

Vývoj plošného tepelně-izolačního materiálu na bázi vypěněného recyklovaného dřeva ze stavebních demolic a jeho charakteristiky

***Symposium Odpadové Fórum
21. – 23. dubna 2026 Hustopeče***

Přemysl Šedivka

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

<http://www.fld.czu.cz>

Email: sedivka@fld.czu.cz, tel.: +420 732 938 639



Proč vyvíjet nový udržitelný akustický a tepelně-izolační materiál?

- Zpřísnování požadavků na energetickou bilanci objektů stran legislativy EU (Směrnice EPBD IV č. 2024/1275).
- Požadavek investorů na užití udržitelných materiálů při výstavbě z důvodu ESG certifikace.
- Požadavek na cenovou dostupnost tepelně-izolačních materiálů.



Základní typy tepelně-izolačních materiálů

Syntetické izolace

Polyuretanová
pěna



Extrudovaný
polystyren



EPS
polystyren



Kamenná vlna
(čedičová)



Pěnové sklo



Minerální izolace

Sklené
vlákno



Dřevní
vlákno



Konopné vlákno



Celulózové
vlákno



Ovčí vlna



Korek



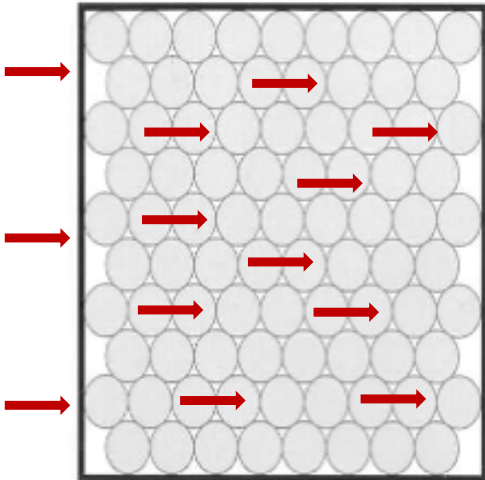
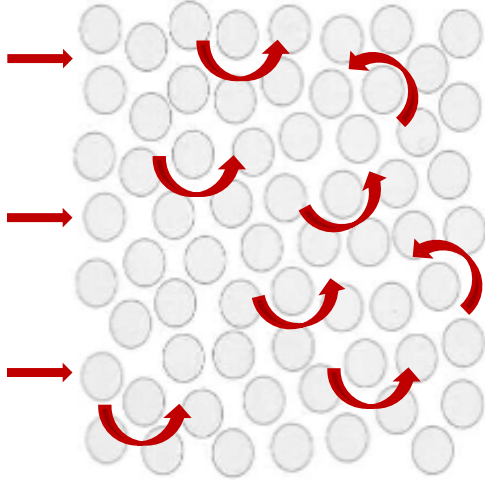
Přírodní izolace

Účinnost tepelně-izolačního materiálu

- **Složka vedení** – ovlivňuje ji hustota izolace, vzájemná přilnavost vláken, velikost vzduchových mezer mezi vlákny, chemické složení, druh dřeviny a další.
- **Složka sálání** – ovlivňuje ji hustota izolace, vzájemná přilnavost vláken, velikost vzduchových mezer mezi vlákny a další.
- **Složka proudění** – kompaktnost povrchu zamezující prostup a proudění vzduchu, hustota izolace, vzájemná přilnavost vláken, velikost vzduchových mezer mezi vlákny a další.



Difuzivita pro vodní páry



- Vzduch je uzavřen v pórech materiálu, odkud nemůže nikam proudit.
 - Snahou je však maximálně omezit proudění vzduchu kolem uzavřených pórů.
 - Transport tepla částečně probíhá i přes vedení materiálem.
-
- Tepelně-izolační účinek lze zvýšit vlivem uzavření povrchu pórů.
 - Transport tepla pokračuje dále, avšak v omezené míře vedením materiálu.

Vstupní surovina

Druhotný materiál dřeva, ligninu, posklizňových zemědělských zbytků či dalších typů druhotných surovin.

Výhody vstupní suroviny

- Druhotná na trhu lehce dostupná surovina.
- V porovnání k rostlému dřevu cenově dostupná.

