



www.tzus.eu

Revize ČSN 73 2902

Listopad 2020

TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA s.p.

Pro Vaši důvěryhodnost.

Důvody revize ČSN 73 2902

- Změny v legislativě, zejména přijetí CPR
- Současná verze dokončena 12/2010
- **Změny v ETICS:**
 - **Větší používané tloušťky a změny vlastností tepelné izolace**
 - **Vývoj v konstrukci a montáži hmoždinek**
- Zkušenosti s používáním stávající verze normy
- **Revize bude platit od 1.1.2021**

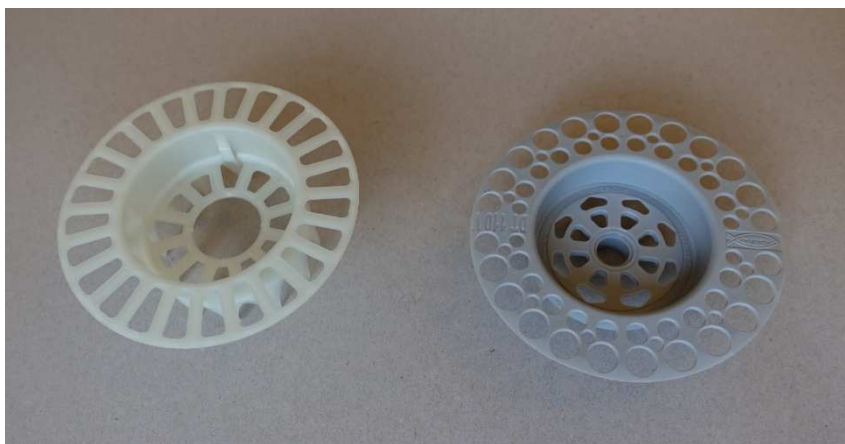
Změny formální

- Zapracování CPR + již dříve vydaných EAD pro hmoždinky (330196-01-0601)
- Zapracování EAD 040083-00-0404 (konvergovaný ETAG 004 - ETICS)
- Revize a doplnění použité terminologie
Upřesnění (doplnění) termínů (čl. 3.1.2):
 - Hmoždinky zatloukací
 - Hmoždinky šroubovací
 - Hmoždinky nastřelovací

Změny věcné:

- Definice způsobu montáže:

- Povrchová: celý talířek nebo jeho podstatná část se opírá o povrch tepelné izolace (čl. 3.1.8)
- Zapuštěná: celý talířek je pod povrchem tepelné izolace (čl. 3.1.9)
- Speciální: talířek je zavrtaný do tepelné izolace (čl. 3.1.10)



Široký prostorově tvarovaný talířek pro povrchovou montáž



Talířek pro speciální montáž

Způsob návrhu zůstal zachován

- Došlo ke zpřesnění výpočetního vztahu v návaznosti na rozměry desek tepelné izolace (zejména s ohledem na MW)
- Je upřednostněna podrobná metoda návrhu (zjednodušená metoda navrhování se přesunula do přílohy)

Pro zjednodušenou metodu jsou doplněné tabulky počtu hmoždinek na m² pro desky rozměru 600x1000 mm (tj. MW) a přepočítávací tabulka.

- Deskové materiály jsou v novele normy popsány jako skupina podkladu „F“ s odkazem na EAD 331433-00-0601 (pěnové kotvy Spiral Anksys® SA)

Vlivy podkladu

Změny věcné:

- Upřesnění součinitele γ_{Mc} pro montáž v dutinových prvcích:
V děrovaných a dutinových prvcích se doporučuje vždy vycházet ze stanovení odolnosti proti vytažení ze zkoušky in situ!

