

VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Název akce: Přístavba tělocvičny a učeben Základní školy Tuklaty
na pozemku parcelní číslo 34, katastrální území Tuklaty

Stavebník: Obec Tuklaty, Na Valech 19, 250 82 Tuklaty



Datum: leden 2022

Stupeň: dokumentace pro územní rozhodnutí a stavební povolení (DUR, DSP)

Vypracoval: Ing. Jaroslav Beneš

Jana Žižky 338, 588 56 Telč – Štěpnice

číslo autorizačního osvědčení: 100 24 84

VÝPOČET DOBY DOZVUKU – TEXTOVÁ ČÁST

Identifikační údaje - údaje o stavbě

Název akce:	Přístavba tělocvičny a učeben Základní školy Tuklaty na pozemku parcelní číslo 34, katastrální území Tuklaty
Místo stavby:	ulice Na Rafandě
Obec:	Tuklaty
PSČ:	250 82
Kód obce:	533785
Katastrální území:	Tuklaty
Kód katastrálního území:	771422
Parcelní číslo pozemku:	34
Vlastník pozemku:	stavebník
Okres:	Kolín
Kraj:	Středočeský
Nadmořská výška terénu:	cca 248 m.n.m.

Souřadnice stavby GPS:

WGS-84:	50°05'04.04"N, 14°46'09.22"E
Dec:	50.084456052, 14.769227138
- zeměpisná šířka Y	718177.77
- zeměpisná délka X	1046681.95

Údaje o stavebníkovi - právnická osoba

Název:	Obec Tuklaty
Adresa sídla:	Na Valech 19, 250 82 Tuklaty
IČ:	00235822
Telefon:	+420 281 981 77, +420 702 111 612
E-mail:	info@tuklaty.cz
ID datové schránky:	nszbkj8

Údaje o zpracovateli stavební části projektové dokumentace

STAVEBNÍ ČÁST PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE VYPRACOVAL:

Jméno a příjmení:	Jan Šimek
Místo trvalého pobytu:	Hřibecí 100, 393 01 Pelhřimov
IČ:	01306006
E-mail:	H.simek@email.cz
Mobilní telefon:	420 774 334 210

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT A ZPRACOVATEL ČÁSTI AKUSTIKA

Jméno a příjmení:	Ing. Jaroslav Beneš
Místo trvalého pobytu:	Jana Žižky 338, 588 56 Telč-Štěpnice
IČ:	456 39 655
DIČ:	CZ6403120779
Obor autorizace:	autorizovaný inženýr v oboru Pozemní stavby
Číslo autorizace:	číslo osvědčení o autorizaci 16918
V seznamu a. osob ČKAIT:	veden pod číslem 100 24 84
Narozen:	12. 3. 1964

E-mail: jara.benes@seznam.cz
Mobilní telefon: +420 737 910 402
Datová schránka: t4nb86x

Předmět posouzení doby dozvuku

Předmětem této části projektové dokumentace je výpočet a následné zhodnocení doby dozvuku nově zřizovaných učeben a tělocvičny situovaných v prostoru navrhované přístavby Základní školy v obci Tuklaty navrhované na pozemku parcelní číslo 34 v katastrálním území Tuklaty.

Základní škola Tuklaty je příspěvková organizace. Zřizovatelem školy je obec Tuklaty. Přístavba učeben je součástí uvažovaného stavebního záměru změny stávající dokončené stavby objektu Základní školy v obci Tuklaty formou navrhované přístavby jednopodlažního objektu tělocvičny a dvoupodlažního objektu učeben v obci Tuklaty.

Škole doposud chybí tělocvična. Výuka tělesné výchovy probíhá za příznivých podmínek venku na hřišti na školní zahradě. Ve stávající budově Základní školy jsou jen 4 třídy, proto je ještě dočasně využívána kontejnerová přístavba.

Učebny jsou vybaveny výškově stavitelnými lavicemi a židlemi. Každé dítě má svůj prostor na ukládání osobních věcí. V každé třídě je odpočinkový koutek s kobercem, žáci mají k dispozici encyklopedie a další knihy, různé hry a stavebnice.

K dispozici je počítačová učebna podle potřeb ve vyučování. Žáci pod vedením učitelů také využívají příležitostně tablety s výukovými aplikacemi. Ve všech třídách jsou interaktivní tabule. Připojení k internetu je možné na všech počítačích.

Výpočet doby dozvuku

Výpočet doby dozvuku a následné zhodnocení provedených výpočtů je provedeno podle normy ČSN 73 0527 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky, Prostory pro kulturní účely, Prostory ve školách, Prostory pro veřejné účely, a to v souladu s vyhláškou č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.

Popis posuzovaných prostorů

Posuzovanými prostory z hlediska výpočtu doby dozvuku jsou u navrhované přístavby nově zřizované učebny číslo 101 a 102 Základní školy v obci Tuklaty.

Východně situovaná učebna číslo 101 bude prosvětlována soustavami bočních prosvětlovacích otvorů a dvěma světlíky profilu 1,0 x 1,0 m. Světlá výška posuzované nově zřizované jazykové učebny činí 3500 mm.

Z jižní strany učebnu číslo 101 prosvětlují dvě okna stejného rozměru, šířky 2,5 m a výšky 2,0 m, z východní strany pak jedno okno šířky 2,5 m a výšky 2,0 m a druhé okno šířky 1,0 m a výšky 2,0 m.

Západně situovaná učebna číslo 102 bude prosvětlována rovněž soustavami bočních prosvětlovacích otvorů a dvěma světlíky profilu 1,0 x 1,0 m. Světlá výška posuzované nově zřizované učebny 102 činí rovněž 3500 mm.