Nevýhody vstupní suroviny

- Riziko kontaminace vstupní suroviny.
- Neexistuje celoevropský jednotný trh s recyklovaným dřevem.
- Neexistuje jednotný celoevropský systém kvalitativního třídění recyklovaného dřeva.



Akustický tepelně-izolační materiál z vypěněného recyklátu dřeva

Průměr částic/vláken dřeva: 10 μm – 1 mm

Délka částic/vláken dřeva: 10 μm – 5 mm

Výhody částic/vláken

- Možné užití dezintegrovaných částic/vláken recyklovaného dřeva, ligninu, posklizňových zbytků a dalších typů materiálů.
- Proces vypěnění je vhodný i pro malé a středně velké kapacity.
- Velikostí částic/vláken se optimalizuje pevnost materiálu.
- Velikostí vzduchových pórů se optimalizují akustické a tepelně-izolační vlastnosti.

Nevýhody částic/vláken

- Strukturovaný povrch vláken umožňuje vysokou míru nasákavosti vláken pro aditiva/H₂O, tím se zvyšují náklady na sušení vláken a vytvrzování materiálu.



Charakteristiky materiálu z vypěněného recyklátu dřeva

Parametr	Hodnota
Tloušťka	60 mm
Objemová hmotnost	110 kg.m ⁻³
Součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,041 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Faktor difúzního odporu	$\mu = 1,2$
Měrná tepelná kapacita	$c_p = 2110 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Třída reakce na oheň	E dle ČSN EN 13501-1
Napětí v tlaku při 10% stlačení	>110 kPa
Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	>16 kPa

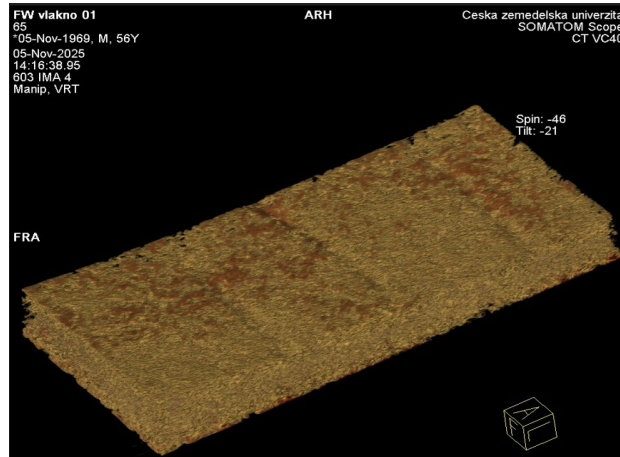
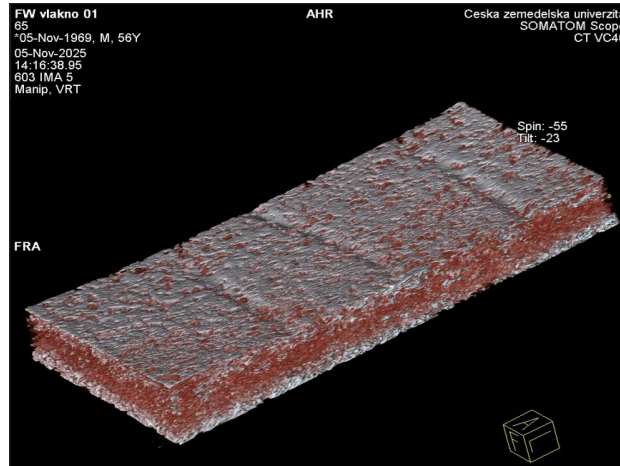


