

ZÁKLADNÍ A MATEŘSKÁ ŠKOLA OSTAŠOV, LIBEREC, KŘÍŽANSKÁ 80
- PD PŘÍSTAVBA UČEBNY

DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY

E3. VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Zadavatel: Statutární město Liberec

Datum: 05/2023

Vedoucí projektu: Ing. arch. David

Vypracoval: Ing. Daněk

Zakázkové číslo: D/23-011-DPS



Ruprechtická 199
460 14 Liberec
tel.: + 420 482 412 211
fax: + 420 485 106 393
e-mail: atelierdavid@atelierdavid.cz
www.atelierdavid.cz
IČO: 272 77 577

AKUSTICKÁ STUDIE

- PŘÍSTAVBA UČEBNY ZŠ OSTAŠOV

Generální projektant: Projektový ateliér David, s.r.o.
Objednatel: Ecophon CZ, p. Kůs

Stupeň: akustická studie
Počet listů/ z toho příloh: 3/1 + obrazová dokumentace

Výtisk č: 1

Zpracoval: Ing. Rostislav Daněk
Nušlova 65/V
377 01 Jindřichův Hradec
tel: 603 242319, email: info@ava-jh.cz

Dne: 16. 7. 2021



Ing. Rostislav Daněk
Nušlova 65/V
377 01 Jindřichův Hradec
IČO 446 73 156
DIČ CZ7211271400
www.ava-jh.cz info@ava-jh.cz

1. Úvod

Tato studie byla zpracována jako podklad pro realizaci akustických úprav pro snížení doby dozvuku v nové učebně (přístavba) ZŠ Ostašov tak, aby výsledná doba dozvuku vyhovovala podmínkám ČSN 73 0527.

Součástí návrhu je tato dokumentace:

- obrazová dokumentace, pohled Ecophon Solo Matrix – referenční výrobek.

2. Podklady, přípustné hodnoty, metodika

2.1. Podklady

- ČSN 73 0525, ČSN 73 0527,
- projektová dokumentace – Projektový ateliér David, s.r.o.,
- Vaverka, Havránek, Kozel, Siegl: Akustika, VUT Brno 1996,

2.2. Metodika

Dle ČSN 73 0527 je doporučená hodnota doby dozvuku pro učebny a posluchárny v obsazeném stavu rovna:

Učebna do 250 m ³ :	$T(0) = 0,7$ s, s tolerančním polem dle obr. A.4 ,
Posluchárna přes 250 m ³ :	$T(0)$ = dle závislosti 3 – obr. A.1, toleranční pole dle obr. A.4,
Audiovizuální učebna 200 m ³ :	$T(0) = 0,6$ s, s tolerančním pole dle obr. A.4,
Jazyková učebna (130 – 180 m ³):	$T(0) = 0,45$ s, s tolerančním polem dle obr. A.4 .

Akustická úprava se týká kmenové učebny. Byla určena $T(0)$ dle křivky A.1, ČSN 73 0527 pro objem učebny ($V = 160$ m³), $T(0) =$ cca 0,6 s. S uvedenou plyne, že vhodná doba dozvuku pro danou učebnu bude v rozmezí hodnot $T(0) = 0,6 – 0,7$ s tolerančním polem dle obr. A.4.

3. Popis situace

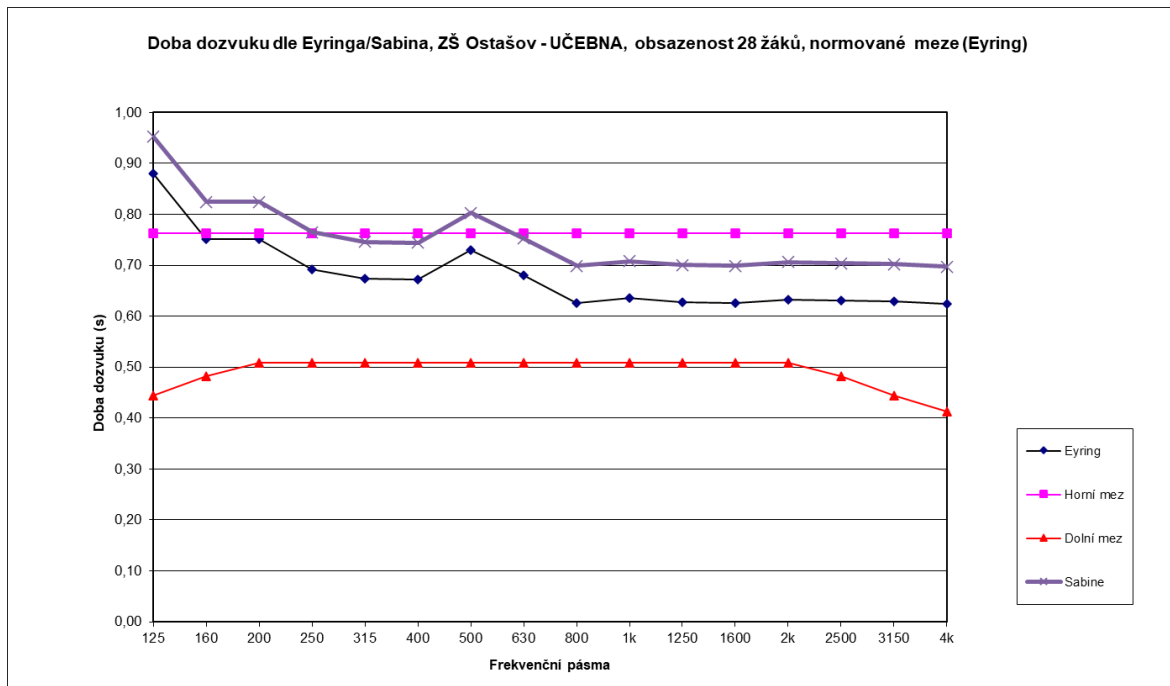
Jedná se o novou učebnu v přístavbě školy. V učebnách bude instalován akustický podhled se svěšením 300 mm od stropu, který bude umístěn mezi nosnými trámkami. Pod podhledem budou zavěšena svítidla. Podlaha v učebně je vinylová. Stropní konstrukce dřevěná (palubky apod.).