Z jižní strany učebnu číslo 102 prosvětlují dvě okna stejného rozměru, šířky 2,5 m a výšky 2,0 m, ze západní strany pak jedno okno šířky 1,65 m a výšky 1,9 m.

Přístavba tělocvičny, situovaná v úrovni 1.PP, tedy ve výškové úrovni -2,800, je prosvětlována soustavami bočních prosvětlovacích otvorů na východní a západní straně přístavby. Všechna okna v tělocvičně jsou navržena jednotného rozměru, šířky 2,5 m a výšky 2,0 m.

Na východní straně tělocvičny, která navazuje na přístavbu učeben, je situováno celkem 5 oken, na západní straně tělocvičny, která je po celé délce „volná“ je situováno celkem 7 oken. Světlá výška posuzované nově zřizované tělocvičny činí 6 000 mm.

Výchozí podklady

Základním výchozím podkladem je ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.

V souladu s ČSN 73 0525 a ČSN 73 0526 se v této normě kontroluje kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku ve vztahu k optimální době dozvuku pomocí doporučeného maximálního rozmezí poměru těchto dob.

Tato norma stanoví hlavní zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely.

Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli.

V této normě jsou na příslušných místech textu odkazy na normy uvedené níže. Těmito odkazy se ustanovení níže citovaných norem stávají součástí této normy.

U datovaných odkazů na normy se případné pozdější změny nebo revize kterékoliv z citovaných norem týkají této normy jen tehdy, byly-li do ní včleněny změnou nebo revizí.

Souvisící ČSN

ČSN 01 1600 Akustika – Terminologie

ČSN IEC 50(801) (33 0050)

Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 801: Akustika a elektroakustika ČSN EN ISO 717-1 (73 0531) Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost

ČSN EN ISO 717-2 (73 0531)

Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 2: Kročejová neprůzvučnost

ČSN ISO 1996-1 (01 1621)

Akustika – Popis měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení ČSN ISO 1996-2 (01 1621)

Akustika – Popis měření a hodnocení hluku prostředí – Část 2: Získání údajů souvisejících s využitím území

ČSN ISO 3382 (73 0534)

Akustika – Měření doby dozvuku místností a sálů s uvedením dalších akustických parametrů

ČSN EN ISO 11654 (73 0528)

Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti

ČSN 73 0532

Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky

ČSN ISO 31-7 (01 1300) Veličiny a jednotky – Část 7: Akustika

ČSN EN ISO 266 (01 1601) Akustika – Vyvolené kmitočty

ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady

ČSN 73 0526 Akustika – Projektování

ČSN 73 0527 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely

Souvisící legislativa

Vyhláška č. 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.

Použité definice

Pro účely posouzení se používají definice uvedené v ČSN 01 1600, ČSN IEC 50 (801), ČSN 73 0525, ČSN 73 0526 a následující definice.

Prostorová akustika je obor akustiky, který se zabývá šířením zvuku v uzavřeném prostoru. Akustický obklad je obklad stěn a stropu, sestavený z prvků pohlcujících, případně i rozptylujících zvuk.

Širokopásmový akustický obklad je obklad, jehož vážený číselný koeficient zvukové pohltivosti $\alpha_W \geq 0,8$. Podle ČSN EN ISO 11654, příloha B, spadá širokopásmový akustický obklad do tříd A a B zvukové pohltivosti.

Prostorová akustika

Úkolem prostorové akustiky je vytvořit v uzavřených prostorech, na něž jsou kladeny požadavky z hlediska akustiky, optimální podmínky pro poslech hudby, řeči nebo obou těchto přirozených zvukových signálů.

Jedná se tedy nejen o koncertní sál, operní a činoherní divadla, kina, přednáškové sály apod., ale i o různé společenské a veřejné prostory, jako letištní, nádražní, poštovní, bankovní, sportovní, prodejní a jiné veřejné haly.

Norma se nezabývá prostory výrobního charakteru a prostory pracovního nevýrobního charakteru. Rozhodujícím krokem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální doby dozvuku, odpovídající danému účelu prostoru.

Jedná-li se o víceúčelový sál, musí být jeho doba dozvuku nutně kompromisem mezi optimálními dobami doporučenými pro jednotlivé účely. V tomto případě nebude doba dozvuku pravděpodobně plně vyhovovat pro každý účel zvlášť.

POŽADAVKY

Prostory pro kulturní účely a prostory ve školách

Požadavky na akustiku projektovaného či rekonstruovaného uzavřeného prostoru vyplývají z jednoho nebo více účelů, k nimž má tento prostor sloužit.

Ochrana proti hluku

Výběr místa pro výstavbu nového objektu nebo výběr existujícího objektu před jeho předpokládanou rekonstrukcí se z hlediska ochrany proti hluku posuzuje podle ČSN ISO 1996-1, ČSN ISO 1996-2 a zásad uvedených v ČSN 73 0525. Opatření proti vnitřnímu hluku v objektu se navrhuje podle ČSN 73 0525.

Zvuková izolace stavby se proěřuje podle ČSN 73 0532, ČSN ISO 717-1 a ČSN ISO 717-2.

Přípustný hluk pozadí

Hluk pozadí nepříznivě ovlivňuje poslechové podmínky pro hudbu a srozumitelnost řeči, což se týká jak hluku pronikajícího do daného sálu nebo místnosti od zdrojů uvnitř budovy (např. od vzduchotechnického zařízení), tak hluku z venkovního prostoru (např. z dopravy).

V prostorech pro kulturní pořady a v prostorech ve školách se nejvyšší přípustné hodnoty hluku pozadí vztahují k míře jeho rušivosti pro daný účel využívání prostoru.

