několik lidí mluvit současně, ale tišeji a bez nutnosti překřikování.**

“ Koupíte si snížení zvuku o 3 dB a získáte 10 zdarma! ”

- Dr. G. Tiesler

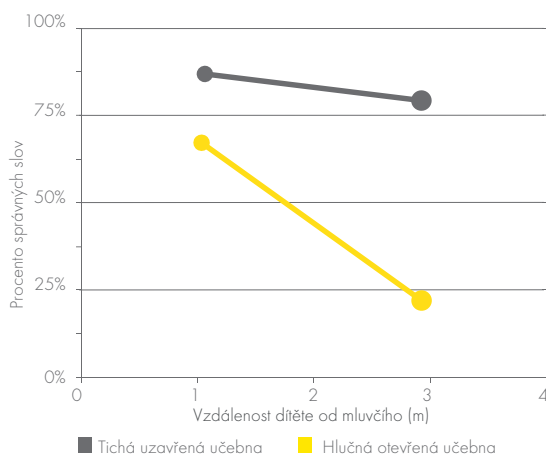
Hladina zvuku při činnostech před renovací a po ní



# Učebny s otevřeným prostorem

Tato australská studie<sup>19</sup> se zabývala čtyřmi srovnávacími skupinami mateřských škol: jedna třída byla uzavřená a tři zase otevřené (tzv. open plan) různých typů a velikostí.

Rušivý hluk byl měřen u tichých činností (výuka celé třídy) a hlučných (skupinová práce) ve všech třídách. Rušivé hladiny hluku vzrůstaly s velikostí učeben a počtem třídních základen, a to jak pro sousedící tiché, tak pro hlučné aktivity.



**Čím dále byli posluchači od mluvčího v open plan učebnách, tím větší byl počet nesprávných odpovědí.**

I když se v okolních otevřených třídách zabývaly tichými aktivitami, byly děti v zadní části velkých otevřených učeben v nevýhodě kvůli vyšším hladinám hluku. Výše uvedený diagram ukazuje, že v klidné, uzavřené třídě, s nedostatkem vnějšího rozptýlujícího hluku a vyrušení, je slyšet až do zadní části třídy.

V případě otevřených místností bylo zjištěno, že jsou mnohem méně tiché, protože je posluchač dále od mluvčího, a proto je kvalita poslechu výrazně horší.

Když to shrneme, v otevřených prostorách je vždy dobré natěsnat posluchače blíže k mluvčímu, protože hluk z přilehlých prostor je pronikavější a rušivější.

# Vnímání a odezva na hluk v otevřených učebnách

Na základě rozsáhlé studie<sup>21</sup> vědci stanovili, že hladiny zvuku při činnostech jsou mezi otevřenými a uzavřenými učebnami srovnatelné.

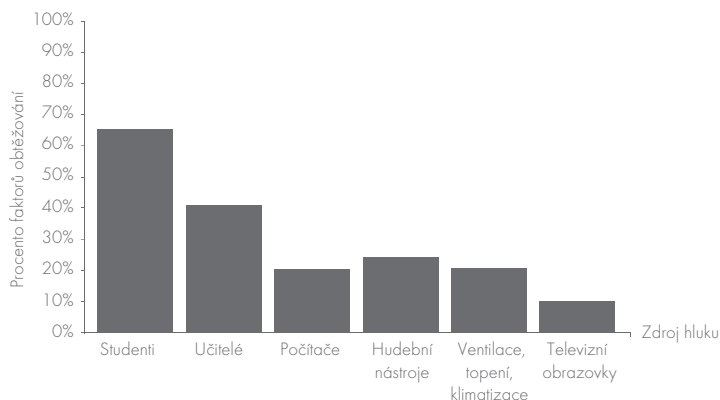
**Navzdory obecnému mínění, že úrovně hluku jsou v otevřeném prostoru vyšší, se zdá, že jsou velmi podobné uzavřeným učebnám.**

V některých případech byly hladiny v otevřeném prostoru vyšší, v jiných zase nižší. Snad je to způsobeno nízkou dobou dozvuku v důsledku zvýšeného pohlcení a/nebo vhodného vedení třídy.

Nicméně, hluk ostatních studentů mimo třídu je často uváděn jako zdroj rozčilení a rušení v otevřených základních i středních školách. Děti vyučované v otevřených třídách jsou obzvláště náchylné k naslouchání nesouvisějící řeči a v průzkumech „open space“ škol bývá mluva z přílehlých výukových prostor uváděna jako nejčastější forma vyrušování. (Greenland, 2009)<sup>20</sup>.