4. Vstupní parametry

- A) Zdroje hluku/činnosti: - hlasové projevy lidí,
- B) Možná plochy a konstrukce pro akustickou úpravu: - strop, stěny,
- C) Obsazenost: 24 – 28 dětí , vyučující.

5. Výpočet doby dozvuku – simulace

- akustický pohled ze skelných vláken mezi nosnými trámky, svěšení 300 mm, obsazenost 28 dětí:



Z uvedených grafu je patrná vyrovnaná doba dozvuku v tolerančních mezích cca v okolí $T(0) = 0,64$ s pro výpočet dle vzorce Eyring (pro výpočet dle vzorce Sabine jsou hodnoty v okolí $T(0) = 0,7$ s) pro obsazenost učebny 28 dětí, což koresponduje s předpokladem.

Mírné zvýšení doby dozvuku na nízkých frekvencích (zejména v pásmu 125 – 250 Hz) není zásadně významné vzhledem ke srozumitelnosti řeči (nejedná se o zásadní nárůst doby dozvuku cca o 0,1 s nad toleranční mez). Při použití stropních minerálních podhledů se jedná o běžný jev, vzhledem ke komplikovanému tlumení nízkých kmitočtů minerálními podhledy a problematickému doplnění dalších akustických opatření (obklad stěn) vzhledem k praktickému využití prostoru.

Srozumitelnost řečové pásmo – střední kmitočtová pásma – $Q=2,5$, $T=0,68$ s, $V = 160$ m³ :

pro ZSS.....0-2 výborná,

pro ZSS3-5 dobrá,

pro ZSS.....6-12 vyhovující.

Zvolme komunikační vzdálenosti:

1,5 m (první řady).....ZSS = 0,5 – VÝBORNÁ,

3,5 m (prostřední řady)ZSS = 2,8 – VÝBORNÁ,

5,5 m (zadní řady)ZSS = 7,0 – VYHOVUJÍCÍ.

6. Provedení akustických úprav

Bude realizována akustická úprava stropu akustickým podhledem:

Strop:

- na strop bude instalován mezi nosné dřevěné trámy akustický minerální podhled velikosti 1200 x 600 x 40 mm, volně zavěšený - *referenční typ Ecophon Solo Matrix* - se svěšením 300 mm od stropní konstrukce. Do vzduchové mezery mezi stropem a akustickým podhledem bude vložena mezi nosné prvky podhledu akustická vložka tl. 50 mm v Pe folii a to ideálně ve 2 vrstvách, tj. celkové tloušťce 100 mm – *referenční výrobek Ecophon X-bass*.

Akustické vlastnosti podhledu viz. obrazová příloha studie nebo na:

<https://www.ecophon.com/cz/ecophon/free-hanging-units-and-baffles/solo/solo-matrix/>

7. Požární charakteristiky

- akustické podhledy Ecophon - dle EN ISO 13501-1, třída A2-s1, d0.

8. Závěr

Uvedené akustické úpravy upravují akustické podmínky v učebnách zejména s ohledem na dobrý přenos a srozumitelnost řeči tak, aby byly splněny podmínky ČSN 73 0527 pro prostory ve školních zařízeních.

Studie řeší pouze výměry potřebných ploch materiálů, neřeší barevnost, spárořez, instalaci svítidel, slaboproudu apod.

Ecophon Solo™ Rectangle

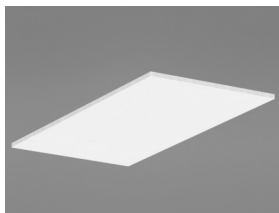
Solo Rectangle je volně zavěšený panel nabízející celou řadu možností provedení. Tři různé závěsné systémy umožňují vytvářet několik vrstev a úhlů. Vhodné zejména do místností, ve kterých je třeba zachovat hlasitost, nebo v prostorech, kde nelze nainstalovat podhled od stěny ke stěně.