Rušivost hluku při produkci hudby nebo přednesu řeči vždy závisí na druhu a délce produkce, nárocích na kvalitu a dalších okolnostech, proto lze nejvyšší přípustné hodnoty doporučit pouze orientačně.

Pro koncertní sály, opery a divadla se doporučuje nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A pozadí $L_{pAeq} = 25$ dB, pro hudební zkušebny, přednáškové síně a kina s analogovým zvukovým zařízením $L_{pAeq} = 30$ dB až 35 dB.

Pro kina s vícekanálovým digitálním zvukovým zařízením se připouští hladina akustického tlaku odpovídající maximálně NC-25, což představuje $L_{pAeq} = 30$ dB až 32 dB.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku je vhodná pro hodnocení hluků ustáleného charakteru, jako například hluku vzduchotechniky nebo souvislého proudu vozidel.

Pro řídce se vyskytující hluky nebo hluky výrazně proměnného charakteru je vhodnějším deskriptorem maximální hladina akustického tlaku A ; limity doporučené výše lze potom zvýšit o 3 dB až 5 dB.

Objem prostoru

Objem projektovaných uzavřených prostorů závisí na provozních, hygienických a akustických požadavcích. Z hlediska akustiky je objem určován účelem daného prostoru, počtem posluchačů a účinkujících.

Objem uzavřeného prostoru se stanoví podle tabulek 1 a 2.

Tvar prostoru

Tvar uzavřeného prostoru se doporučuje řešit podle ČSN 73 0525. Vhodným tvarem prostoru pro školní účely je pravoúhlý rovnoběžnostěn.

Optimální doba dozvuku

Optimální doba dozvuku T_0 obsazeného prostoru daného účelu, uvedená v tabulce 1 odkazem na příslušnou závislost na obrázku A.1 nebo A.6, se stanoví pro objem prostoru, k němuž se dospěje na základě uvažovaného počtu účastníků a doporučeného objemu připadajícího na jednu osobu.

Maximální, popřípadě minimální objem V uzavřeného prostoru, doporučený ve sloupci „Poznámka“ tabulky 1 a 2, vyplývá z dosažitelného akustického výkonu příslušného zdroje zvuku, a tedy z jeho schopnosti docílit v prostoru přijatelné hustoty zvukové energie.

Číselně vyjádřené hodnoty optimální doby dozvuku v sekundách v tabulce 2, stejně jako její závislosti na objemu znázorněné na obrázku A.1, se týkají prostoru v obsazeném stavu a vztahují se ke kmitočtu 1 000 Hz, zatímco v obrázku A.6 ke kmitočtu 500 Hz.

Výpočet doby dozvuku

Doba dozvuku se počítá dle ČSN 73 0525 pro oktávová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4 000 Hz.

Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku T_0 prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí poměru hodnot T/T_0 podle 4.1.7.

Vyhovující kmitočtové závislosti projektované doby dozvuku se dosáhne akustickými úpravami vnitřních povrchů uzavřeného prostoru podle ČSN 73 0525.

Akustické pohody ve školních prostorech, u kterých není v tabulce 2 stanovena doba dozvuku, se dosáhne zpravidla zavěšením širokopásmově pohlcujícího stropního podhledu, popřípadě úpravou stěn akustickým obkladem odpovídajícího plošného rozsahu a obdobných absorpčních vlastností.

Kontrola doby dozvuku

Závislost vypočítané doby dozvuku T prostoru daného určení na středních kmitočtech oktávových pásem je třeba prověřit ve vztahu k optimální době dozvuku T_0 pomocí příslušného přípustného rozmezí hodnot T/T_0 .

Odkaz na odpovídající obrázek (v příloze A), znázorňující přípustné rozmezí těchto hodnot pro daný účel využívání prostoru, je uveden v tabulkách 1 a 2.

Prostory pro veřejné účely

Ochrana proti hluku

Výběr staveniště nebo objektu se z hlediska ochrany proti hluku řídí ustanoveními ČSN ISO 1996-1, ČSN ISO 1996-2 a zásadami uvedenými v ČSN 73 0525.

Přípustný hluk pozadí

V prostorech pro veřejné účely hluk pozadí nepříznivě ovlivňuje zejména srozumitelnost řeči, což se týká jak hluku pronikajícího do daného sálu nebo místnosti od zdrojů uvnitř budovy (např. od vzduchotechnického zařízení), tak hluku z venkovního prostoru (např. z dopravy).

Rušivost hluku při přenosu řeči vždy závisí na druhu a délce produkce, nárocích na kvalitu a dalších okolnostech, proto lze nejvyšší přípustné hodnoty doporučit pouze orientačně.

Objem prostoru

Objem projektovaného prostoru pro veřejné účely není podmíněn akustickými požadavky.

Tvar prostoru

Tvar uzavřeného prostoru má být řešen tak, aby bylo možné akusticky upravit potřebnou plochu jeho vnitřního povrchu a dosáhnout tak doby dozvuku doporučované podle 4.2.5.

Doba dozvuku

Doba dozvuku T veřejných prostorů se vypočítá podle ČSN 73 0525 pouze pro oktávová pásma se středními kmitočty od 250 Hz do 2 000 Hz.

U veřejného prostoru využívaného též pro kulturní aktivity platí doporučení této normy pro víceúčelový sál (podle tabulky 1).

Účelem akustické úpravy různých hal v horní části tabulky 3 je upravit jejich dobu dozvuku T tak, aby závislost hodnot T/T_0 na středních kmitočtech oktávových pásem vyhovovala přípustnému rozmezí těchto hodnot.

