

Dipl. Ing. HANS THEODOR NEUHOF

**Konzultant pro stavební fyziku
veřejně jmenovaný a příssežný
odborný znalec IHK
pro protihlukovou a požární ochranu**

Neuhof, August-Sperl-Str. 8, 97355 Castell

Tel. č. 09323/31488
Privátní tel. č. 09325/1282

Castell, 24.05.1994

**Posouzení a vyhodnocení zvukotěsnosti stropních desek Dennert-DX
(železobetonové duté stropní desky o tloušťce 200 mm) s použitím
zkoušky způsobilosti I Oficiálního institutu pro testování materiálů
pro stavební průmysl (IBMB) při Technické univerzitě v
Braunschweigu (zkušební protokol č. 2305/484 ze dne 14. dubna
1994) v kombinaci s důkazy stavebního inspektorátu podle Přílohy 1
DIN 4109**

Objednatel:

Veit Dennert KG
Baustoffbetriebe
Veit-Dennert-Str. 7
96130 Schlüsselfeld

Zadání úkolu:

V Příloze 1 normy DIN 4109 jsou hodnoty zvukové izolace pro zde zkoumaný typ holého stropu obecně uváděny jako funkce hmotnosti na jednotku plochy. Hodnoty zvukové izolace stropu „Dennert-DX“ prokázané zkouškou způsobilosti I vykazují příznivější hodnoty ve srovnání s všeobecnými předpoklady normy.

Předmětem níže prováděných zkoušek a hodnocení je proto kombinovat ověřovací metody obsažené v Příloze 1 normy DIN 4190 s výsledky zkoušky způsobilosti I.

Za účelem získání snadno použitelné a srozumitelné prezentace pro praktickou stavební aplikaci jsou výsledky výpočtů a hodnocení shrnuty v tabulkách.

I. Vzduchová neprůzvučnost

U pevných stropů s plovoucími potěry nebo s jinými plovoucími stropními krytinami za předpokladu, že mají index zlepšení kročejové neprůzvučnosti:

$$\Delta L_w > 24 \text{ dB},$$

se v závislosti na plošné hmotnosti holého stropu podle normy DIN 4109, Příloha 1, Tabulka 12, výpočtové hodnoty uvádějí pro index vážené vzduchové neprůzvučnosti (váženou vzduchovou stavební neprůzvučnost) holého stropu s plovoucím potěrem, popř. s plovoucí stropní krytinou.

Kombinace těchto tabulkových hodnot ve spojení s naměřenými hodnotami zkoušky způsobilosti I poskytuje následující výsledek:

Zkušební protokol IBMB č. 2305 / 484 ze dne 14.04.1994

$$R'_{w,R} = 53 \text{ dB}$$

platný pro holý strop

na základě DIN 4109, Příloha 1, Tabulka 12

při plošné hmotnosti 322 kg/m² (řádek 4/5)

Rozdíl hladin zvuku mezi samotným holým stropem a holým stropem s plovoucí podlahovou krytinou je:

$$\Delta R'_{w,R} = 5,5 \text{ dB}$$

4.

tudíž pro zkoumaný holý strop + plovoucí podlahovou krytinu

$(\Delta L_w > 24 \text{ dB})$

$R'_{w,R} = 58 \text{ dB}$

Tato hodnota platí pro přilehlé boční stavební prvky s průměrnou hodnotou plošné hmotnosti:

$$m_{1, \text{průměrná}} = 300 \text{ kg/m}^2$$

pro ohybově tuhé jednoplášťové pevné stěny.

Korekční hodnoty pro holé stropy a holé stropy s plovoucími stropními krytinami, u nichž přilehlé boční ohybově tuhé pevné stěny mají plošnou hmotnost odlišnou od 300 kg/m²

Pro plošné hmotnosti odchylovající se od hodnoty 300 kg/m² se podle DIN 4109, Příloha 1, Tabulka 13 uvádějí korekční hodnoty.

Tato závislost s příslušnými korekcemi (opravami) je zahrnuta v následující Tabulce 1.