 Tabulka 3 – Dílčí součinitel γ_{Mc}

Druh materiálu nosné vrstvy podkladu ¹⁾		Způsob montáže	
		a	b
obyčejný beton prostý nebo vyztužený třídy pevnosti nejméně C12/15 tloušťky nejméně 100 mm		1,2	1,8
vnější betonová vrstva sendvičových stěnových panelů (moniérka) tloušťky nejméně 50 mm ²⁾		1,3	2,0
zdivo z plných cihel nebo kamene ³⁾		1,8	2,5
zdivo nebo dílce z dutinových prvků ⁵⁾	zdivo z pálených zdicích prvků	1,5	2,2
	zdivo z vápenopískových nebo z betonových zdicích prvků	1,3	2,0
zdivo nebo dílce z mezerovitého betonu z pórovitého kameniva		2,0	2,5
zdivo nebo dílce z autoklávovaného pórobetonu		1,5	2,0
deskové materiály		1,5	2,5
jiný druh materiálu nosné vrstvy podkladu ⁴⁾		2,0	2,5

¹⁾ Při stanovení dílčího součinitele γ_{Mc} byly zohledněny vlastnosti materiálu včetně jejich rovnoměrnosti, a u zdiva i četnost spár a jejich vlastnosti. U smíšeného zdiva se použije dílčí součinitel γ_{Mc} odpovídající tomu druhu materiálu, který byl zjištěn průzkumem a u něž je v tabulce 3 uvedena nejvyšší hodnota.

²⁾ Pro vrstvu menší tloušťky se použijí hodnoty platné pro dutinové materiály.

³⁾ Za plný materiál se považují i zdicí prvky o ploše svislých otvorů do 15 % ložné plochy.

⁴⁾ Odborným posouzením výsledků průzkumu nosné vrstvy podkladu podle 5.3 a stanovením odolnosti hmoždinky proti vytažení z podkladu zkouškou in situ podle přílohy A může být ve stavební dokumentaci stanovena jiná hodnota součinitele γ_{Mc} , ne však menší než 1,2 pro způsob montáže a, nebo 1,8 pro způsob montáže b.

⁵⁾ Podle výsledku průzkumu vlastností podkladu může být ve stavební dokumentaci stanovena vyšší hodnota součinitele γ_{Mc} , protože tloušťka obvodového žebra zdicího prvku významně ovlivňuje dlouhodobou spolehlivost upevnění hmoždinky v materiálu nosné vrstvy podkladu.

POZOR:

Při zkoušce odolnosti hmoždinky proti vytažení z podkladu in situ podle Přílohy A, prováděné ve zdivu (zejména z plných cihel), se zkouška má provádět v ploše zdicích prvků.