Ověření kvality a tvarování materiálu z vypěněného recyklátu dřeva

Kontrola kvality

Kontrola 3D struktury

Formátování a tvarování



Akustický a tepelně-izolační materiál z vypěněného recyklátu dřeva

Užitný vzor

UŽITNÝ VZOR		(11) Číslo dokumentu: 38 085
		(13) Druh dokumentu: U1
		(51) Int. Cl.: C08L 97/02 (2006.01) B32B 21/02 (2006.01) C08J 9/04 (2006.01) B29C 39/02 (2006.01) E04C 2/16 (2006.01)
(19) ČESKA REPUBLIKA	(21) Cíle přihlášky: (22) Přihlášeno: (47) Zapsáno:	2024-42074 28.06.2024 27.08.2024
URÁD PRŮMYŠLOVÉHO VLASTNICTVÍ		
(73) Majitel: Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6, Suchbát, CZ		
(72) Píseň: Ing. Kryštof Kubista, Nehvizdy, CZ Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D., Dvůr Králové nad Labem, CZ Ing. Ondřej Dvořák, Chyčky, CZ Ing. Petr Horák, Písek, Budějovické Předměstí, CZ		
(74) Zastupitel: HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52, 170 00 Praha 7, Holešovice		
(54) Název užitného vzoru: Kompozitní materiál na bázi vypěněného dřeva		
Úřad průmyslového vlastnictví v zapsaném řízení nejlépe, zla předně užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.		

CZ 38085 U1

Národní patent

PATENTOVÝ SPIS		(11) Číslo dokumentu: 310 498
		(13) Druh dokumentu: B6
		(51) Int. Cl.: C08L 97/02 (2006.01) C08J 9/02 (2006.01) B32B 21/02 (2006.01) B29C 39/02 (2006.01) E04C 2/16 (2006.01)
(19) ČESKA REPUBLIKA	(21) Cíle přihlášky: (22) Přihlášeno: (40) Zveřejněno: (47) Uděleno: (24) Oznamení o udělení ve věstníku: (Věstník č. 33/2025)	2024-264 28.06.2024 13.08.2025 03.07.2025 13.08.2025
URÁD PRŮMYŠLOVÉHO VLASTNICTVÍ		
(56) Relevantní dokumenty: Research News, Effective thermal insulation with wood foam, 04.03.2014 [online]. Retrieved from <https://www.frankfor.de/en/press/research-news/2014-march/effective-thermal-insulation.html>. US 2022039730 A1; WO 2024011309 A1; US 11924921 B2; WO 2022172194 A1.		
(73) Majitel: Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6, Suchbát, CZ		
(72) Píseň: Ing. Kryštof Kubista, Nehvizdy, CZ Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D., Dvůr Králové nad Labem, CZ Ing. Ondřej Dvořák, Chyčky, CZ Ing. Petr Horák, Písek, Budějovické Předměstí, CZ		
(74) Zastupitel: HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52, 170 00 Praha 7, Holešovice		
(54) Název vynálezu: Kompozitní materiál na bázi vypěněného dřeva, způsob jeho výroby a jeho použití		
(57) Anotace: Kompozitní materiál na bázi vypěněného dřeva obsahuje dřevní složku o velikosti částic v rozmezí od 1 mm do 5 mm v množství od 45 do 85 % hmot., stabilizátor v množství od 5 do 45 % hmot. a vypěňovače v množství od 2 do 10 % hmot., přičemž dřevní složka je ve formě dřevní moučky, dřevních vláken, ligninu a nebo technického koptopu, stabilizátorem je koptopový protein, a vypěňovače je vybrané ze skupiny zahrnující syntetická a přírodní vypěňovače, kde syntetická vypěňovače jsou vybraná ze skupiny zahrnující ethoxylát mastného alkoholu obecného vzorce R(OCH ₂ CH ₂) _n OH, ethoxylát mastného alkoholu obecného vzorce R(OCH ₂ CH ₂) _n OSO ₃ H, alkalickou sůl etherovlátní mastného alkoholu obecného vzorce R(OCH ₂ CH ₂) _n OSO ₃ M, alkalickou sůl náftinu mastného alkoholu obecného vzorce ROSO ₃ M a poly(ethylenglykol)methylmethakrylát obecného vzorce H ₂ C=C(CH ₂ CO ₂ (CH ₂ CH ₂ O) _n)CH ₃ , kde R je (C ₈ až C ₁₂)alkyl, n je celé číslo v rozmezí od 1 do 12 a M je vybrané z K ⁺ , Na ⁺ a NH ₄ ⁺ ; a přírodní vypěňovače jsou vybrané z kvasinek čeledi Saccharomycetaceae, a přičemž uvedený kompozitní materiál má hustotu v rozmezí od 30 kg/m ³ do 610 kg/m ³ a velikost pórů v rozmezí od 0,1 mm do 4 mm. Řešení se dále týká způsobu výroby uvedeného kompozitního materiálu a jeho použití.		
Úřad průmyslového vlastnictví v zapsaném řízení nejlépe, zla předně užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.		