Korekční hodnoty pro přilehlé boční pevné stěny s ohybově měkkým
předsazeným opláštěním a/nebo pro stěny z ohybově měkkých vrstev

(montážní stěny ze sádkartonu stojinové nebo příčkové konstrukce)

Přilehlé boční stěnové konstrukce tohoto typu se chovají mnohem příznivěji a poskytují pozitivní korekce.

Tuto korekci je nutné provést ve dvou fázích:

1. Předsazené opláštění a přerušované stěny stojinové konstrukce nepřispívají k přenosu zvuku.

Proto nejsou při stanovení průměrné plošné hmotnosti přilehlých
bočních stěn zohledněny.

V případě pevných stěn s předsazeným opláštěním to platí pouze pro vnější stěny s uvnitř umístěným ohybově měkkým předsazeným opláštěním.

U vnitřních pevných stěn musí být předsazené opláštění přítomno na obou stranách a na obou podlažích.

V praxi se proto zde doporučuje použít stěny stojinové konstrukce s ohybově měkkým opláštěním.

2. V Tabulce 15 Přílohy 1 DIN 4109 jsou kladné korekční hodnoty uvedeny v závislosti na počtu přilehlých bočních stěn z ohybově pružných plášťů.

Tyto korekce jsou rovněž zahrnuty v Tabulce 1.

Pokud u přilehlých bočních stavebních prvků převládá počet ohybově měkkých stěn, doporučuje se předložit důkaz o vzduchové neprůzvučnosti v souladu s normou DIN 4109, Příloha 1, oddíl 5.

Tato metoda výpočtu navržená pro budovy se skeletovou konstrukcí (rovnice 7 a 8 v DIN 4109, Příloha 1) používá vážený index zvukové neprůzvučnosti bez vedlejších cest šíření zvuku.

Strop Dennert DX (holý strop) $R_{w,R} = 57$ dB

Strop Dennert DX + plovoucí stropní krytina ($L_w > 24$ dB)

$R_{w,R} = 62$ dB

Boční cesty přenosu zvuku se zohlední vložením 4 hodnot podélné zvukové izolace přilehlých bočních stěn do rovnic výpočtu.

Zjištěné hodnoty pro vzduchovou neprůzvučnost celkové stropní konstrukce podle jednoho z výše popsaných typů je třeba porovnat s požadavky.

II Kročejová neprůzvučnost

Podle normy DIN 4109, Příloha 1, oddíl 4.1.3 rovnice 4, se vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku ($L_{n,w}$) celkové stropní konstrukce (holý strop + stropní krytina) vypočítá následovně:

$$L'_{n,w} = L'_{n,w,eq,R} - \Delta L_{w,R} + 2 \text{ dB}$$

$L'_{n,w,eq,R}$ je vážená ekvivalentní normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku holého stropu

Pro strop Dennert DX o tloušťce 200 mm platí podle zkušebního protokolu IBMB č. 2305/484 ze dne 14. dubna 1994

$$L'_{n,w,eq,R} = 74 \text{ dB}$$

$\Delta L_{w,R}$ je výpočtová hodnota indexu zlepšení kročejové neprůzvučnosti stropní krytiny
např. plovoucí potěry, suché podlahy atd.

Príslušné potřebné hodnoty při použití plovoucích potěrů podle DIN 18560, Část 2 (plošná hmotnost $> 70 \text{ kg/m}^2$) v závislosti na dynamické tuhosti s' izolační vrstvy lze převzít z DIN 4109, Příloha 1, Tabulka 17.

Hodnoty z této tabulky pro kombinaci plovoucího potěru + měkké pružné podlahové krytiny ($\Delta L_{w,R} > 20 \text{ dB}$) lze kvůli možné zaměnitelnosti měkkých pružných podlahových krytin použít pouze ve vlastním obytném nebo pracovním prostoru.

Měkké pružné podlahové krytiny se nesmí používat pro dělicí stropní konstrukce mezi byty a stropy mezi cizími pracovními prostory.

8.

Stejným způsobem jako indexy zlepšení kročejové neprůzvučnosti z Tabulky 17 lze použít hodnoty pro stropní krytiny prokázané pomocí zkušebních protokolů pro hodnoty $\Delta L_{w,R}$.