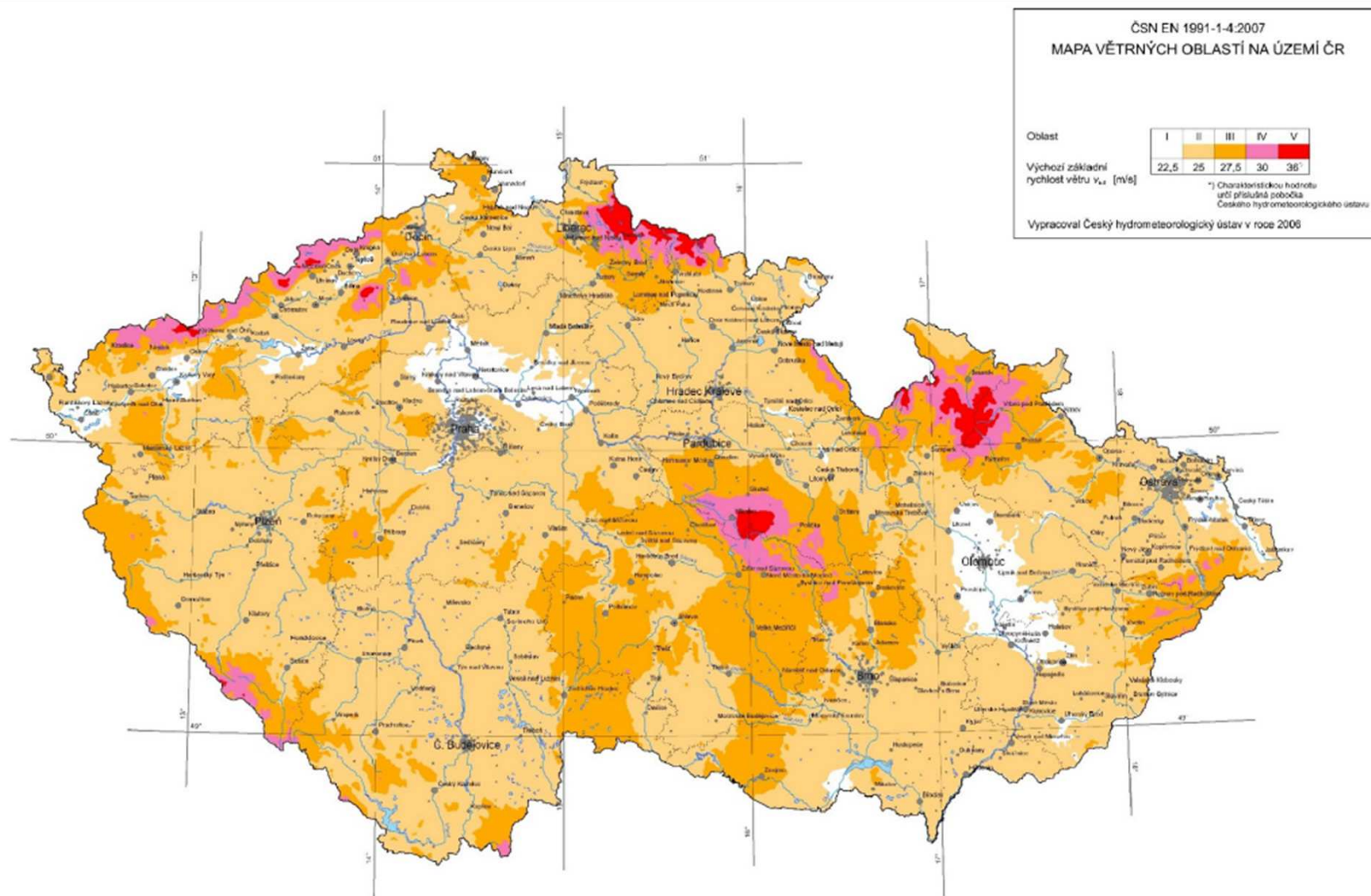
S výsledky dosaženými ve spárách zdiva nebo ovlivněnými jejich blízkostí se při stanovení N_{RK} ze zkoušky in situ neuvažuje.

Přítomnost spár ve zdivu je vyjádřena nastavenou úrovní dílčího součinitele bezpečnosti γ_{Mc} .

Hodnota N_{RK} udávaná v ETA hmoždinky vyjadřuje i jiné vlastnosti (vliv stárnutí, vliv dlouhodobého zatížení), než pouze odolnost na vytažení z podkladu, proto ji nelze zkouškou in situ nikdy překročit!