Když byli požádáni o vyhodnocení, které zvuky byly nejvíce nepříjemné v otevřené učebně, byli zmíněni v 65 % spolužáci z jiných tříd, po nich následovali učitelé z jiných tříd.

Zvuky, které obtěžují studenty v otevřených vyučovacích hodinách základních škol (n=408)



# Zranitelní trpí nejvíce

V každé třídě se pravděpodobně vyskytne určitý počet studentů se zvláštními sluchovými a komunikačními potřebami (SHCN) a speciálními vzdělávacími potřebami (SEN). To zahrnuje nejen ty nedoslýchavé, ale také ty s problémy s pozorností a ty, kteří se vzdělávají v jiném než mateřském jazyce. Zajímavé je, že se to vztahuje na všechny žáky, kteří nejsou v optimálním stavu, například nedostatečně vyspalých nebo těch, kteří se necítí dobře ze zdravotního hlediska.

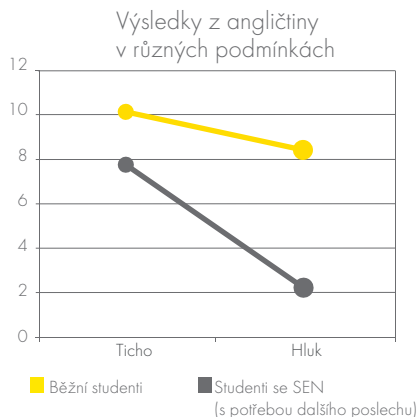
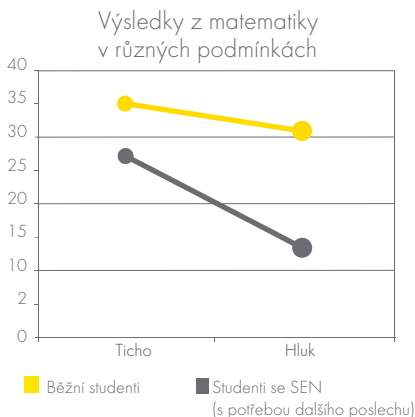
Sluchové postižení zvyšuje riziko dlouhodobé únavy a vyžaduje poslech s námahou a stres, což může narušit schopnost dítěte učit se v hlučném prostředí, a tím ohrožit jeho výsledky.

Tato studie<sup>4</sup> se zabývá účinky běžného hluku ve třídě na výkon dětí ze základních škol v řadě úkolů v gramotnosti a rychlosti zpracovávání, mezi běžnými žáky a žáky s SHCN nebo SEN. Hlukové podmínky byly vytvořeny tak, aby simulovaly úroveň a zdroje vystavení hluku jako v učebnách ve městech.

## The two conditions were as follows:

„Tichý“ základ – tedy běžné podmínky ve třídě, když děti pracují tiše, bez mluvení a bez dalšího hluku. „Mumraj“ – hluk tvořen umělým dětským mumrajem na úrovni 65 dB.

Výsledky poukazují na to, že děti se speciálními vzdělávacími potřebami byly nejnegativněji zasaženy, zejména za běžných podmínek obecného rozruchu. Také odhalily, že výsledky testů od studentů s dalšími potřebami prudce klesají, když se prostředí stává hlučným, zatímco běžné posluchače to ovlivnilo v mnohem menší míře.





## Normy pro sluchově postižené nastavují kritéria pro inkluzi

Studenti s SHCN nebo SEN jsou známí tím, že jsou zranitelnými posluchači, ale také navštěvují běžné školy, takže všechny zásady pro začleňování musí podporovat jejich další potřeby.

Ke studentům ze skupiny SHCN<sup>8</sup> patří jednoznačně nedoslýchaví, žáci se sluchovými problémy a obtížemi s pozorností, a také ti, kteří se učí v druhém jazyce. Konkrétněji to zahrnuje studenty s:

- trvalým poškozením sluchu (TPS)
- závažnými nebo komplexními potřebami, včetně:
  - potíží s řečí, jazykem a komunikací,
  - zrakového postižení,
  - kolísavého TPS způsobeného vodivou ztrátou sluchu (nachlazení, ušní infekce),
  - poruch pozornosti s hyperaktivitou (ADHD),
  - poruch nebo obtíží se sluchovým zpracováním (APD),
  - žáků z autistického spektra.

Zvýšený hluk v pozadí ve třídách ovlivňuje chování studentů s autismem, což vede k více případům rušivého chování. Byla zjištěna souvislost mezi hladinami hluku a četností cílového chování. To znamená, že při zvyšování hladiny decibelů stoupala také frekvence následného chování<sup>22</sup>.