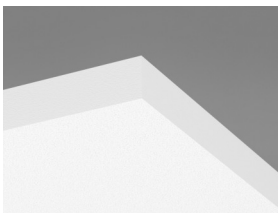
M30 Architects, Oisterwijk, Netherlands

SYSTÉMOVÁ ŘADA

	Rozměry, mm	1800x1200	2400x600	2400x1200	3000x1200
	Speciální montáž	•	•	•	•
	Tloušťka (tl.)	40	40	40	40
	Instalační diagram	M404, M506	M405	M406, M407, M506	M408



Solo Rectangle



Zavěšení pomocí Connect stavitelných závěsů a Connect T24 hlavního profilu



Zavěšení pomocí Connect Absorber destičky a Connect Absorber kotvy



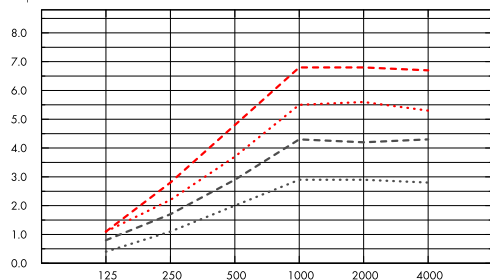
Akustika

Hodnoty v diagramu jsou měřeny na jednotlivě zavěšených prvcích. Pokud budou prvky zavěšeny v seskupení ve vzájemné vzdálenosti menší, než 0,5m od sebe, bude Aeq mírně sníženo.

Zvuková absorpce:

Výsledky zkoušek v souladu s normou EN ISO 354.

A_{eq}, Ekvivalentní absorpční plocha (1 prvek), m²



- Solo Rectangle 2400x1200, 1000 mm o.d.s.
 - Solo Rectangle 1800x1200, 1000 mm o.d.s.
 - Solo Rectangle 2400x600, 1000 mm o.d.s.
 - Solo Rectangle 3000x1200, 1000 mm o.d.s.
- o.d.s = celková hloubka systému

Frekvence, Hz

	tl. mm	o.d.s. mm	A _{eq} , Ekvivalentní absorpční plocha (1 prvek), m ²					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
2400x1200	40	200	1.3	2.8	3.5	4.1	4.1	3.9
2400x1200	40	400	1.2	2.4	3.3	4.7	4.9	4.7
2400x1200	40	1000	1.1	2.2	3.7	5.5	5.6	5.3
1800x1200	40	200	0.6	2.0	2.9	3.4	3.3	3.1
1800x1200	40	400	0.8	1.9	2.6	3.7	3.7	3.6
1800x1200	40	1000	0.8	1.7	2.9	4.3	4.2	4.3
2400x600	40	200	0.5	1.4	2.0	2.4	2.3	2.3
2400x600	40	400	0.4	1.2	1.8	2.6	2.7	2.7
2400x600	40	1000	0.4	1.1	2.0	2.9	2.9	2.8
3000x1200	40	200	1.1	3.3	4.4	5.1	5.1	5.0
3000x1200	40	400	1.2	3.0	4.2	5.8	5.8	5.7
3000x1200	40	1000	1.1	2.8	4.8	6.8	6.8	6.7



Kvalita vnitřního prostředí

Certifikáty / Označení	Plant	
Eurofins komfort vnitřního ovzduší (indoor air comfort)	IAC	IAC Gold
Francouzská VOC	A	A+
Finská M1	•	•



Kvalita vnitřního prostředí, TECH IAC, A, M1; Plant Gold, A+, M1



Enviromentální stopa

	kg CO ₂ equiv/m ²
Solo Rectangle	9,12
Solo Rectangle/Plant	5,32

Fáze A1 až C4 životního cyklu dle EPD, ve shodě s ISO 14025 / EN 15804



Cirkularita

Podíl recyklované složky minimálně	57%
Recyklovatelnost	Plně recyklovatelné



Požární bezpečnost

Země	Třída
Evropa	EN 13501-1 A2-s1,d0

Jádro panelů je testováno a klasifikováno jako nehořlavé podle EN ISO 1182.



Odolnost vůči vlhkosti

Produkt	Třída
Standard	Třída C, RH 95% a 30°C
Plant	Třída A, RH 70% a 25°C

Technická vata C, Plant vata A.



Světelná účinnost

Bílá Frost, nejbližší barevný vzorek NCS je S 0500-N, odrazivost světla 85%, lesk < 1.



Údržba

Denní stírání prachu a vysávání. Týdenní čištění za mokra.



Přístupnost

Panely jsou demontovatelné.



Instalace

Instalace dle montážního diagramu, instalačního postupu a pomocného výkresu. Informace o minimální celkové hloubce systému viz specifikace množství.



Hmotnost systému

Přibližně 6,5-17,5 kg.



