



® TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.  
Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Oznámený subjekt, Certifikační orgán, Inspekční orgán  
Accredited Testing Laboratory, Authorised Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body  
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Czech Republic pobočka 0600 - Brno, Hněvkovského 228/77, 617 00 Brno

Pobočka 0600 – Brno

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

o posouzení použitelnosti tepelné izolace na bázi MW  
do vnějších tepelněizolačních kompozitních systémů (ETICS) pro  
použití na území se základní rychlosťí větru do 26 m/s

**č. 060-050311**

Zadavatel 1: **Asociace výrobců minerální izolace z.s.**

**Kubánské náměstí 1391/11**

**100 00 Praha - Vršovice**

**IČO: 70917914**

Zakázka:

**Z060190182**

Zadavatel 2:

**Asociácia výrobcov minerálnej izolácie**

**Račianska 88B**

**831 02 Bratislava, Slovenská republika**

**IČO: 50022261**

Zakázka:

**Z060190181**

Vypracoval:

**Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.**

**190 00 Praha, Prosecká 811/76a**

**pobočka 0600 – Brno, 617 00 Brno, Hněvkovského 228/77**

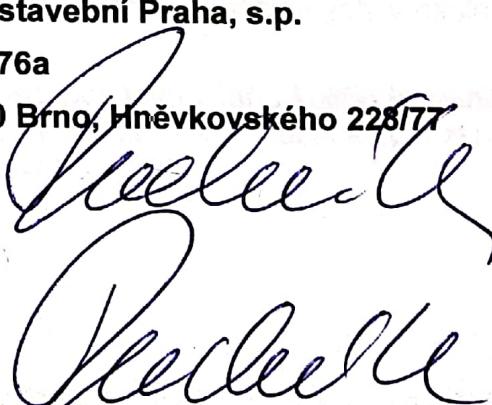
Řešitel:

**Ing. Miroslav Procházka**

Počet stran:

**6**



  
**Ing. Miroslav Procházka**  
ředitel pobočky

Brno, 30. března 2020

## 1. Předmět zprávy a použité podklady

Tato zpráva byla vypracována podle požadavku Asociace výrobců minerální izolace z České republiky a Asociácie výrobcov minerálnej izolácie ze Slovenskej republiky za účelem posouzení použitelnosti tepelněizolačních desek na bázi minerální vlny ve vnějších tepelněizolačních kompozitních systémech (ETICS).

Jako podklad pro vypracování zprávy byly použity následující písemné podklady:

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh (CPR)
- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou
- ČSN EN 13162 Tepelněizolační výrobky pro budovy - Průmyslově vyráběné výrobky z minerální vlny (MW) - Specifikace
- ČSN EN 826 Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Zkouška tlakem
- ČSN EN 1607 Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Stanovení pevnosti v tahu kolmo k rovině desky
- ČSN EN 12090 Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Zkouška smykiem
- ČSN EN 12430 Tepelněizolační výrobky pro použití ve stavebnictví - Stanovení odolnosti při bodovém zatížení
- ČSN 01 0250 Statistické metody v průmyslové praxi
- ČSN 73 2902 Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) - Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem.

Zpráva dále vychází z provedených zkoušek a vlastností výrobků, obsažených v následujících dokumentech:

- Protokol č. 060-050300 o zkoušce objemové hmotnosti; pevnosti v tahu kolmo k rovině desky; pevnosti v tlaku, bodového zatížení, pevnosti ve smyku, vydal Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., pobočka Brno, ze dne 26.3.2020.

## 2. Situace

### **2.1 Účinky zatížení obecně**

Použitelnost jakékoliv stavební konstrukce je obecně založena na principu, že její bezpečná odolnost vůči účinkům zatížení je rovna nebo je vyšší, než účinky nejvyššího zatížení, předpokládaného pro daný účel použití. Toto kritérium přitom musí být podle Nařízení (EU) pro stavební výrobky č. 305/2011 (CPR) plněno po celou dobu přiměřené ekonomické životnosti dané konstrukce.



Podmínky pro různé návrhové stavy a kombinace působících zatížení jsou konkrétně popsány v ČSN EN 1990.