CZ 310498 B6

Evropský jednotný patent PCT

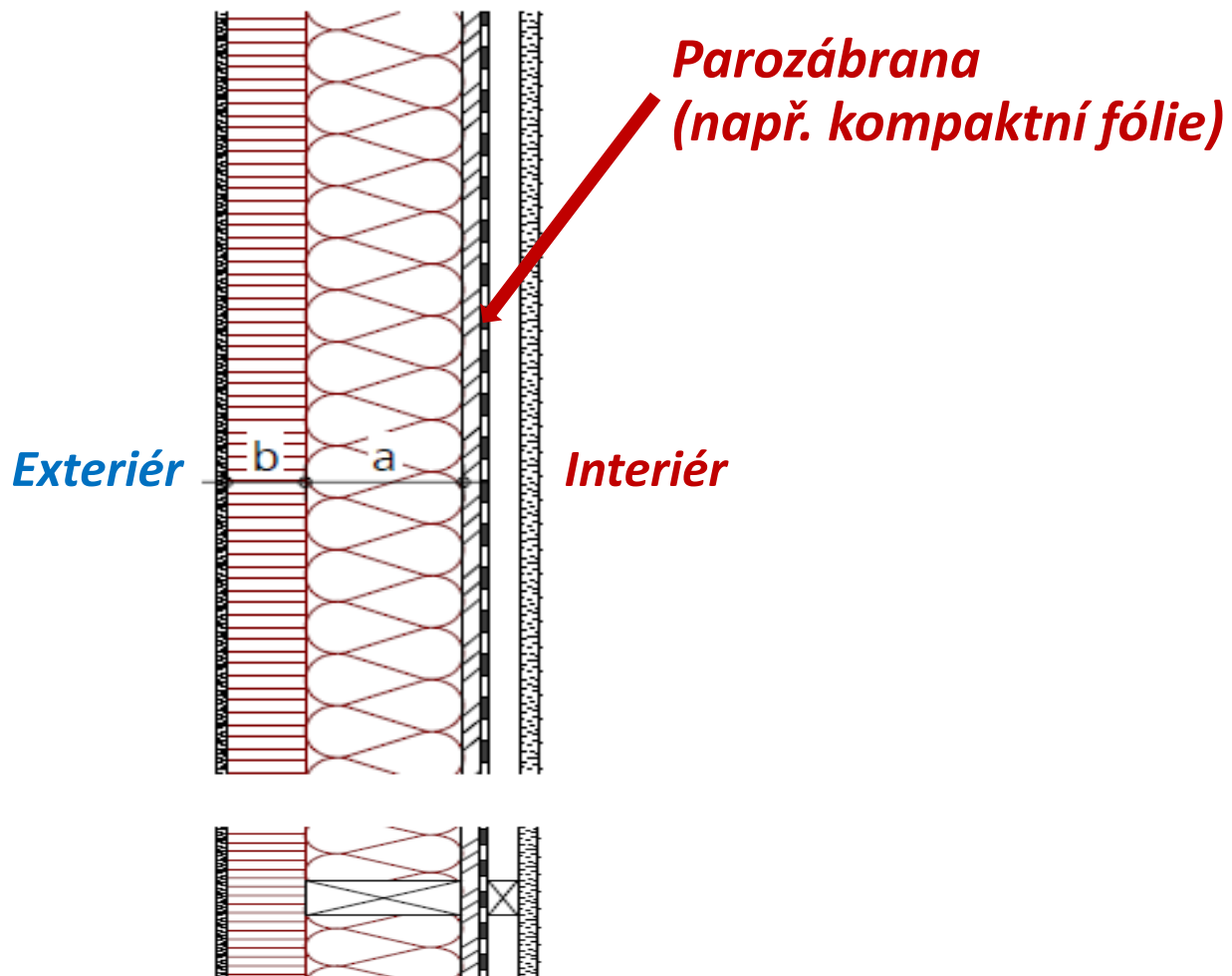
Acknowledgement of receipt											
We hereby acknowledge receipt of your request for grant of a European patent as follows:											
Submission number	14255197										
Application number	EP25173808.4										
File No. to be used for priority declarations	EP25173808										
Date of receipt	30 April 2025										
Your reference	P2038EP00										
Applicant	Ceska zemedelska univerzita v Praze										
Country	CZ										
Title	Composite material based on foamed wood, its production method and use t hereof										
Documents submitted	<table border="1"> <tr> <td>package-data.xml</td> <td>ep-request.xml</td> </tr> <tr> <td>application-body.xml</td> <td>ep-request.pdf (4 p.)</td> </tr> <tr> <td>SPECNONEPO.pdf 2025.04.30_specification_CZ_as filed.pdf (34 p.)</td> <td>CERTPRIO-1.pdf2025.04.02_PV 2024-264_priority document.pdf (38 p.)</td> </tr> <tr> <td>CERTPRIO-2.pdf2025.04.02_PUV 2024-42074_priority document.pdf (38 p.)</td> <td>PRSR-1.pdf2024.11.27_PV 2024-264_search report EN.pdf (3 p.)</td> </tr> <tr> <td>f1002-1.pdf (1 p.)</td> <td></td> </tr> </table>	package-data.xml	ep-request.xml	application-body.xml	ep-request.pdf (4 p.)	SPECNONEPO.pdf 2025.04.30_specification_CZ_as filed.pdf (34 p.)	CERTPRIO-1.pdf2025.04.02_PV 2024-264_priority document.pdf (38 p.)	CERTPRIO-2.pdf2025.04.02_PUV 2024-42074_priority document.pdf (38 p.)	PRSR-1.pdf2024.11.27_PV 2024-264_search report EN.pdf (3 p.)	f1002-1.pdf (1 p.)	
package-data.xml	ep-request.xml										
application-body.xml	ep-request.pdf (4 p.)										
SPECNONEPO.pdf 2025.04.30_specification_CZ_as filed.pdf (34 p.)	CERTPRIO-1.pdf2025.04.02_PV 2024-264_priority document.pdf (38 p.)										
CERTPRIO-2.pdf2025.04.02_PUV 2024-42074_priority document.pdf (38 p.)	PRSR-1.pdf2024.11.27_PV 2024-264_search report EN.pdf (3 p.)										
f1002-1.pdf (1 p.)											
Submitted by	CN=secure.epoline.org										
Method of submission	Online										
Date and time receipt generated	30 April 2025, 19:09 (CEST)										