Mechanické vlastnosti

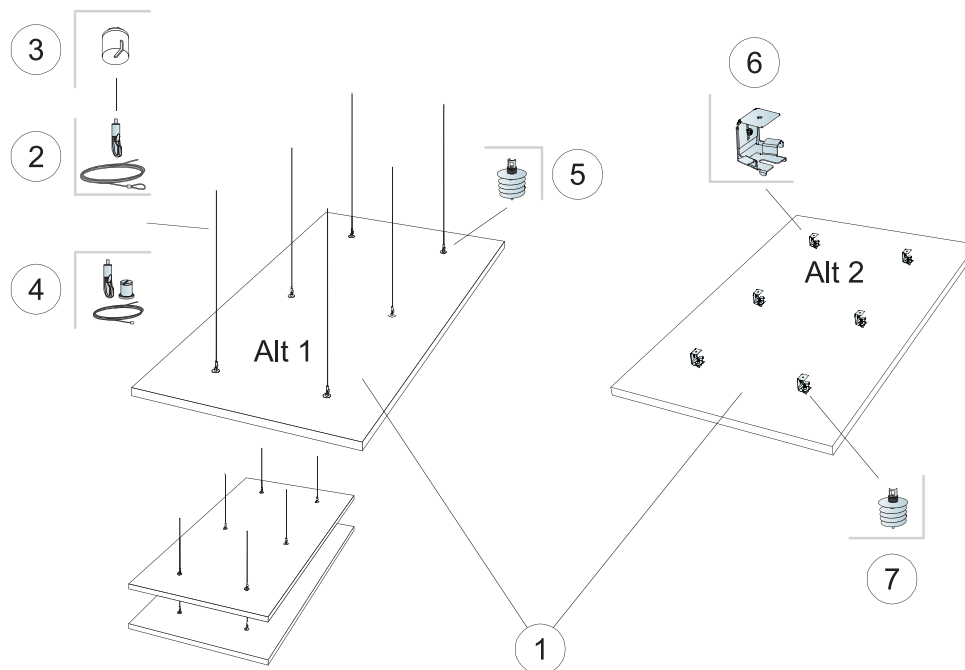
Panely odolávají trvalému bodovému či plošnému zatížení. Podmínky instalace: Viz. Funkční požadavky, Mechanické vlastnosti na www.ecophon.cz



CE

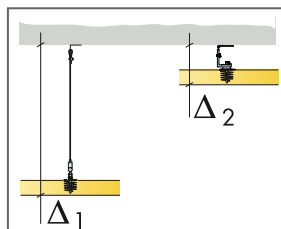
Stropní systémy Ecophon mají označení CE dle Evropského harmonizačního standardu EN 13964:2014. Stavební výrobky označené jako CE jsou podloženy Prohlášením o vlastnostech (DOP), což zákazníkům dovoluje jednoduše porovnat vlastnosti výrobků dostupných na evropském trhu.

INSTALAČNÍ DIAGRAM (M404) PRO ECOPHON SOLO RECTANGLE 1800X1200

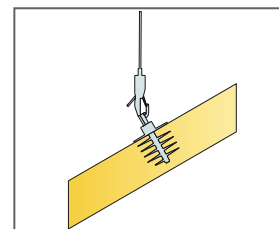
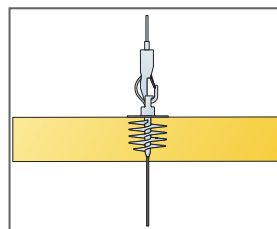
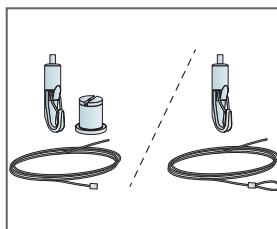


SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

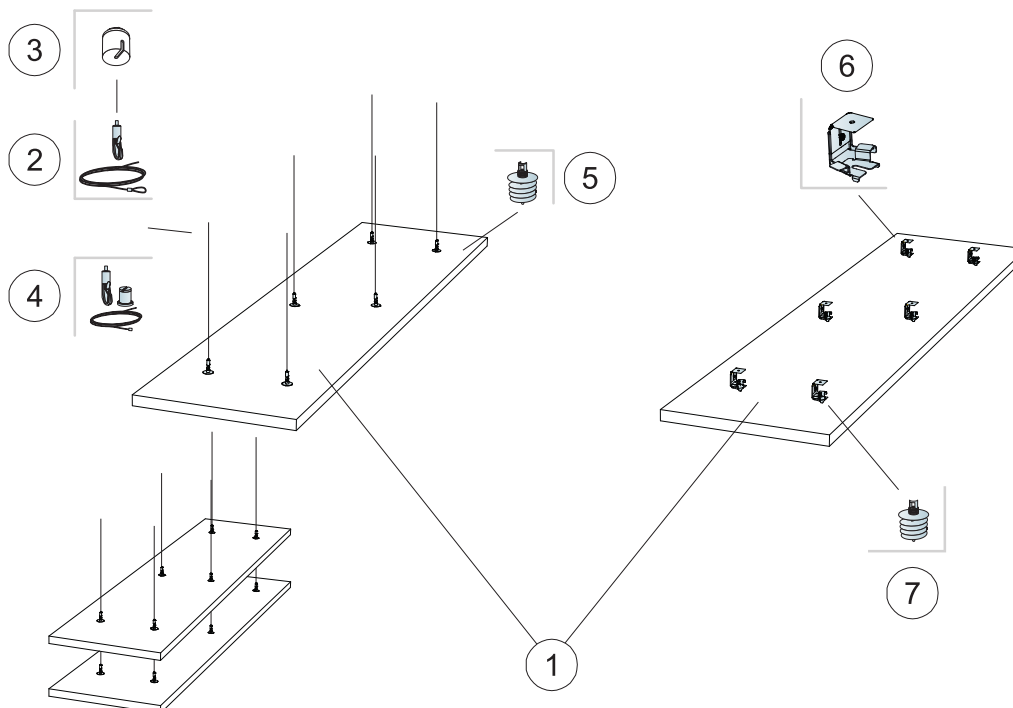
		Rozměry, mm
		1800x1200
1	Solo Rectangle	2,16m ² /panel
2	Connect slavitelný závěs (Alt 1)	6/panel
3		6/panel
4		6/panel
5	Connect kotva pro Solo (Alt 1)	6/panel
6	Connect Absorber destička	6/panel
7	Connect kotva pro Solo (Alt 2)	6/panel
Δ Min. celková hloubka systému: Δ1 140 mm / Δ2 90 mm		-