Pokud se jedná o měkké podlahové krytiny stropních krytin, lze tyto také použít v kombinaci s kompozitními potěry.
Je třeba dodržovat výše uvedená omezení z důvodu zaměnitelnosti.

Pro lepší srozumitelnost jsou předepsané souvislosti uvedeny v následující Tabulce 2.

Z tabulky lze vyčíst váženou normovanou hladinu akustického tlaku kročejového zvuku ($L'_{n,w}$) pro „stropní desku Dennert-DX“ o tloušťce 200 mm společně s kompozitním potěrem nebo s plovoucím potěrem v závislosti na dynamické tuhosti izolační vrstvy potěru.

Obdobně k tomu lze váženou normovanou hladinu akustického tlaku kročejového zvuku převzít ze stejné Tabulky 2 v závislosti na indexu zlepšení kročejové neprůzvučnosti stropní krytiny.

Takto stanovené hodnoty kročejové neprůzvučnosti pro celkovou konstrukci je pak třeba porovnat s požadavky.

Hans Theodor Neuhof

Přílohy:

Tabulka 1 a 2

Zkušební protokol IBMB č. 2305/484 ze dne 14. dubna 1994



OFICIALNI ZKUSEBNI USTAV MATERIALU PRO STAVEBNI PRUMYSL

při INSTITUTU PRO STAVEBNI MATERIÁLY. PEVNÉ KONSTRUKCE A OCHRANU
PROTI POŽÁRU

IBMB

Technická univerzita BRAUNSCHWEIG

Zkušební protokol

č. 2305/484 Kü/br I: 1. vyhotovení
ze dne 14. 4. 1994

Objednatel: Veit Dennert KG
Baustoffbetriebe
Veit-Dennert-Straße 7

96130 Schlüsselfeld

Žádost ze dne: 18.11.1993 zn. H. Fischer-sh doručena dne:22.11.1993
Obsah žádosti:

Ověření vzduchové a kročejové neprůzvučnosti podle normy
DIN 52 210 (zkouška způsobilosti I pro DIN 4109) stropní
desky Dennert-DX o tloušťce 200 mm (železobetonové duté
stropní desky)

Příjem zkušebního materiálu: -
Odběr vzorků: objednatelem

Označení: -

Zkušební protokol obsahuje 5 listů a 2 přílohy.

Publikování zkušebních protokolů včetně výňatků, a odkazů na zkoušky pro reklamní účely lze provádět v každém jednotlivém případě s písemným souhlasem zkušebního ústavu. Jednotlivé listy tohoto zkušebního protokolu jsou opatřeny úřední pečeti zkušebního ústavu. Zkušební materiál je spotřebován.



1. Druh zkoušky

Podle objednávky byly ve zkušebním stanovišti stropních desek s obdobným bočním přenosem stavebních prvků (zkušební stanoviště DIN 52 210-PFL-D) dne 21. března 1994 na stropní desce Dennert-DX o tloušťce 200 mm (železobetonová dutá stropní deska) provedeny zkoušky způsobilosti I ke stanovení vzduchové a kročejové neprůzvučnosti (zkoušky DIN 52 210-03-E1-L-PFL-D popř. DIN 52 210-03-E1-T-PFL-D).

Všechny normy uvedené v tomto zkušebním protokolu vycházejí z verzí platných v den zkoušky.

2. Zkušební objekt

Strop o tloušťce 200 mm v zásadě sestával z 4,20 m dlouhých prvků různých šířek, které byly položeny na sebe. Vyztužené železobetonové stropní prvky B 45 jsou opatřeny dutými prostory o průměru 125 mm, které probíhají souvisle v podélném směru stropních desek. Středová vzdálenost dutin činila 165 mm.

Spoje prvků a připojení stropních prvků k přilehlým bočním stavebním prvkům zkušebního objektu byly zapraveny maltou.

Hmotnost stropu na jednotku plochy byla stanovena vážením a činila 322 kg/m².

Montáž stropu provedli odborní pracovníci žadatele.

Konstrukce stropu je patrná z příloh tohoto zkušebního protokolu.

3. Zkušební stanoviště

Zkušební stanoviště stropu DIN 52 210-PFL-D se skládá ze dvou nad sebou umístěných místností o objemu přibližně 55 m³ a 57 m³, které jsou od sebe navzájem odděleny zkušebním objektem.