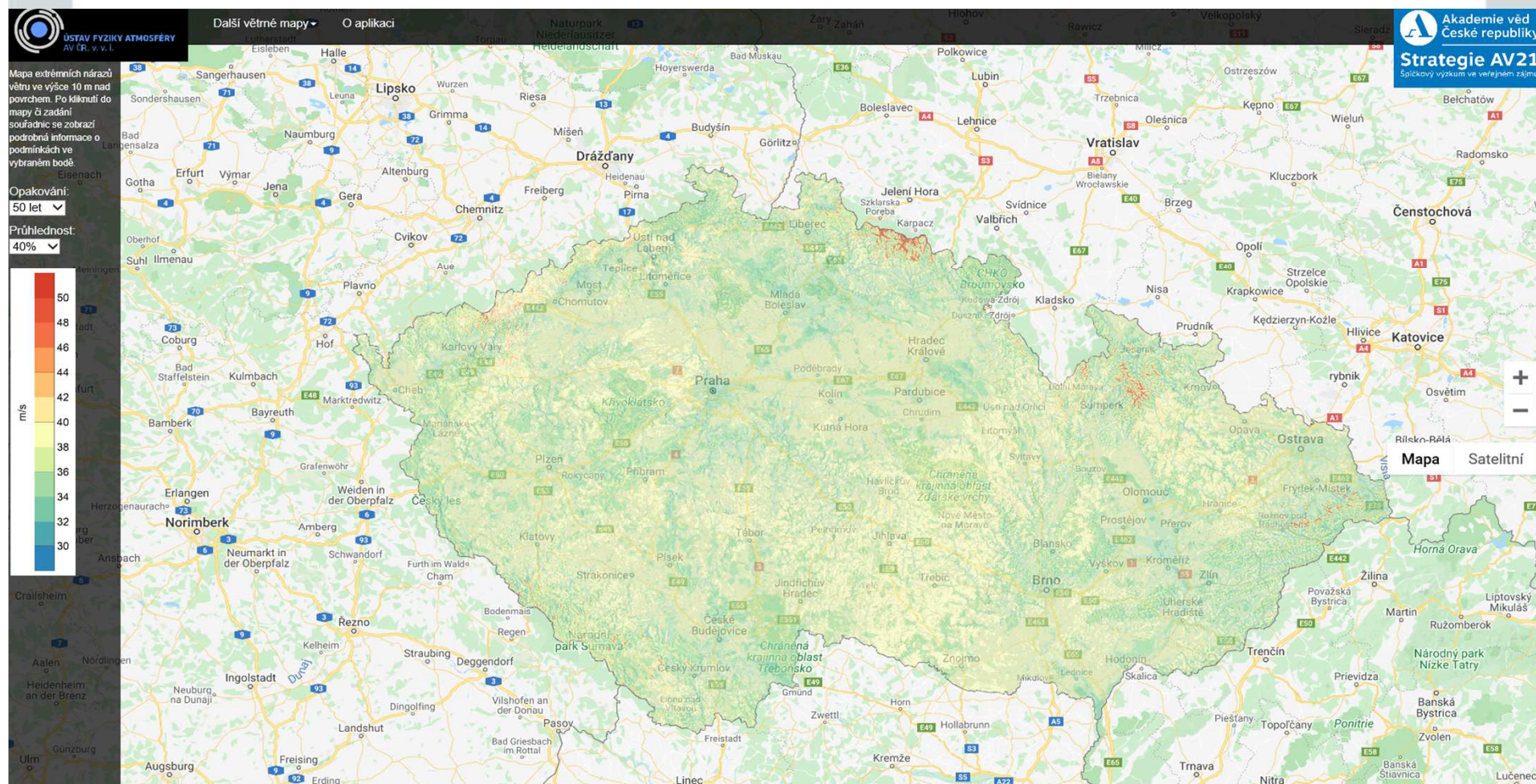
Vlivy zatížení větrem

ČSN EN 1994-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – zatížení větrem