Viz specifikace množství

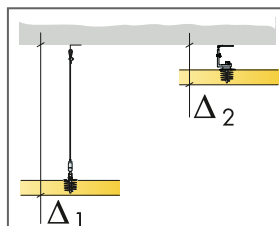


INSTALAČNÍ DIAGRAM (M405) PRO ECOPHON SOLO RECTANGLE 2400X600

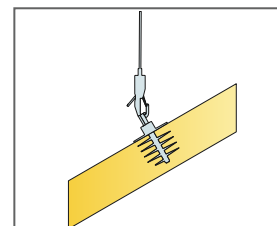
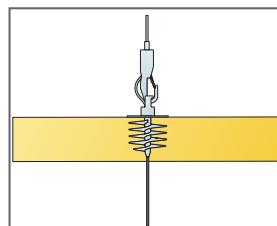
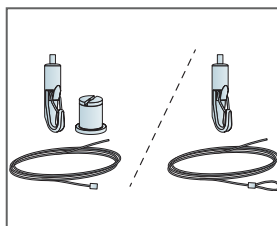


SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

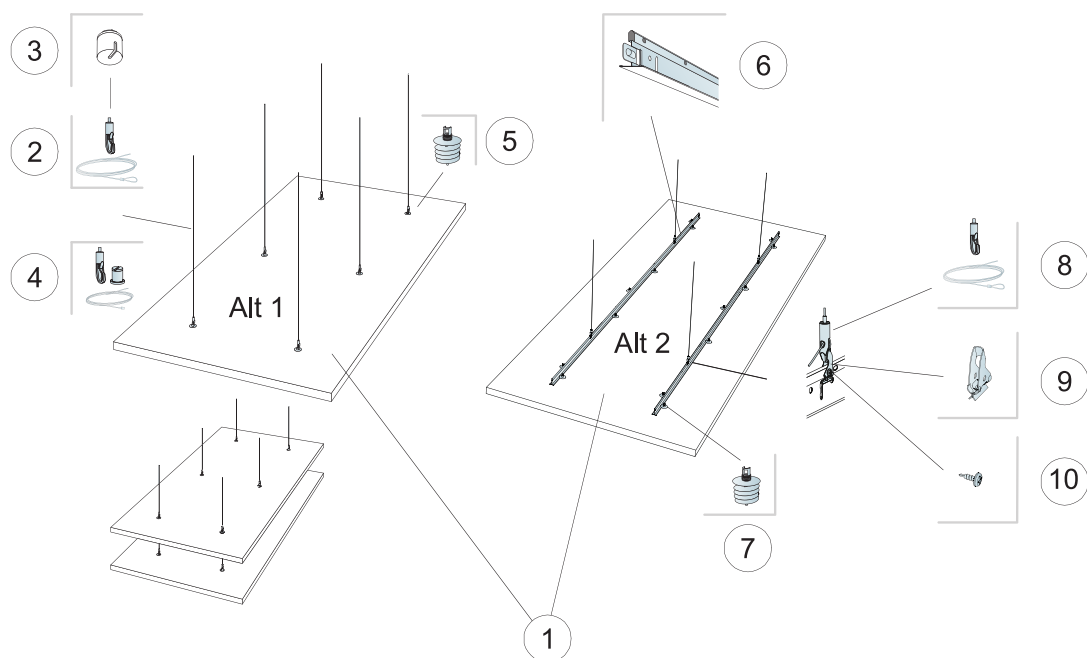
		Rozměry, mm
		2400x600
1	Solo Rectangle	1,44m ² /panel
2	Connect stavitelný závěs (Alt 1)	6/panel
3		6/panel
4		6/panel
5	Connect kotva pro Solo (Alt 1)	6/panel
6	Connect Absorber destička	6/panel
7	Connect kotva pro Solo (Alt 2)	6/panel
Δ Min. celková hloubka systému: Δ1 140 mm / Δ2 90 mm		-



Viz specifikace množství

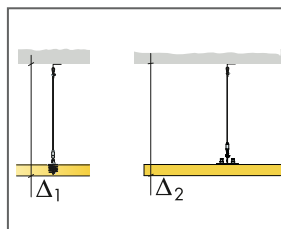


INSTALAČNÍ DIAGRAM (M406) PRO ECOPHON SOLO RECTANGLE 2400X1200

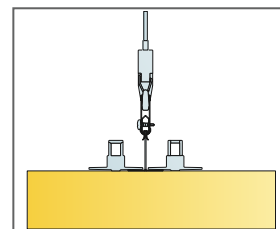
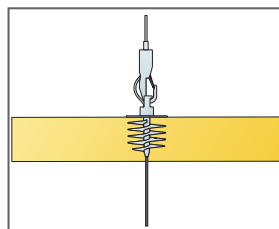
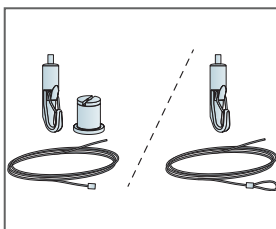


SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

		Rozměry, mm
		2400x1200
1	Solo Rectangle	2,88m ² /panel
2	Connect stavitelný závěs (Alt 1)	6/panel
3		6/panel
4		6/panel
5	Connect kotva pro Solo (Alt 1)	6/panel
6	Connect T24 hlavní profil (Alt 2)	2/panel
7	Connect absorbní kotva pro Solo	14/panel
8	Connect stavitelný lankový závěs	4/panel
9	Connect závěs klip (Alt 2)	4/panel
10	Connect instalační šroub BR	4/panel
Δ Min. celková hloubka systému: Δ1 140 mm / Δ2 200 mm		-

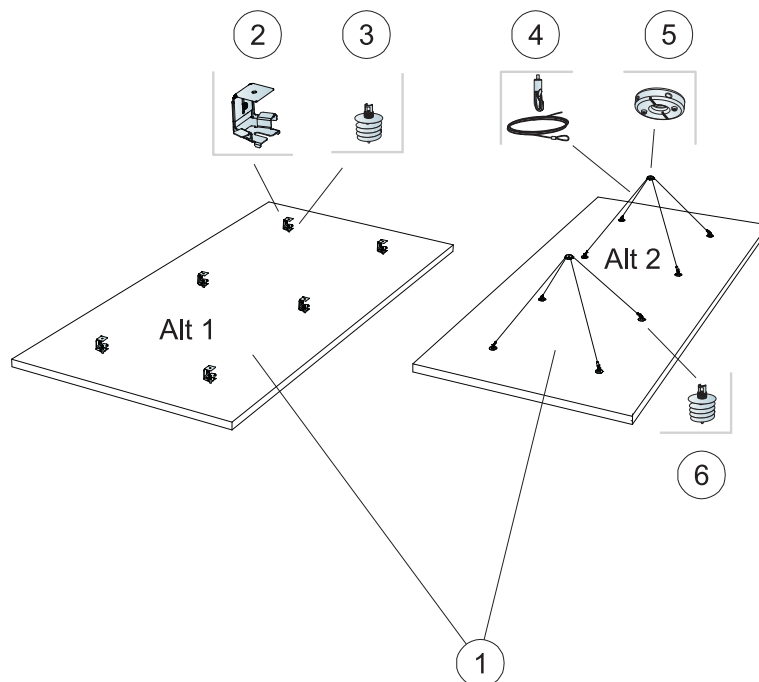


Viz specifikace množství



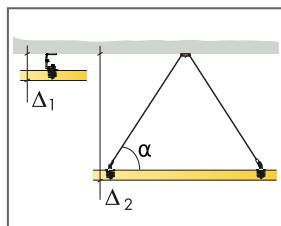
Instalace s Connect T24 hlavním profilem

INSTALAČNÍ DIAGRAM (M407) PRO ECOPHON SOLO RECTANGLE 2400X1200

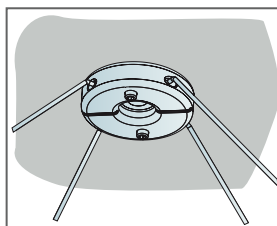


SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

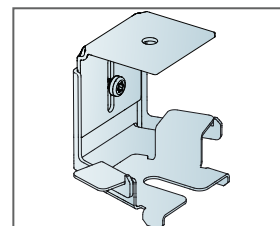
		Rozměry, mm
		2400x1200
1	Solo Rectangle	2,88m ² /panel
2	Connect absorbční destička (Alt 1)	6/panel
3	Connect absorbční kotva (Alt 1)	6/panel
4	Connect stavitelný závěs (Alt 2)	4/panel
5	Connect bodový závěs	2/panel
6	Connect kotva pro Solo (Alt 2)	8/panel
Δ Min. celková hloubka systému: $\Delta 1$ 90 mm / $\Delta 2$ 500 mm		-