4. Metoda měření

Vzduchová a kročejová neprůzvučnost byla stanovena podle normy DIN 52 210 Část 1 a Část 3.

Jako zkušební zvuk pro měření vzduchové zvukové izolace byl použit zvuk v třetinooktávovém pásmu. Zvuková pole v místnosti zdroje zvuku a v místnosti příjmu zvuku byla skenována bod po bodu na prostorově nakloněných kruhových trasách mikrofону o poloměru 1 m a hladiny akustického tlaku byly měřeny současně v třetinooktávovém pásmu. Index redukce zvuku (stavební neprůzvučnosti) R' vyplývá z rozdílu mezi jednotlivými poli, přičemž se bere v úvahu plocha dělících stropních desek a absorpce v místnosti příjmu zvuku.

Za účelem měření kročejové neprůzvučnosti byl zkušební objekt stimulován prostřednictvím standardní práce s kladivem, a sice jedno po druhém na šesti různých místech. Tímto generovaná hladina akustického tlaku vzduchu v místnosti příjmu byla měřena výše popsáním způsobem; normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku L'_n vyplývá z naměřených hodnot s přihlédnutím k absorpci v místnosti příjmu zvuku.

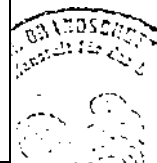
Pokaždé byla provedena dvě nezávislá měření pomocí různých měřicích přístrojů. Níže uvedené číselné hodnoty indexu redukce zvuku a normované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku jsou aritmetickými průměrnými hodnotami obou měření.

5. Výsledky

Hodnoty stavební neprůzvučnosti (stupeň/index zdánlivé neprůzvučnosti/index redukce zvuku) R' stanovené podle DIN 52 210 Část 1 a normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku L'_n jsou shrnuty v následujících tabulkách v závislosti na frekvenci a jsou zaneseny v Přílohách 1 a 2.

Tabulka I

Frekvence (Hz)	Stavební neprůzvučnost R' (dB)	Frekvence (Hz)	Stavební neprůzvučnost R' (dB)
100	34,6	630	54,7
125	40,7	800	56,4
150	41,2	1000	58,7
200	42,4	1250	60,1
250	45,2	1600	61,7
315	44,6	2000	63,9
400	46,4	2500	65,1
500	50,5	3150	65,1



Tabulka 2

Frekvence (Hz)	Normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku L'_{n}	Frekvence (Hz)	Normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku L'_{n}
100	57,1	630	66,9
125	61,0	800	69,5
160	63,0	1000	70,9
200	64,1	1250	70,3
250	62,0	1600	70,4
315	63,0	2000	71,2
400	63,5	2500	75,2
500	65,7	3150	74,7

Z těchto hodnot byly podle DIN 52 210 Část 4 stanoveny následující jednočíselné hodnoty:

vážená stavební neprůzvučnost

výpočtová hodnota podle DIN 4109, oddíl 6.4

vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku

ekvivalentní vážená normovaná hladina akust. tlaku kročejového zvuku

výpočtová hodnota podle DIN 4109, oddíl 6.4

$$R'_{w,P} = 55 \text{ dB}$$

$$R'_{w,R} = 53 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} = 79 \text{ dB}$$

$$L_{n,w,eq,P} = 74 \text{ dB}$$

$$L_{n,w,eq,R} = 74 \text{ dB}$$



6. Vyhodnocení

Pro splnění požadavků podle normy DIN 4109 popř. Přílohy 2 k DIN 4109 je třeba dodržet následující:

a) Vzduchová neprůzvučnost

Zjištěná výpočtová hodnota vážené stavební neprůzvučnosti $R'_{w,R}$ musí být pro příslušný účel alespoň stejná jako požadovaná hodnota R'_w .

Přitom se předpokládá, že v instalovaném stavu bude průměrná hmotnost na jednotku plochy přilehlých bočních stavebních prvků činit $(300 \pm 25) \text{ kg/m}^2$. V opačném případě je třeba ve výpočtu zohlednit vliv přilehlých bočních stavebních prvků na vzduchovou neprůzvučnost podle Přílohy 1 DIN 4109.