Obkladový akustický a tepelně-izolační materiál z vypěněného recyklátu dřeva

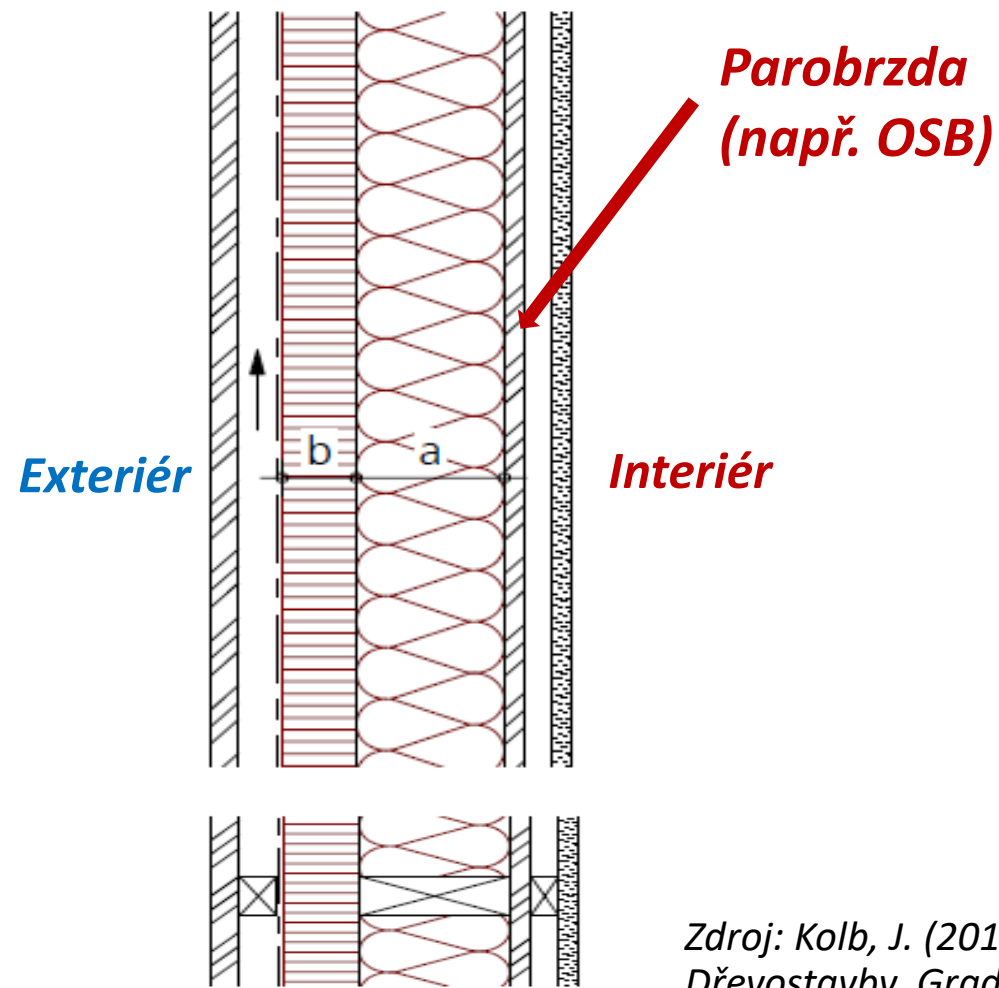


Typy skladeb obvodového pláště rámových konstrukcí dřevostaveb