U vnějšího tepelně izolačního kompozitního systému (ETICS) se obecně předpokládá, že po dobu své existence bude zejména chránit vnitřní prostor před nadmernými tepelnými ztrátami. K tomu musí být zachována celistvost systému, na který mimo jeho vlastní hmotností působí po celou dobu existence i klimatické vlivy, zejména vítr a kolísání teploty.

Zatížení konstrukce pro jednotlivé typy zatížení se obecně stanoví podle ČSN EN řady 1991, konkrétně:

- ČSN EN 1991-1-1 pro zatížení vlastní hmotností
- ČSN EN 1991-1-4 pro zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-5 pro zatížení teplotou.

Kombinace jednotlivých zatížení se stanoví podle zásad obsažených v ČSN EN 1990.

## 2.2 Zatížení vlastní hmotností

Zatížení vlastní hmotnosti je určeno konstrukcí systému. Charakteristická hodnota zatížení tepelnou izolací se stanoví podle ČSN EN 1991-1-1 z tloušťky a charakteristické objemové tíhy daného materiálu, u vnějšího souvrství se uvažuje stanovenou maximální hmotností, která podle ČSN 73 2902 je  $20 \text{ kg/m}^2$ .

Návrhová hodnota se stanoví jako součin charakteristické tíhy a dílčího součinitele zatížení  $\gamma_f = 1,35$ .

## 2.3 Zatížení větrem a teplotou

Zatížení větrem a teplotou se stanoví podle ČSN EN 1991-1-4 (vítr) a/nebo ČSN EN 1991-1-5 (teplota).

U zatížení větrem se zohledňuje výška budovy, základní rychlosť větru a kategorie terénu podle polohy budovy, a poloha uvažované plochy na pláště budovy. Rozlišuje se sání a tlak větru, při stanovení úrovně zatížení se uvažuje se součinitelem vnějšího tlaku větru  $c_{pe,1}$ , platným pro plochu  $1 \text{ m}^2$ , pro sání větru o hodnotě  $-1,4$ ; pro tlak větru o hodnotě  $+0,8$ .

Zatížení větrem nezohledňuje vliv krátkodobých poryvů větru, které podle zkušeností svou rychlostí překračují základní rychlosť větru, stanovenou pro příslušnou geografickou polohu.

U zatížení teplotou se zohledňuje barva povrchu a orientace plochy vůči světovým stranám. Úroveň vneseného zatížení dále závisí na tloušťce a modulu pružnosti daného materiálu, součiniteli délkové teplotní roztažnosti a na geometrickém usporádání zatěžované plochy, zejména přítomnosti pevných bodů.

Návrhová hodnota se stanoví jako součin charakteristického zatížení a dílčího součinitele zatížení  $\gamma_f = 1,50$ .

V kombinaci se zpravidla uvažuje pouze první nebo druhé zatížení, nikoliv obě současně.



## 2.4 Kombinace zatížení a dílčí součinitel bezpečnosti $\gamma_M$ podle ČSN EN 1990

Pravidla pro stanovení kombinace zatížení uvádí ČSN EN 1990.

Dílčí součinitel bezpečnosti  $\gamma_M$ , uvažovaný pro nastavení minimální mezní hodnoty mechanických vlastností, musí vyjadřovat všechny vlivy, které mohou v průběhu životnosti snížit jejich počáteční úroveň, zejména:

- Vlivy kolísání výroby materiálu
- Vlivy manipulace, skladování a dopravy
- Vlivy zpracování a instalace materiálu, včetně použití za limitních okrajových podmínek
- Vlivy degradace v důsledku stárnutí
- Jiné nespecifikované vlivy, které se mohou projevit (např. cyklický nebo pulsní charakter zatížení).

Pro případ ETICS hodnota dílčího součinitele bezpečnosti  $\gamma_M$  stanovena není. Kvalifikovaným odhadem lze pro tepelnou izolaci na bázi minerální vlny na základě zhodnocení účinku jednotlivých působících vlivů a pravděpodobnosti jejich uplatnění při jejich kombinaci stanovit velikost součinitele  $\gamma_M$  v rozsahu cca 3,0 až 3,5, přitom platí nepřímá úměra, tj. čím vyšší a spolehlivější je počáteční úroveň dané vlastnosti, tím nižší lze uvažovat hodnotu součinitele  $\gamma_M$ .