Odkaz na odpovídající obrázek (v příloze A) s přípustným rozmezím T/T_0 je uveden v příslušném sloupci tabulky 3. Závislost 5 v obr. A.1 se týká tělocvičny nebo haly v neobsazeném stavu.

Akustické úpravy

Výběr materiálů a konstrukcí pro pohlcování zvuku se řídí zásadami podle ČSN 73 0525.

POSTUP ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Projektované prostory pro kulturní účely

- a) Určení objemu uzavřeného prostoru podle 4.1.3.
- b) Řešení tvaru uzavřeného prostoru podle ČSN 73 0525.
- c) Stanovení optimální doby dozvuku podle 4.1.5.
- d) Výpočet doby dozvuku podle 4.1.6 a určení potřebného plošného rozsahu jednotlivých zvolených typů akustických obkladů, při respektování zvukové pohltivosti publika a účinkujících, pro dosažení optimální doby dozvuku.
- e) Návrh rozmístění zvolených typů akustických obkladů s ohledem na architektonické řešení interiéru.
- f) Měření doby dozvuku podle ČSN ISO 3382, případně impulsová měření, zpracovaná dle přílohy C v ČSN 73 0525, ve stavebně dokončeném prostoru před zahájením realizace akustických úprav a v jejím

průběhu po etapách předepsaných projektem. Po každém měření se jeho výsledky porovnají s vypočítanými hodnotami a při zjištění významných rozdílů se uskuteční nový výpočet doby dozvuku, podle něhož se buď upraví plošný rozsah navrhovaného akustického obkladu, nebo se zvolí vhodnější typy obkladu.

- g) Závěrečná měření po dokončení akustických úprav prostoru, vybaveného veškerým vnitřním zařízením včetně doplňků, a to jak v prostoru neobsazeném, tak obsazeném publikem a účinkujícími:
- 1) měření doby dozvuku podle ČSN ISO 3382
 - 2) měření hladiny akustického tlaku A pozadí podle ČSN ISO 1996-1 a ČSN ISO 1996-3
 - 3) impulsová měření a na jejich podkladě vyhodnocení objektivních veličin prostorové akustiky ve smyslu přílohy C v ČSN 73 0525.

Tabulka 2 – Požadavky na prostory ve školách

Prostor	Objem (m ³) (orientačně)	Doba T ₀ (s) (Akustická úprava)	Obrázek s rozmezím hodnot T/T ₀	Poznámka
Učebna a posluchárna	do 250	0,7	A.4	
Posluchárna	přes 250	Závislost 3 – A.1	A.4	
Jazyková učebna (laboratoř)	130 až 180	0,45	A.4	
Audiovizuální učebna	200	0,6	A.4	
Učebna hudební výchovy	200	0,9	A.3	
Učebna hudební výchovy při reprodukování hudby	200	0,5	A.3	
Učebna hry na individuální nástroje a sólového zpěvu	80 až 120	0,7	A.3	
Učebna orchestrální hry hudebních škol	–	Závislost 2 – A.1	A.2	Objem V ≥ 600 m ³
Tělocvična a plavecká hala všech typů škol	–	Závislost 5 – A.1	A.8	
Sborovna nebo konferenční místnost	–	(Širokopásmový obklad stropu)	–	
Učebna pracovní výuky	–	„	–	
Učebna gymnastiky a tance	–	„	–	
Místnost pro hry v MŠ a školních družinách	130 až 200	„	–	
Denní místnost jeslí	150	„	–	
Školní jídelna, menza	–	„	–	

Projektované prostory ve školách a pro veřejné účely

Prostory s doporučenou dobou dozvuku

- a) Určení objemu, případně prověření navrhovaného objemu podle 4.1.3, tabulka 2.
- b) Stanovení optimální doby dozvuku v soulasu s účelem prostoru podle tabulky 2 nebo 3, pokud je v nich příslušná optimální doba dozvuku uvedena.
- c) Výpočet doby dozvuku uzavřeného prostoru pro výuku podle 4.1.6, pro veřejné účely podle 4.2.5; určení potřebné plochy k akustické úpravě a výběr typů obkladů pro dosažení optimální doby dozvuku daného prostoru v obsazeném stavu.
- d) Návrh rozmístění akustických obkladů.
- e) Měření doby dozvuku podle ČSN ISO 3382 ve stavebně dokončeném prostoru před zahájením akustických úprav. V případě, že se při porovnání hodnot původně vypočítaných a hodnot odvozených z výsledků měření zjistí významné rozdíly, uskuteční se nový výpočet doby dozvuku, podle něhož se zpřesní rozsah a výběr akustických obkladů pro další etapy realizace úprav. U zkušeben a přednáškových sálů lze vyžadovat měření doby dozvuku též v jejich obsazeném stavu.
- f) Závěrečná měření po dokončení akustických úprav prostoru, vybaveného veškerým vnitřním zařízením včetně doplňků:
 - 1) měření doby dozvuku podle ČSN ISO 3382
 - 2) měření hladiny akustického tlaku A pozadí podle ČSN ISO 1996-1 a ČSN ISO 1996-3
 - 3) případná další měření impulsovou metodou a na jejich podkladě vyhodnocení objektivních veličin prostorové akustiky ve smyslu ČSN 73 0525, příloha C

Prostory bez uvedení doby dozvuku

- a) Výběr typů akustického obkladu nebo stropního podhledu.
- b) Projekt rozmístění akustických obkladů, případně projekt akustických úprav interiéru.
- c) Případné měření hladiny akustického tlaku A pozadí podle ČSN ISO 1996-1 a ČSN ISO 1996-3.