**Difuzně uzavřená skladba
rámové konstrukce**



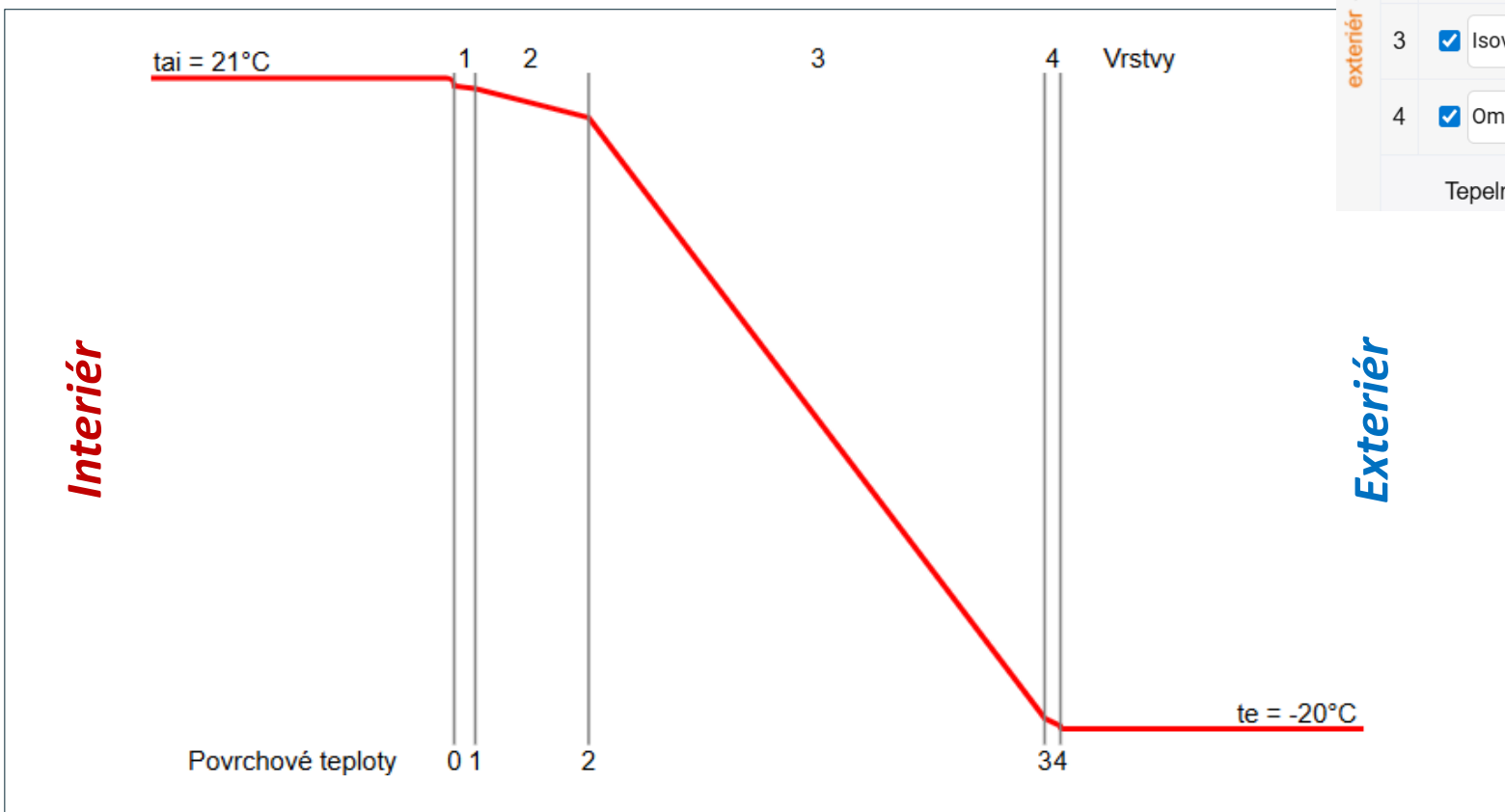
**Difuzně otevřená skladba
rámové konstrukce**