## 2.5 Předpoklady posouzení

Při posouzení stavební konstrukce se tato podle čl. 2.1 ČSN EN 1990 posuzuje podle kritérií únosnosti, použitelnosti a aplikovatelnosti pro jednotlivé podklady.

Při posouzení únosnosti konstrukce se postupuje podle čl. 3.3 a 6.4 ČSN EN 1990 a posuzované zatížení a odolnost konstrukce se uvažují návrhovými hodnotami.

Při posouzení použitelnosti konstrukce se postupuje podle čl. 3.4 a 6.5 ČSN EN 1990 a posuzované zatížení a odolnost konstrukce se uvažují charakteristickými hodnotami.

## 3. Vyhodnocení

V konstrukci ETICS na bázi tepelné izolace na bázi minerální vlny (MW) podle EN 13162 musí izolační materiál mimo tepelně izolační funkci plnit požadavky na požární bezpečnost, odolnost vůči klimatickým vlivům, zejména účinkům větru a teploty, a v některých případech i požadavky akustické.

Ze zkušeností je známo, že požadavky na složení výrobku z hlediska jednotlivých základních požadavků si většinou protiřečí a z toho důvodu je nutné při konstrukci výrobku mezi nimi činit kompromisy a jednotlivé vlastnosti výrobku vzájemně optimalizovat.

V případě odolnosti vůči klimatickým vlivům se zejména účinky větru velmi významně mění v důsledku polohy a výšky objektu, na němž je ETICS instalovaný. Ty dosahují hodnot pro výšku 5,0 m; základní rychlosť větru 24 m/s, kategorie terénu IV a po výšku 50,0 m; základní rychlosť větru 26 m/s, kategorie terénu I:

- sání větru: od 0,45 kPa do 3,38 kPa
- tlak větru: od 0,33 kPa do 1,93 kPa.



Rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou je tak přibližně sedminásobný. Stanovení minimálních požadovaných hodnot musí odpovídat nejméně úrovni maximálního zatížení při zohlednění všech vlivů.

Za uvedeného stavu je proto vhodné stanovit požadavek na úroveň vlastností tepelné izolace na bázi minerálních vláken s podélnou orientací vlákna více hodnotami podle velikosti a výšky objektu. Jediná hodnota by musela vycházet z nejvyšší úrovně zatížení, odpovídající stavbám výšky, která se používá spíše výjimečně. Pro zbyvající, naprostou většinu ostatních staveb by taková úroveň byla zbytečná a z toho důvodu neekonomická.

Podle charakteru výstavby lze odvodit s ohledem na četnost použití následující úrovně:

- Základní úroveň: objekty obvyklé bytové výstavby, odpovídající 8-mi až 16-ti podlažním bytovým domům; na území se základní rychlosť větru nepřekračující 26 m/s lze za mezní úroveň považovat výšku 50 metrů. Zřejmě půjde o objekty představující největší instalovanou plochu ETICS.
- Zvýšená úroveň: objekty přesahující výškou úroveň základní. S výškou významně nárůstá působící zatížení větrem, v čase lze očekávat, že toto zatížení se nebude měnit např. v důsledku zastínění další zástavbou v okolí nebo rostoucí vegetací.
- Jednoduchá úroveň: zejména rodinné domy, u nichž zatížení účinky větru nebude z hlediska jejich výšky nikdy dosahovat kritických hodnot. Naopak lze očekávat zvýšený tlak na ekonomickou efektivitu zateplení.

Ve vztahu ke statickému působení zatížení na ETICS, vlivům při provádění, vlivům stárnutí a ve vztahu k předpokládaným používaným tloušťkám tepelné izolace, plynoucím z požadavku na omezení spotřeby energie, plyne, že z hlediska dlouhodobé trvanlivosti ETICS je nutné stanovit požadovanou minimální úroveň více vlastností, které musejí být splněny současně.