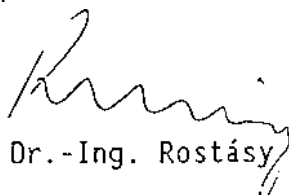
b) Izolace proti kročejovému hluku

Vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w,p}$ hotového pevného stropu je odvozena z ekvivalentní vážené normované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku $L_{n,w,eq,p}$ pevného stropu bez stropní krytiny a indexu zlepšení kročejové neprůzvučnosti $L_{w,R}$ stropní krytiny podle následujícího vztahu:

$$L'_{n,w,p} = L_{n,w,eq,p} - \Delta L_{w,R}$$

Izolace kročejového hluku hotového stropu je dostatečná, pokud vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku $L'_{n,w,p}$, která se získá odečtením jednotlivých hodnot $L_{n,w,eq,p}$ a $\Delta L_{w,R}$, je alespoň o 2 dB nižší než hodnoty požadované pro příslušný účel použití.

Ředitel

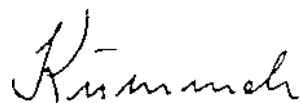


Prof. Dr.-Ing. Rostásy

Braunschweig, 14. dubna 1994



Odborný referent



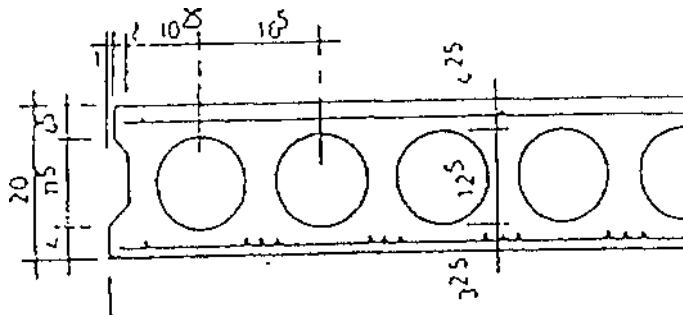
Technický pracovník Kümmel
Vedoucí oddělení



Dipl. fyzik Paulmann

Žadatel: Veit Oennert KG – Baustoffbetriebe
Veit-Dennert-Straße 7, 95130 Schlusselfeld

Struktura zkušebního objektu Pevný strop bez stropní krytiny



Stropní deska Dennert DX
(železobetonová dutá stropní
deska z betonu B45)

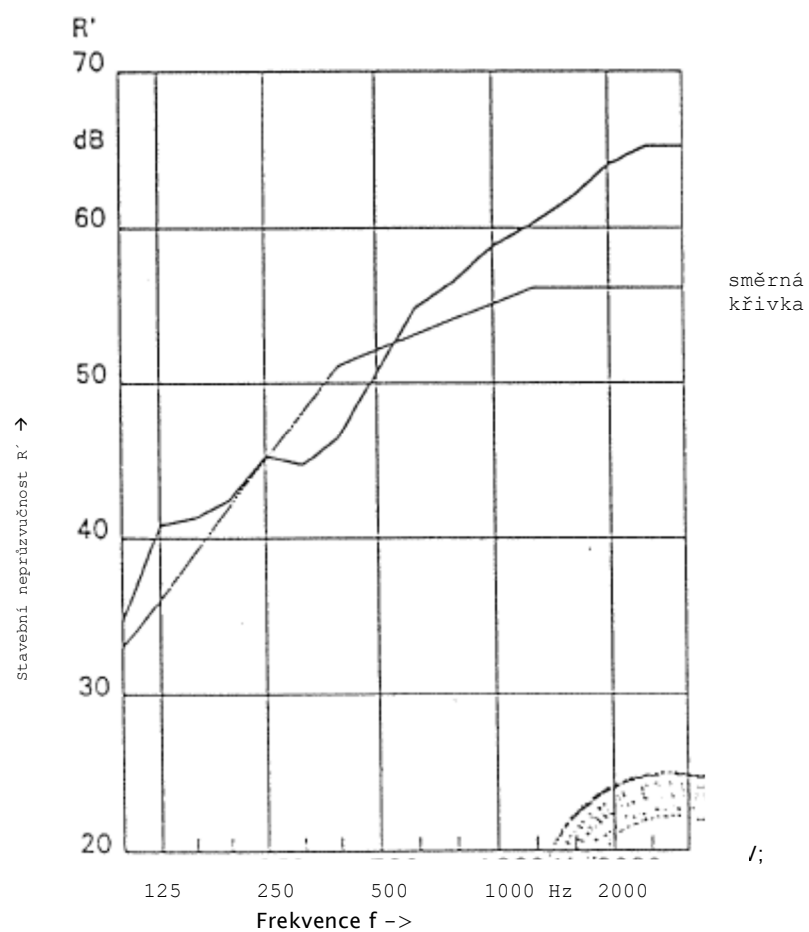
Plošná hmotnost 322 kg/m²
Zkušební plocha 20,9 m²
Objem zkušebního prostoru V_S: 55 m³ V_E 57 m³
Stav:
Typ zkušebního stanoviště DIN 52 210 – PFL– D