Průběh teplot v konstrukci

- Optimalizace návrhu skladeb obvodového pláště stavby pro eliminaci vzniku rosného bodu.

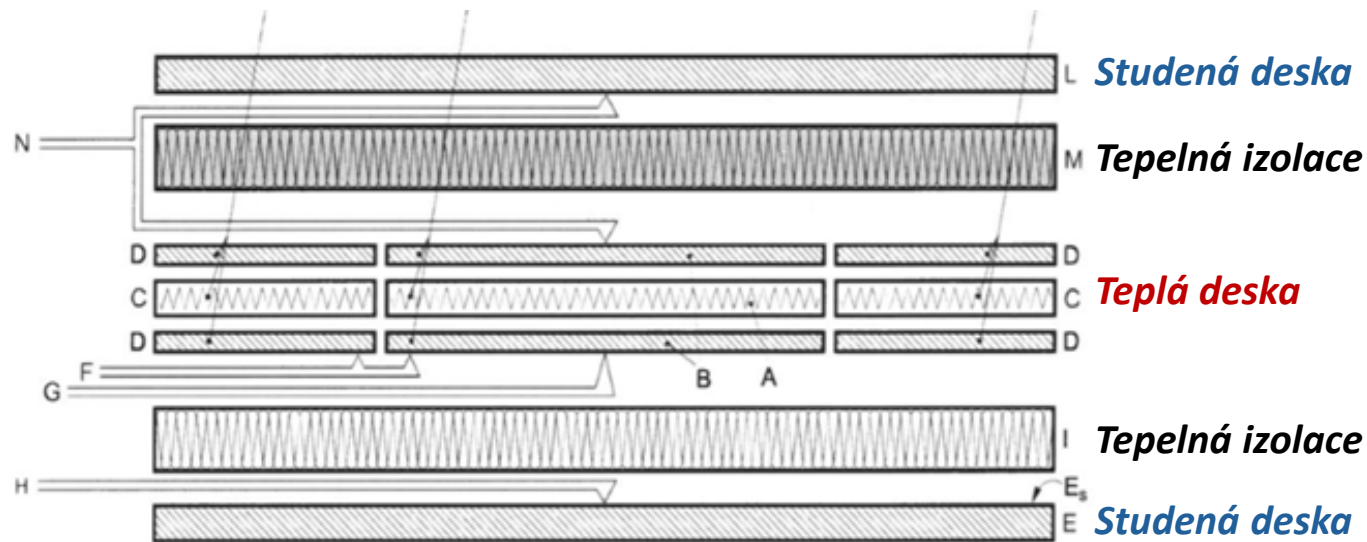
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si}					0,13	m ² K/W	$\theta_0 = 20.17 \text{ °C}$
j	Materiál	d [m]	λ_u [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_j [m ² K/W]	θ_j [°C]		
1	<input checked="" type="checkbox"/> Sádroláknitá deska fermacell (tl.)	0,018	0,32	0.056	19.99		
2	<input checked="" type="checkbox"/> Dřevo rostlé měkké, tepelný tok ko	0,10	0,18	0.556	18.16		
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover UNI	0,40	0,035	11.429	-19.38		
4	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka perlitová	0,015	0,1	0.15	-19.87		
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce R_{se}					0,04	m ² K/W	$\theta_e = -20 \text{ °C}$