**Níže je uveden souhrn norem z Velké Británie (BB93 a BATOD) pro hluk a dozvuk ve třídách pro SHCN:**

Kromě uvedených požadavků pro SHCN bylo zjištěno, že mladší žáci také vyžadují stejný poměr signálu k šumu (SNR), do 20 dB. To znamená, že signál, který by mělo být slyšet, má být o 20 dB hlasitější než hluk v pozadí. (Bradley, 2008)<sup>17</sup>. Všechna doporučení pro studenty s SHCN s poslech, který je náchylný vůči narušení, platí také pro ty, kteří tyto problémy nemají. Takže tyto přísnější podmínky mohou být pouze přínosem pro všechny studenty.

Kritéria pro akustiku <sup>8</sup> - studentí s SCHN	BB93 (2015)* BATOD**	
	Novostavby	Rekonstrukce
Úroveň vnitřního okolního hluku*	≤ 30 dBA	≤ 35 dBA
Doba dozvuku*	≤ 0,4 s, průměrná oktávová pásma 125 Hz až 4000 Hz	
	≤ 0,6 s v každém oktávovém pásmu 125 Hz až 4000 Hz	
Poměr signálu k šumu** SNR	>20 dB, 125 Hz až 750 Hz	
	>15 dB, 750 Hz až 4000 Hz	

**Aby bylo možné inkluzivní vzdělávací prostředí, pro studenty by měla být zajištěna větší srozumitelnost řeči a normy, které zohledňují význam regulace dozvuku na nízkých frekvencích\*\*\* pro citlivé posluchače.**

\*\*\*Nízké frekvence na úrovni 125Hz

# Závěr

Aby bylo možné zajistit vhodné pracovní a vzdělávací prostředí, které podporuje rozvoj vzdělávání, včetně nových zásadních dovedností pro 21. století – je základní potřebou dobré zvukové prostředí.

Věříme, že tento souhrn výzkumu může poskytnout velmi užitečné znalosti a povědomí o pozitivním dopadu zlepšení akustického prostředí. Věříme, že je to klíčová složka pro učitele a studenty pro jejich celkové zdraví a pohodu při výuce a učení. Dobrá akustika může podpořit klíčové aspekty pozitivní kultury ve vzdělávání. Výsledkem je větší podílení se na aktivitách a zapojení pro všechny.

Jak je uvedeno na straně 18 ve srovnávací studii<sup>5</sup> akusticky upravených a neupravených učeben, dochází k pozitivnímu dominovému efektu: se snižováním doby dozvuku studenti vytvářejí méně hluku, což vyvolává lepší chování a pozornější poslech.

Když jsou školy navrženy s dobrou akustikou, mohou všichni zúčastnění snáze komunikovat. Praxe sdílení znalostí a myšlenek je následně produktivnější. Představte si, jaký mnohonásobný dopad by mohlo mít, kdyby se učitelé mohli soustředit na výuku a nezabývat se regulací hluku a řešením rušivých prvků, zatímco žáci by mohli strávit delší dobu v hlubším ponoru do učení.

## **Posudky učitelů ze studií<sup>5,14</sup> se zlepšenou akustikou odhalují**

- výrazné zlepšení pracovních podmínek pro zaměstnance i studenty, přičemž zlepšení popisují v podobě ztišení a zklidnění,
- zlepšení pracovního prostředí a lepší chování a porozumění ve třídě,
- méně zkušeni učitelé vykazovali nejvýraznější snížení hladiny stresu,
- sluchově postižení studenti se mohou účastnit vyučování vyrovnanějším způsobem jako ostatní děti

## **Stres a srdeční frekvence klesají**

## **Produktivita a zapojení stoupají**

## **Snížené hladiny hluku = vyšší koncentrace a lepší výkon studentů**

Pro hlubší pohled na dopad hluku ve vzdělávání si přečtěte podrobný přehled „Akustika učebny – přehled výzkumu“ z roku 2019 od prof. Bridget Shieldové a Dr. Nicolý Shiersové.