Poznámky: Měřeno dne 21.03.1994
Zkouška DIN 52 210-03-E1-L-PFL- D

R'_{w,P} z grafu

R'_{w,R} = R'_{w,P} - 2 dB

	Hodnoty vážené stavební neprůzvučnosti
Naměřená hodnota	R' _{w,P} = 55 dB
Výpočtová hodnota	R' _{w,R} = 53 dB



Č. zkušebního protokolu: 2305/484 — KÜ/br-
Datum: 14. dubna 1994

Zkušební zvuk: Zvuk v třetinooktávovém pásmu

Filtr v místnosti příjmu zvuku Filtr třetinooktávového pásma

Příloha 1

Ústav pro stavební hmoty, zděné a betonové konstrukce a
požární ochranu
Technická univerzita v Braunschweigu
Oficiální institut pro testování materiálů pro stavební
průmysl

Vedoucí oddělení

Paulmann

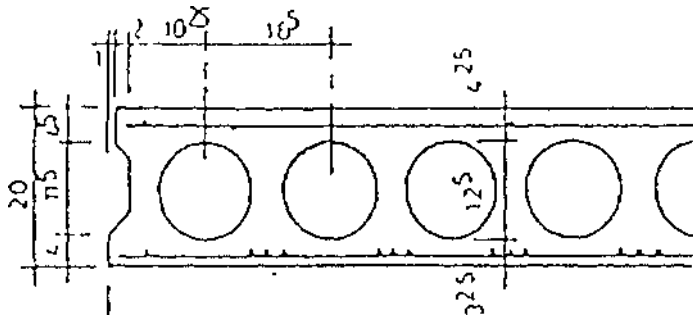
Dipl. fyzik Paulmann

Normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku podle DIN 210 Část 3

Žadatel: Veit Oennert KG – Baustoffbetriebe
Veit-Dennert-Straße 7, 96130 Schlüsselfeld