Součinitel tepelné vodivosti λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)

- **Součinitel tepelné vodivosti je materiálová vlastnost, která udává schopnost materiálu vést teplo.**
- **Kalibrovaná skříň s integrovanou teplou deskou a sond Taurus TLP 900, zkouška dle ČSN EN 12939.**

Charakteristika	Technická data	
Rozpětí měření	0,005 – 2,0 W/m.K	
Velikost testovaného vzorku (mm)	500x500 – 800x800 mm	
Tloušťka vzorku (mm)	10 – 300 mm	
Rozpětí teplot	Deska pro chlazení	-10 až +50°C
	Deska pro vyhřívání	0 až +60°C
Napětí	110 – 230 V 50/60 Hz	



ČSN EN 12939 Tepelné chování stavebních materiálů a výrobků - Stanovení tepelného odporu metodami chráněné topné desky a měřidla tepelného toku - Výrobky s velkou tloušťkou o vysokém a středním tepelném odporu

Faktor difuzního odporu μ (bez jednotek)

- **Faktor difuzního odporu uvádí, kolikrát lépe propouští vodní páru nehybná vrstva vzduchu než stejně silná vrstva daného materiálu.**
- GraviTest – testování průniku vlhkosti na bázi difuzního spádu páry.
- ČSN 72 7030: Stanovení součinitele difúze vodní páry stavebních materiálů. Všeobecná část.
- ČSN EN 1931: Hydroizolační pásy a fólie – Asfaltové, plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech – Stanovení propustnosti vodní páry.
- ČSN EN ISO 12572: Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků – Stanovení prostupu vodní páry.
- ČSN EN 12086: Tepelně-izolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Stanovení propustnosti pro vodní páru.



Měrná tepelná kapacita

- **Měrná tepelná kapacita je fyzikální veličina, která udává, jaké množství tepla (energie v Joulech), jež je třeba dodat materiálu, aby se jeho teplota zvýšila o 1 K (1 °C).**
- Diferenční skenovací kalorimetr.
- Stanovení měrné tepelné kapacity:

$$c_p = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

kde

c_p měrná tepelná kapacita [J.kg⁻¹.K⁻¹]

Q teplo [J]

m hmotnost [kg]

Δt rozdíl mezi konečnou a počáteční teplotou [K nebo °C]



Třída reakce na oheň

- **Třída reakce na oheň (dle ČSN EN 13501-1) klasifikuje stavební materiály podle jejich chování při požáru, zejména hořlavosti, uvolňovaného tepla, rychlosti šíření plamene a produkce kouře.**

Stupeň hořlavosti	Charakteristika
A1	Nehořlavé materiály, které nepřispívají k šíření ohně.
A2	Nehořlavé materiály, které minimálně přispívají k šíření ohně.
B	Obtížně hořlavé materiály s omezeným šířením ohně.
C	Středně hořlavé materiály, které pomalu šíří oheň.
D	Hořlavé materiály, které mohou přispět k šíření ohně.
E	Velmi hořlavé materiály, které snadno šíří oheň.
F	Materiály, které nejsou testované anebo nevyhovují žádné z kategorií.

Třída reakce na oheň

- EN 11925-2 Zápalnost – stanovení zápalnosti.
- EN ISO 1182 Nehořlavost – stanovení nehořlavosti izolace.
- ČSN EN 13823+A1 Zkoušení reakce stavebních výrobků na oheň - Stavební výrobky kromě podlahových krytin vystavené tepelnému účinku jednotlivého hořícího předmětu.
- ČSN EN ISO 1716 Zkoušení reakce výrobků na oheň - Stanovení spalného tepla (kalorické hodnoty).
- ISO 5659 Intenzita doutnavosti – stanovení optické hustoty kouře v kouřové komoře. ČSN 640149 Bod vznícení – stanovení bodu vznícení.
- ISO 5660 Hmotnostní úbytek – stanovení hmotnostního úbytku.



Děkuji Vám za pozornost

Přemysl Šedivka

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů
<http://www.fld.czu.cz>

Email: sedivka@fld.czu.cz, tel.: +420 732 938 639