Rekonstruované prostory

Jde-li o rekonstrukci akustické úpravy samotné, nebo o rekonstrukci celého uzavřeného prostoru, aniž se mění jeho původní účel, jsou pro nový projekt řešení akustiky podkladem výsledky nových akustických měření uskutečněných ve smyslu 5.1 g) nebo 5.2.1 f) s tím, že z původních akustických úprav budou pro měření ponechány pouze ty, které zůstanou rekonstrukcí nedotčeny, kdežto ostatní budou před měřením odstraněny.

Adaptované prostory

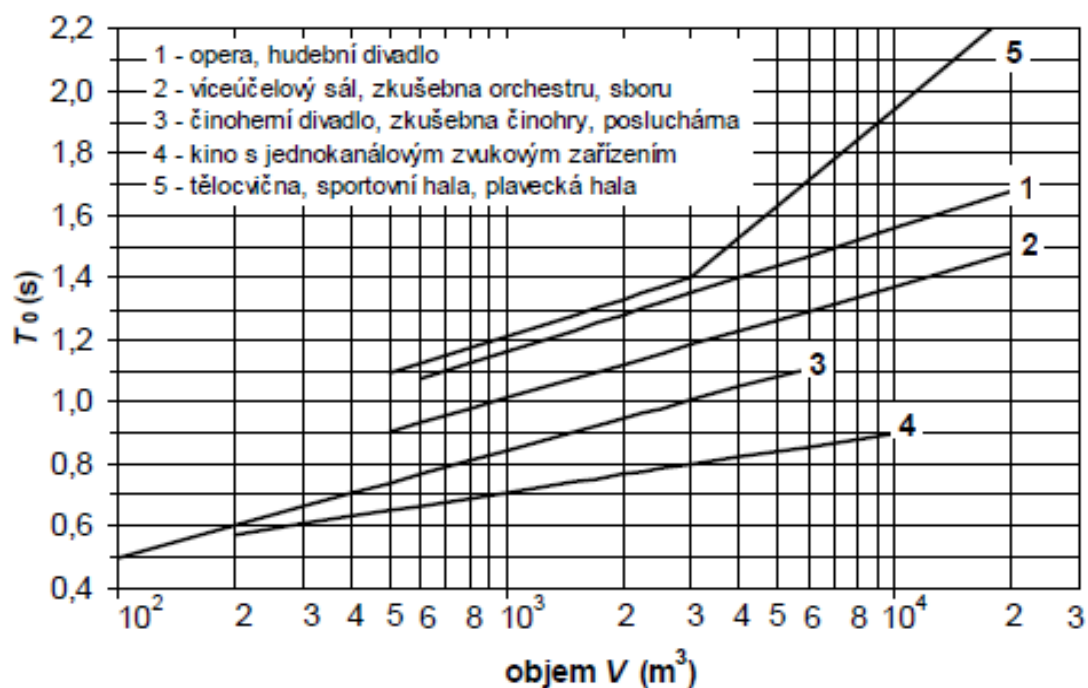
Jde-li o adaptaci uzavřeného prostoru se změnou původního účelu jeho využívání, musí vlastnímu řešení akustiky předcházet studie vedoucí k závěru, že v daném prostoru jsou požadavky této normy splnitelné.

Ozvučované prostory

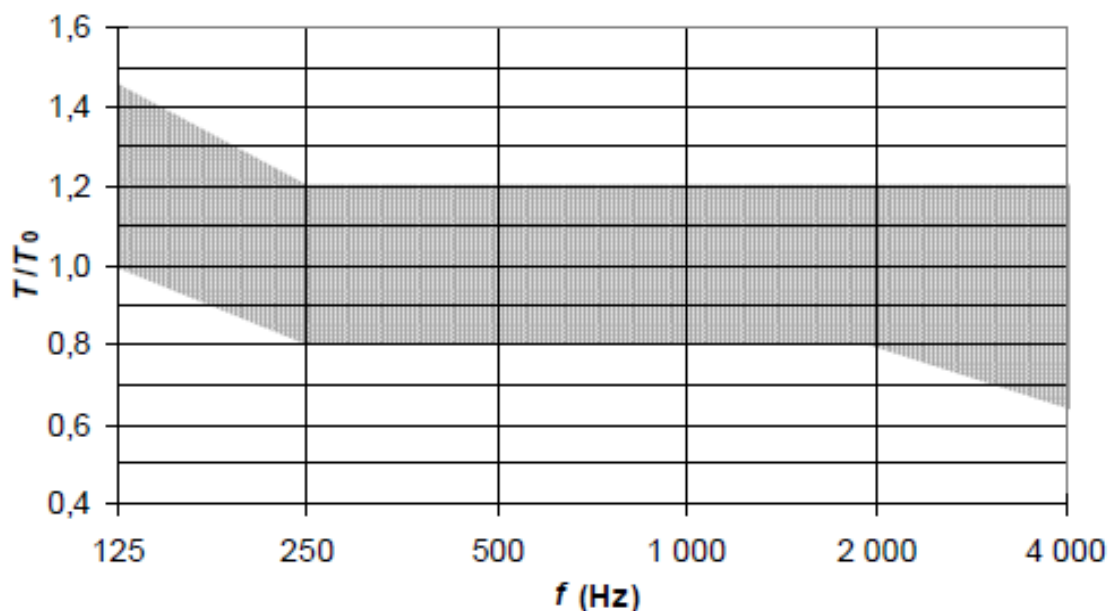
V případě, že prostor má být vybaven ozvučovacím systémem, je třeba, aby uspořádání a vyzářovací vlastnosti tohoto systému byly přizpůsobeny řešení akustiky prostoru. Týká se to zejména počtu reproduktorů, jejich směrových vlastností a orientace, rozmístění, výkonu.