Zkouška
způsobilosti I
podle DIN 4109

Konstrukce zkušebního objektu: Pevný strop bez stropní krytiny



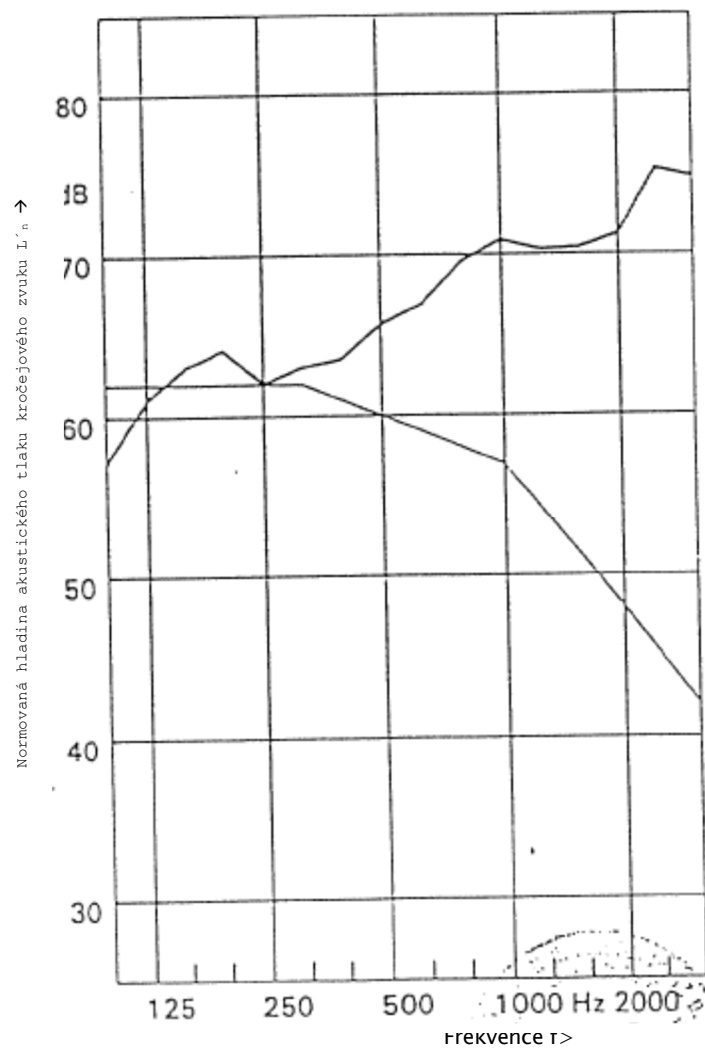
Stropní deska Dennert DX
(železobetonová dutá stropní deska z betonu B45)

Název postupu:
Zkouška DIN 52 210-03-E1-T-PFL-D

$L'_{n,w,eq,P}$ z grafu $L'_{n, \rightarrow}$

Plošná hmotnost 322 kg/m²
Zkušební plocha: 20,9 m²
Místnost příjmu zvuku:
Objem V: 55 m³
Stav: prázdný
Typ: zkušební stanoviště
DIN 52 210-PFL-D

ekvivalentní vážená normovaná hladina
akustického tlaku kročejového zvuku
Naměřená hodnota $L'_{n,w,eq,P}$ = 74 dB
Výpočtová hodnota $L'_{n,w,eq,R}$ = 74 dB



směrná
křivka

Č. zkušebního protokolu: 2305/484 – CT / Br- Datum: 14. dubna 1994

Č. protokolu o zkoušce : 2305/484 -Kü / Br- Příloha 2

Vedoucí oddělení

Ústav pro stavební hmoty, zděné a betonové konstrukce a požární ochranu
Technická univerzita Mnichov
Oficiální institut pro testování materiálů pro stavební průmysl

Dipl. fyzik Paulmann

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Sloupec

Rádek

Výpočtová hodnota vážené stavební vzduchové neprůzvučnosti $R'_{w,R}$ stropních desek Dennert-DX o tloušťce 200 mm

s kompozitním nebo plovoucím potěrem s přihlédnutím k podélnému šíření zvuku přes boční přilehlé stěny ze zdiva (typ pevné stěny) a jako stěny se stojinovou konstrukcí se sádrokartonovým obložením

Pevný stropní systém s dutinami Dennert DX o tloušťce 200 mm

+

+

Kompozitní potěr, plošná hmotnost $> 50 \text{ kg/m}^2$ Plovoucí potěr nebo plovoucí stropní krytina

s indexem zlepšení kročejové neprůzvučnosti: $L_w > 24 \text{ dB}$

1	53	53	53	54	54	54	54	54	55	56	57	58	59	60	0	
2	54	54	54	55	55	55	55	55	56	57	58	59	60	61	1	Počet pevných stěn
3	56	56	56	57	57	57	57	57	58	59	60	61	62	63	2	s ohybově pružnými
4	59	59	59	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	3	předsazenými pláštěmi a/nebo
	100	150	200	250	300	350	40	100	150	200	250	300	350	400		počet stěn stojinové
																konstrukce s obložením ze
																sádrokartonových desek

Hodnoty průměrné plošné hmotnosti (aritmetický průměr) přilehlých bočních pevných stěn ze zdiva nebo betonu.

(Lehké dělicí příčky ze sádrokartonu a zdiva z ohybově pružných předsazených pláštů se neberou v úvahu, protože nepřispívají k přenosu zvuku jako přilehlý boční stavební prvek.)