Při stanovení požadavků je nutné zohlednit následující kritéria:

- Zatížení stanovené podle EN 1991-1-1 pro vlastní hmotnost, EN 1991-1-4 pro účinky větru a EN 1991-1-5 pro účinky teploty;
- Všechny vlivy, způsobující snížení původní úrovně vlastnosti, vyjádřené dílčím součinem bezpečnosti  $\gamma_m$ ;
- Definice statického působení jednotlivých typů systémů ETICS, stanovené v ETAG 004;
- Definice stanovení jednotlivých vlastností tepelné izolace na bázi MW podle příslušných zkušebních EN a deklarování jejich úrovně podle harmonizované EN 13162, zpravidla řešené jako průměrná hodnota výsledků zkoušek, vyšší, než stanovená mezní hodnota;
- Zkušenosti s používáním izolačních materiálů na bázi MW ve stavbách, včetně zkušeností z posuzování vzniklých vad a poruch;
- Zkušenosti ze zkoušek ETICS podle ETAG 004, zejména znalost chování systému při zkoušce odolnosti proti protažení hmoždinky a chování tepelné izolace na bázi MW s podélnou orientací vlákna při zkouškách účinků stárnutí;
- Ekonomická efektivnost zateplení.

Z pracovních diagramů ze zkoušek komponent a subsystémů ETICS vyplývá, že při reálných tloušťkách tepelné izolace kolem 200 mm je navrhování nutné řídit velikostí deformací, nikoliv maximální hodnotou sil, dosažených při zkoušce.



Na základě uvedených skutečností doporučujeme stanovit požadované mezní hodnoty jednotlivých vlastností pro jednotlivé úrovně aplikace pro základní rychlosť větru nepřekračující hodnotu 26,0 m/s následovně:

Vlastnost	Úroveň použití / Typ objektu			
	Jednoduchá	Základní	Zvýšená	
Typ objektu	rodinné domy, domy výšky do 12 m	domy výšky do 20 m	domy výšky do 50 m	domy výšky přesahující 50 m
Pevnost v tahu kolmo k rovině desky	TR 7,5 min. 7,5 kPa	TR 7,5 min. 7,5 kPa	TR 10 min. 10 kPa	TR 15 min. 15 kPa
Pevnost při stlačení 10 %	CS(10) 20 min. 20 kPa	CS(10) 30 min. 30 kPa	CS(10) 30 min. 30 kPa	CS(10) 40 min. 40 kPa
Pevnost ve smyku *) ve směru kolmém k delší straně desky	SS 8 min. 8 kPa	SS 8 min. 8 kPa	SS 10 min. 10 kPa	SS 10 min. 10 kPa
Pevnost při bodovém zatížení při deformaci 5 mm	PL(5) 250 min. 250 N	PL(5) 250 min. 250 N	PL(5) 300 min. 300 N	PL(5) 400 min. 400 N

Poznámka: \*) Z provedených zkoušek vyplynulo, že pevnost ve smyku a zejména modul pružnosti ve smyku (z něj se odvíjí velikost deformace) přímo závisí na orientaci vláken v desce ve vztahu ke stranám desky (délce a šířce). Desky mohou mít vlákna orientovaná jak souběžně s podélnou stranou desky, tak kolmo na ni. Pevnost ve smyku a modul pružnosti ve smyku musejí být stanoveny ve směru kolmém k delší straně desky, tj. ve směru v němž obvykle působí gravitace.

Uvedené limity respektují následující způsoby porušení:

- Stabilita ETICS na podkladu podle jeho statického působení
- Porušení ETICS selháním tepelné izolace účinky sání větru
- Deformace povrchu tepelné izolace pod talířkem hmoždinky účinky sání větru
- Deformace povrchu tepelné izolace vůči upevněné hmoždince účinky tlaku větru
- Současně s tepelné izolací a vnějším souvrstvím na silové účinky teplotních objemových změn
- Vnější vlivy manipulace, dopravy, skladování, instalace a stárnutí materiálu tepelné izolace.

Požadované úrovně jednotlivé vlastnosti materiálu tepelné izolace musejí být plněny současně, aby ETICS odolal všem působícím vlivům. Nelze vyloučit, že z důvodu dosažení požadované úrovně jedné vlastnosti budou ostatní vlastnosti plněny s rezervou.

S ohledem na deformace při dosažení únosnosti, pravidelně zjišťované při zkoušce odolnosti hmoždinky při protažení, lze doporučit, aby pro mechanické upevnění tepelné izolace ve výškové úrovni přesahující 12 metrů byly podle výsledků optimalizačního výpočtu používány hmoždinky s rozšiřujícím talířkem o průměru nejméně 90 mm.