Je žádoucí, aby v kterémkoli místě poslechu převažovala intenzita přímého zvuku reproduktorů nad intenzitou odražených vln. Pro dosažení dobré srozumitelnosti řeči v posluchárnách a víceúčelových sálech je vhodný centrální systém ozvučení, pokud to okolnosti dovolují.

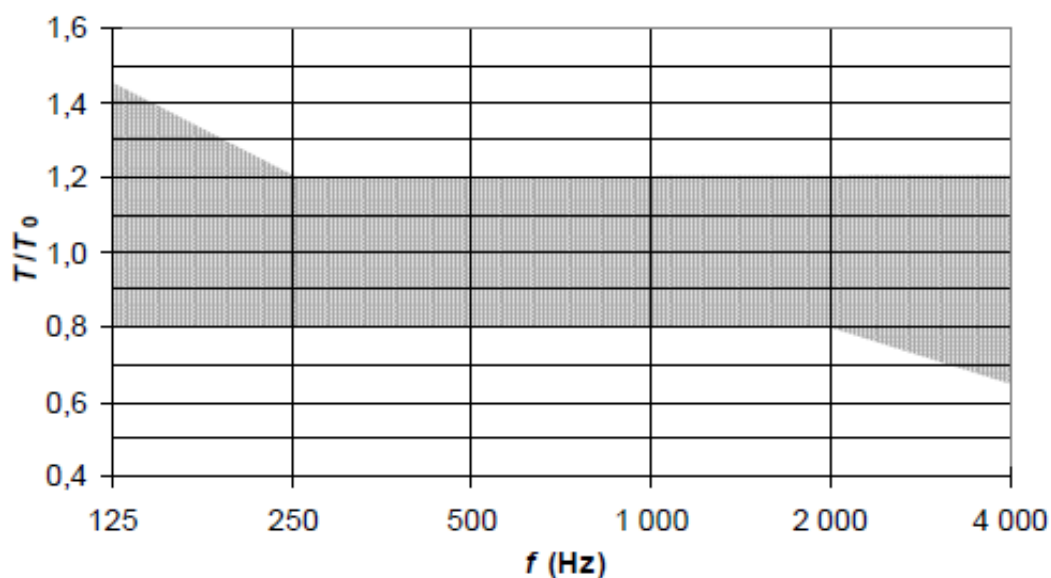
Grafy pro kontrolu doby dozvuku



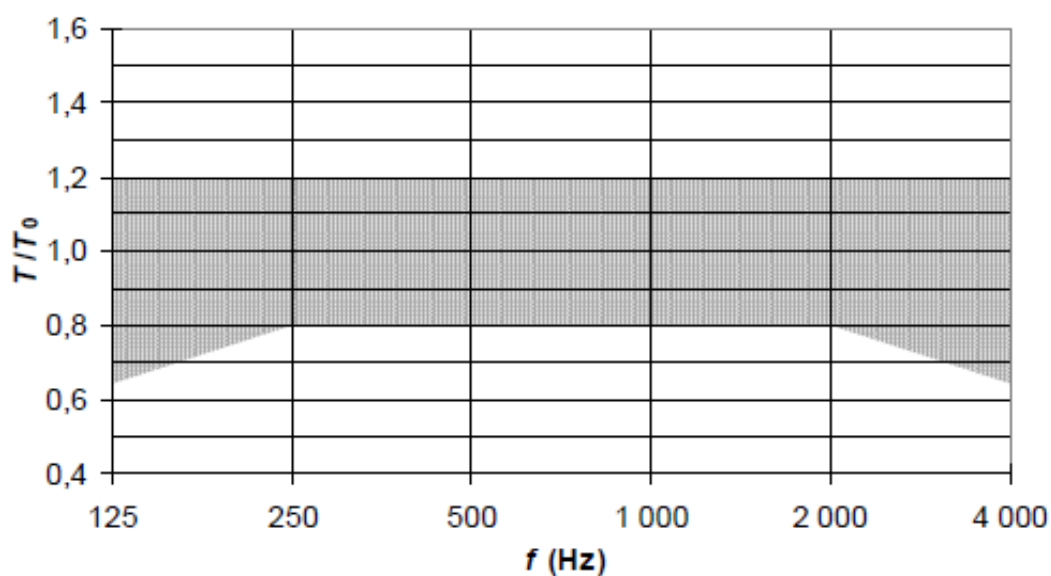
Obrázek A.1 – Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1 000 Hz na objemu V (m^3) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu s výjimkou závislosti 5, která se týká neobsazeného stavu



Obrázek A.2 – Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma



Obrázek A.3 – Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby i řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