Viz specifikace množství

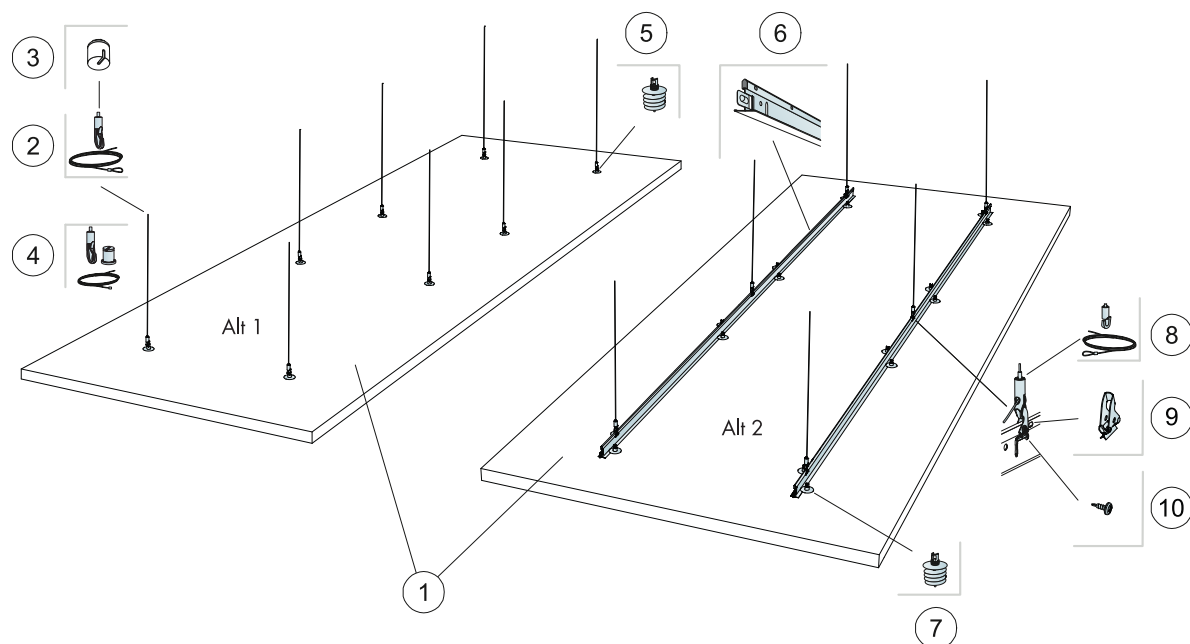


Detail na Connect bodový závěs



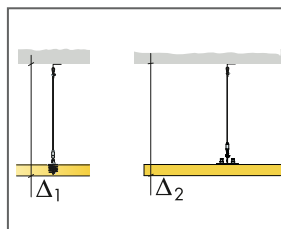
Detail Absorpční destičky. Minimální svěšení systému 90-130mm.

INSTALAČNÍ DIAGRAM (M408) PRO ECOPHON SOLO RECTANGLE 3000X1200

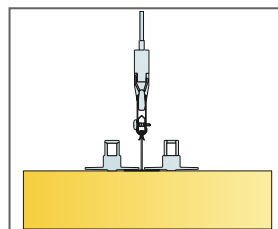
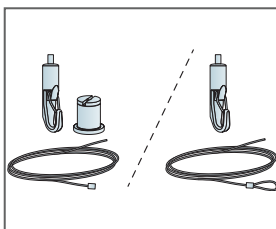


SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

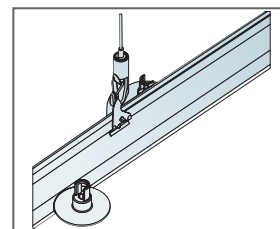
		Rozměry, mm
		3000x1200
1	Solo Rectangle	3,6m ² /panel
2	Connect stavitelný lankový závěs	8/panel
3		8/panel
4		8/panel
5	Connect absorpční kotva	8/panel
6	Connect T24 hlavní profil	2/panel
7	Connect kotva pro Solo (Alt 2)	16/panel
8	Connect stavitelný závěs (Alt 2)	6/panel
9	Connect stavitelný závěs	6/panel
10	Connect instalační šroub BR	6/panel
Δ Min. celková hloubka systému: Δ1 140 mm / Δ2 200 mm		-