## Odkazy číslované v celém textu. Podle jména, autora(ů), data a čísla stránky, kde jsou v tomto souhrnném dokumentu:

1. Acoustic ergonomics of school. (Akustická ergonomie školy.) Tiesler a Oberdöster, 2006. (str. 2, 11, 14, 20)
2. How classroom acoustics affect the vocal load of teachers. (Jak akustika ve třídě ovlivňuje hlasovou zátěž učitelů.) Durup, 2015. (str. 3, 12)
3. Frequency of voice problems among teachers and other occupations. (Četnost hlasových problémů mezi učiteli a jinými povoláními.) Smith a kol. 1998. (str. 3, 12)
4. The effects of classroom and environmental noise on children's academic performance. (Vliv hluku ve třídě a okolním prostředí na akademické výsledky dětí.) Dockrell a Shield, JASA 2008. (str. 3, 8, 9)
5. The Essex study – Optimising classroom acoustics for all. (Essexská studie – Optimalizace akustiky ve třídě pro všechny.) Canning a James, 2012. (str. 3, 18, 19, 26)
6. Acoustic ergonomics of school. (Akustická ergonomie školy.) Tiesler a Oberdöster, 2006. (str. 3, 20)
7. Health promoting influences on performance ability in school education. (Vliv podpory zdraví na výkonnostní schopnosti ve školním vzdělávání.) Schönwälder, Stöver a Tiesler, 2008. (Str. 3, 14, 20)
8. Classroom acoustics – A literature review. (Akustika učebny – přehled literatury.) Shield a Shiers, 2019. (str. 4, 6, 7, 24, 25)
9. External and internal noise surveys of London primary schools. (Průzkumy externího a interního hluku na londýnských základních školách.) Dockrell a Shield, JASA 2004. (str. 5)
10. Students' perceptions of school acoustics and the impact of high noise on teaching and learning in secondary schools: Findings of a questionnaire survey. (Vnímání školní akustiky studenty a dopad vysokého hluku na výuku a vzdělávání na středních školách: Výsledky dotazníkového šetření.) Dockrell a Shield, 2015 (str. 5)
11. Classroom acoustics, a research project – Summary report. (Akustika v učebně, výzkumný projekt – souhrnná zpráva.) McKenzie & Airey 1999. (str. 11)
12. Frequency and effects of teachers' voice problems. (Frekvence a důsledky hlasových problémů učitelů.) Smith a kol., 1997. (str. 12)
13. Voice disorders in teachers and the general population: Effects on work performance, attendance, and future career choices. (Poruchy hlasu u učitelů a běžné populace: Účinky na pracovní výkonnost, docházku a budoucí kariéři rozhodnutí.) Roy, 2004 b. (str. 13)
14. Communication behaviour and workload of students and teachers in highly absorbent classrooms. (Komunikační chování a pracovní zátěž studentů a učitelů v třídách s vysokým pohlcováním hluku.) Tiesler, 2018. (str. 14, 20 a 26)
15. Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. (Účinky hluku a dozvuku na vnímání řeči a poslech s porozuměním u dětí a dospělých v prostředí třídy.) Klatt, 2010 b. (str. 15)
16. Subjective and objective speech intelligibility investigations in primary school classrooms. (Subjektivní a objektivní výzkum srozumitelnosti řeči ve třídách základních škol.) Astolfi a Bottalico, 2009 a JASA, 2012. (str. 16)
17. The intelligibility of speech in elementary school classrooms. (Srozumitelnost řeči ve třídách základních škol.) Bradley, 2008. (str. 17, 25)
18. Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. (Vliv akustiky místnosti na srozumitelnost řeči ve třídách pro malé děti.) Bradley, 2009. (str. 17)
19. The effect of different open plan and enclosed classroom acoustic conditions on speech perception in Kindergarten children. (Vliv různých akustických podmínek v otevřených a uzavřených učebnách na vnímání řeči u dětí v mateřských školách.) Mealings, 2015. (str. 21)
20. Acoustics of open plan classrooms in primary schools. (Akustika v otevřených učebnách na základních školách.) Greenland, 2009. (str. 22)
21. Noise in open plan classrooms in primary schools: A review. (Hluk v otevřených učebnách na základních školách: recenze.) Dockrell, Greenland a Shield, 2010. (str. 22)
22. Observational study of acoustics design and repetitive behaviors on children with autism. (Pozorovací studie designu akustiky a opakujícího se chování u dětí s autismem.) Kanakri, 2017. (str. 24)

# Ecophon®

SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Ecophon je předním dodavatelem akustických řešení, která přispívají ke zdravému vnitřnímu prostředí, podporují pracovní výkon a pohodu koncových uživatelů. Naším cílem je přenést ideální akustické podmínky venkovního prostředí do současných moderních interiérů.



Švédský původ značky Ecophon se projevuje nejen na kvalitě výrobků, ale také v našem přístupu k práci a ve výzvách týkajících se zdravého vnitřního prostředí.

Ecophon je součástí nadnárodní skupiny Saint-Gobain, světového lídra v oblasti řešení udržitelného bydlení. Patří mezi 100 největších průmyslových koncernů na světě, které svojí výrobou a činností pečují o pohodlné a efektivní bydlení. Saint-Gobain nabízí řešení s ohledem na energetickou účinnost a životní prostředí a určuje trendy budoucnosti.



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