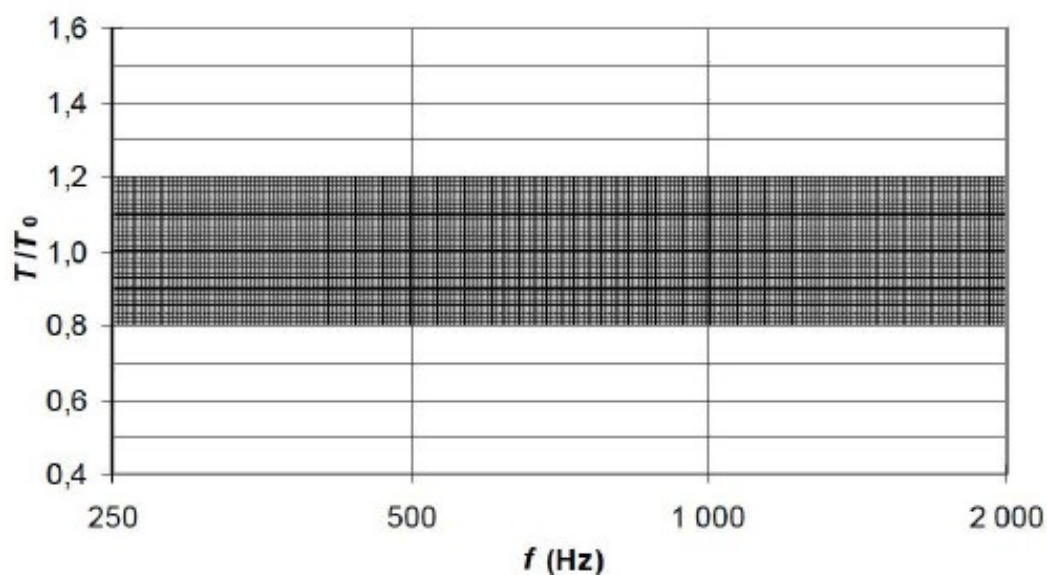


Obrázek A.4 – Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

Rovnice závislostí optimální doby dozvuku na objemu

Na obrázku A.1 v příloze A jsou vyneseny následující závislosti:

- 1: $T_0 = 0,3961 \log V - 0,026$; rozsah: od $V = 600 \text{ m}^3$ do $V = 20\,000 \text{ m}^3$
- 2: $T_0 = 0,3582 \log V - 0,061$; rozsah: od $V = 500 \text{ m}^3$ do $V = 20\,000 \text{ m}^3$
- 3: $T_0 = 0,3424 \log V - 0,185$; rozsah: od $V = 100 \text{ m}^3$ do $V = 6\,000 \text{ m}^3$
- 4: $T_0 = 0,1915 \log V + 0,134$; rozsah: od $V = 200 \text{ m}^3$ do $V = 10\,000 \text{ m}^3$
- 5: 1) $T_0 = 0,3961 \log V + 0,023$; rozsah: od $V = 500 \text{ m}^3$ do $V = 3\,000 \text{ m}^3$
 2) $T_0 = 1,0366 \log V - 2,204$; rozsah: od $V = 3\,000 \text{ m}^3$ do $V = 20\,000 \text{ m}^3$



Obrázek A.8 – Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 tělocvičny, sportovní nebo plavecké haly v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

Meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 prostorů daného určení

Určení	Obrázek	Meze	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma									
			31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	16 000
Hudba	A.2	Horní			1,45	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
		Dolní			1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65		
Hudba i řeč	A.3	Horní			1,45	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
		Dolní			0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65		
Řeč	A.4	Horní			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
		Dolní			0,65	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65		
Kino jednakanálové	A.5	Horní			1,55	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3		
		Dolní			0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6		
Kino vícekanálové	A.7	Horní	2	1,5	1,3	1,1	1	1	1	1	1	1
		Dolní	1	1	1	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Tělocvična, sport. hala	A.8	Horní				1,2	1,2	1,2	1,2			
		Dolní				0,8	0,8	0,8	0,8			

Požadavky a kriteria

Podle platné ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro učebny požadována doba dozvuku $T_0 = 0,45$ s.

Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku dle přílohy A4 Podle ČSN 73 0527:

- pro frekvence 125, 4000 Hz $T_e/T_{opt} = 0,65 - 1,2$
- pro frekvence 250 - 2000 Hz $T_e/T_{opt} = 0,8 - 1,2$

Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku dle přílohy A8 Podle ČSN 73 0527:

- pro frekvence 250 - 2000 Hz $T_e/T_{opt} = 0,8 - 1,2$

Výpočtové vztahy

- střední činitel pohltivosti $\alpha_s = (1/S) \cdot \sum \alpha_i \cdot S_i$
- doba dozvuku $T_e = (0,164 \cdot V) / (-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4 \cdot m \cdot V)$

Výchozí základní výpočtový stav učebny číslo 101

- délka severní stěny 6,05 m
- délka západní stěny 8,85 m
- délka jižní stěny 6,05 m
- délka východní stěny 8,85 m
- obvod místnosti 29,8 m
- výška místnosti 3,50 m
- okna rozměru 2,5*2,0 m, celkem 3 ks, 1,0*2,0 m, celkem 1 ks
- dveře vnitřní 0,9*1,97 m, celkem 1 ks
- světlíky rozměru 1,0*1,0 m, celkem 2 ks
- podlaha PU stěrka
- stěny zděné opatřené omítkou
- strop sádrokartonový podhled
- svítidla 12 ks $1,213 \cdot 0,24 \cdot 12 = 3,49 \text{ m}^2$
- počet osob max. 24 žáků + 1 vyučující
- počet židlí 25 židlí
- počet stolků 12 stolků + 1 katedra
- další vybavení 1 tabule

Výchozí základní výpočtový stav učebny číslo 102

- délka severní stěny 6,45 m
- délka západní stěny 8,85 m
- délka jižní stěny 6,45 m
- délka východní stěny 8,85 m
- obvod místnosti 30,6 m
- výška místnosti 3,50 m
- okna rozměru 2,5*2,0 m, celkem 2 ks, 1,65*2,0 m, celkem 1 ks
- dveře vnitřní 0,9*1,97 m, celkem 1 ks
- světlíky rozměru 1,0*1,0 m, celkem 2 ks
- podlaha PU stěrka
- stěny zděné opatřené omítkou
- strop sádrokartonový podhled
- svítidla 12 ks $1,213 \cdot 0,24 \cdot 12 = 3,49 \text{ m}^2$
- počet osob max. 24 žáků + 1 vyučující
- počet židlí 25 židlí
- počet stolků 12 stolků + 1 katedra
- další vybavení 1 tabule