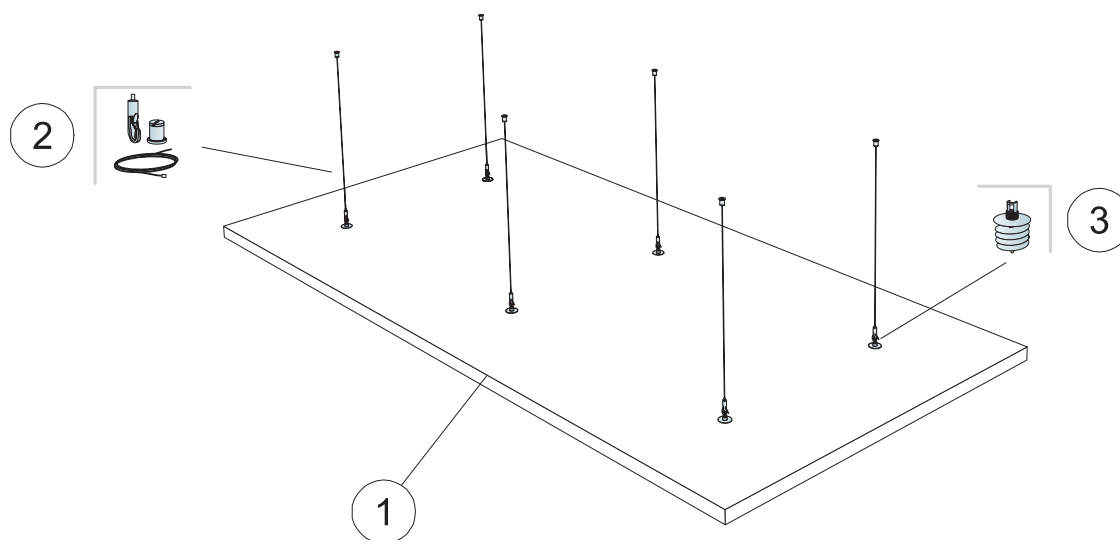
Viz specifikace množství



Instalace s Connect T24 hlavním profilem

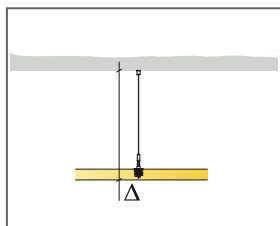


Instalace na závěs klipy

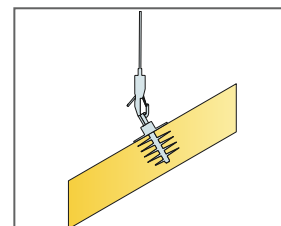
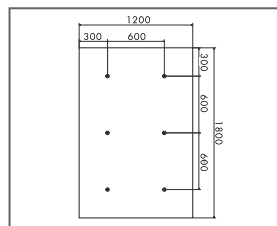
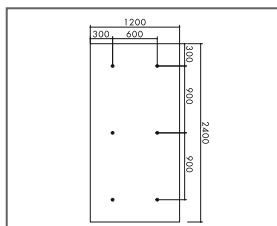


SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

		Rozměry, mm	
		1800x1200	2400x1200
1	Solo Rectangle Kit	2,16m ² /panel	2,88m ² /panel
2		-	-
3		-	-
Δ Min. celková hloubka systému: Δ 140 mm		-	-
		-	-



Viz specifikace množství



Ecophon Extra Bass



SYSTÉMOVÁ ŘADA



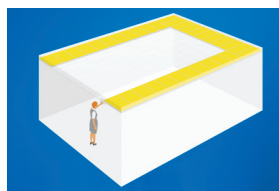
Rozměry, mm	1200x600
Tloušťka (tl.)	50
Instalační diagram	M323



Absorbér Extra Bass



Řez systémem Master Rigid A s
Connect T24



Umístění absorbérů Extra Bass na
podhled Master Rigid.



Akustika



Přístupnost

Produkt lze snadno instalovat a může být ohnut či složen kolem integrovaných zařízení v podhledu. Minimální demontážní hloubka je uvedena v montážním diagramu pro Master Rigid.



Údržba

Nelze použít



Světelná účinnost

Nelze aplikovat.



Interiérové klimatické vlastnosti

Certifikáty / Označení

Francouzská emisní třída VOC, A+



Vliv na životní prostředí

Plně recyklovatelné.



CO₂

Kg CO₂ equiv/m²

1,82

Vycházející z EPD v souladu s normou ISO 14025 / EN 15804



Požární bezpečnost

Země

Standard

Třída

Evropa

EN 13501-1

A2-s1,d0

Jádro panelů je testováno a klasifikováno jako nehořlavé podle EN ISO 1182. Klasifikace reakce na oheň se odvolává na vlastnosti systému Master Rigid (Master Rigid + Extra Bass)



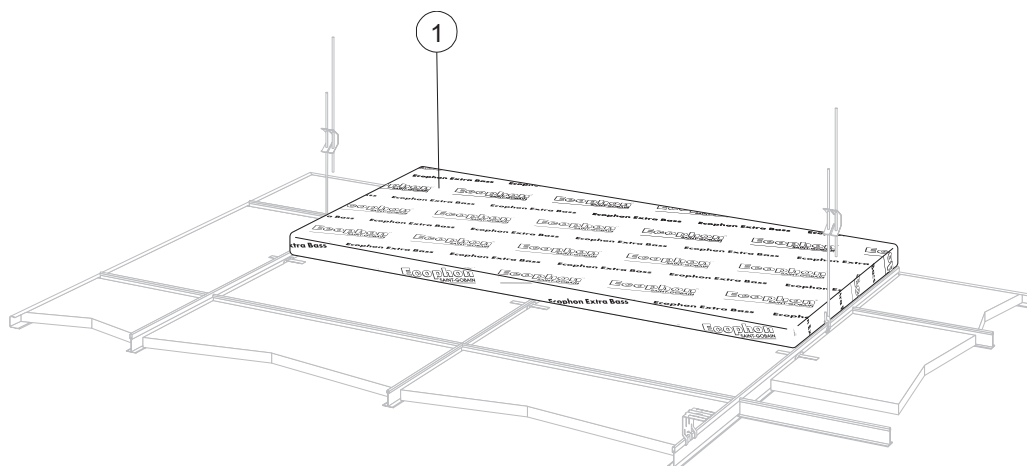
Mechanické vlastnosti

Nelze aplikovat.



Instalace

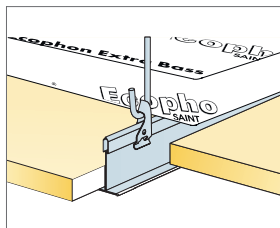
Instalace dle montážního diagramu, instalačního postupu a pomocného výkresu pro systém Master Rigid. Pro informace o minimální celkové hloubce systému viz specifikace množství pro systém Master Rigid.



© Ecophon Group

SPECIFIKACE MNOŽSTVÍ (VČETNĚ PROŘEZU)

		Rozměry, mm
		1200x600
1	Extra Bass (1200x600x50 mm)	0,6/m ²



Zavěšení pomocí stavitelných závěsů a závěs klipů