Výchozí základní výpočtový stav tělocvičny číslo 003

- délka severní stěny 12,50 m
- délka západní stěny 24,0 m

- délka jižní stěny 12,50 m
- délka východní stěny 24,00 m
- obvod místnosti 73,0 m
- výška místnosti 6,50 m
- okna rozměru 2,5*2,0 m, celkem 12 ks
- dveře vnitřní a vnější 2,0*2,1 m, celkem 3 ks
- podlaha sportovní povrch
- stěny zděné opatřené omítkou
- obklad stěn dřevěný do výšky 2,5 m
- strop trapézový plech podporovaný betonovými omítanými průvlaky
- svítidla 55 ks $1,213 \cdot 0,24 \cdot 55 = 16,01 \text{ m}^2$
- počet osob max. 24 žáků + 1 vyučující

Odkaz na výpočtovou přílohu

Podrobný výpočet doby dozvuku v nově zřizované učebně číslo 101 pro výchozí výpočtový stav je uveden v tabulkové výpočtové příloze na straně číslo 1 a v nově zřizované učebně číslo 102 pro výchozí výpočtový stav je uveden v tabulkové výpočtové příloze na straně číslo 3.

Podrobný výpočet doby dozvuku v nově zřizované tělocvičně číslo 003 pro výchozí výpočtový stav je uveden v tabulkové výpočtové příloze na straně číslo 5.

Činitele zvukové pohltivosti

Činitele zvukové pohltivosti a v jednotlivých frekvenčních pásmech byly pro výpočet vzaty z hodnot experimentálně zjištěných činitelů zvukové pohltivosti uváděných v odborné literatuře - např. dle měření VUZORT (katalog Akustické obklady) a katalogu VUT Brno - Akustika staveb. Tyto hodnoty je nutno však považovat pouze jako orientační - skutečné hodnoty se mohou částečně lišit.

Hodnoty zvukové pohltivosti akustických obkladů jsou použity z katalogu ECOPHON. Pro přiblížení teoretických výpočtů vzhledem k prováděným měřením při obdobných podmínkách je při výpočtu uvažováno s korigovanými hodnotami na středních frekvencích pro přiblížení reálného prostředí a podmínek při realizaci.

Při výpočtu doby dozvuku T_e je uvažováno v učebně s pobytem 24 žáků, 1 vyučujícího a s běžným vybavením (lavice, židle, tabule).

Zhodnocení výsledných hodnot doby dozvuku pro výchozí výpočtový stav

Výsledné hodnoty poměru vypočtené doby dozvuku T_e a optimální doby dozvuku T_{opt} jsou u obou posuzovaných nově zřizovaných učeben i u nově zřizované tělocvičny pro všechny výpočtové frekvence mimo toleranční pásmo pro řeč.

Požadované normové hodnoty poměru vypočtené doby dozvuku T_e a optimální doby dozvuku T_{opt} nejsou pro základní výpočtový stav splněny u žádné posuzované frekvence, a proto je nutno navrhnout vhodné akustické opatření zajišťující požadovanou kvalitu absorpce zvuku a srozumitelnosti řeči.

Upravený výpočtový stav počítačové učebny s akustickým podhledem

Jako vhodné akustické opatření je v daném případě navržen zavěšený akustický podhled ECOPHON Master A tloušťky 40 mm s celkovou hloubkou systému 200 mm.

Praktický koeficient zvukové pohltivosti navrženého systému absorpční třídy A je pro frekvenci 125 Hz dán hodnotou 0,6, pro frekvenci 250 Hz 0,95 a pro všechny zbývající posuzované frekvence 500 Hz až 4000 Hz jednotně hodnotou 1,0.

Hmotnost systému včetně nosného rastru je cca 5 kg/m². Světelná účinnost bílá Frost, odrazivost světla 85 %. Panely lze snadno demontovat.

Pro upravený výpočtový stav s navrženým akustickým podhledem je proveden přepočet doby dozvuku, který je uveden v tabulkové výpočtové příloze na straně číslo 2 pro učebnu číslo 101 a na straně číslo 4 pro učebnu číslo 102.

Pro upravený výpočtový stav s navrženým akustickým podhledem je proveden přepočet doby dozvuku, který je uveden v tabulkové výpočtové příloze na straně číslo 2 pro učebnu číslo 101 a na straně číslo 4 pro učebnu číslo 102.

Pro upravený výpočtový stav s navrženým akustickým podhledem je proveden přepočet doby dozvuku, který je pro tělocvičnu číslo 003 uveden v tabulkové výpočtové příloze na straně číslo 6.

Zhodnocení výsledných hodnot dob dozvuku pro upravený výpočtový stav s akustickým podhledem

Pro upravený výpočtový stav s akustickým podhledem ECOPHON Master A tloušťky 40 mm s celkovou hloubkou systému 200 mm jsou výsledné hodnoty poměru vypočtené doby dozvuku T_e a optimální doby dozvuku T_{opt} jsou u obou nově zřizovaných učeben číslo 101 a 102 pro všechny výpočtové frekvence v tolerančním pásmu pro řeč (obrázek A.4), u tělocvičny v tolerančním pásmu podle obrázku A.8 pro posuzované frekvence 250 až 2000 Hz.

Požadované normové hodnoty poměru vypočtené doby dozvuku T_e a optimální doby dozvuku T_{opt} jsou pro upravený výpočtový stav s širokopásmovým akustickým podhledem splněny u každé posuzované frekvence.

Doba dozvuku pro obě nově zřizované učebny Základní školy v Tuklaty při použití akustického širokopásmového podhledu ECOPHON Master A dle provedeného akustického výpočtu splňuje požadavky ČSN 73 0527 pro celé posuzované frekvenční rozmezí.