Mapa extrémních nárazů větru ve výšce 10 m

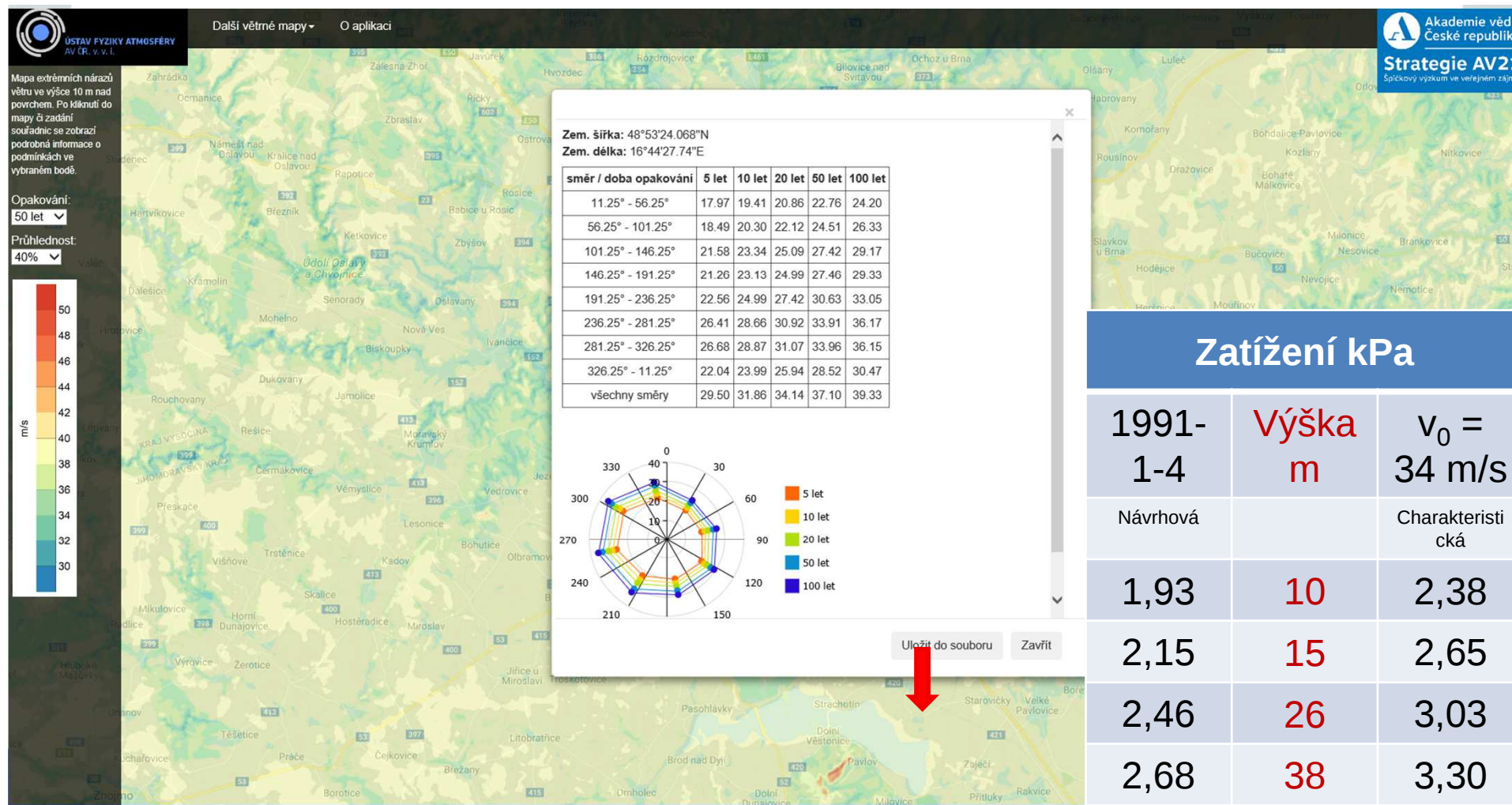
<http://vitr.ufa.cas.cz/extremni-vitr/>



Zvolené místo u Novomlýnských nádrží (viz šipka):

ČSN EN 1991-1-4: větrná oblast 2, základní rychlost větru **25,0 m/s** (tj. **1,93 kPa**); při opakovatelnosti 1x za 50 let (výška 10 metrů, kat. terénu II, okrajová oblast plochy)

Mapa extrémních rychlostí větru: max. rychlost větru **34 m/s**: (**2,38 kPa** / **+23 %**) při opakovatelnosti 20 let, nebo **37 m/s**: (**2,82 kPa** / **+46 %**) při opakovatelnosti 50 let (jde o mimořádnou situaci, která se vyjadřuje charakteristickými hodnotami zatížení)



Změny věcné:

- Nastavení součinitele γ_{Mb} podle způsobu montáže a typu izolace (POZOR: některé typy izolací se pro zapuštěnou nebo speciální montáž kvůli některým svým vlastnostem nehodí)

Tabulka 2 – Dílčí součinitel γ_{Mb}

Materiál tepelněizolačního výrobku ⁴⁾	Dílčí součinitel γ_{Mb}		
	Způsob montáže ²⁾		
	povrchová	zapuštěná ^{3), 5)}	speciální
pěnový polystyren (EPS) podle ČSN EN 13163 třídy nejméně TR100 - CS(10\Y)70	1,2	1,2	1,3
extrudovaný polystyren (XPS) podle ČSN EN 13164+A1 třídy nejméně CS(10\Y)100	1,2	--	--
minerální vlna (MW) podle ČSN EN 13162 s podélným vláknem třídy nejméně TR10 - CS(10\Y)30 ¹⁾	1,2 ⁶⁾	1,5	1,9
minerální vlna (MW) podle ČSN EN 13162 s kolmým vláknem třídy nejméně TR80 - CS(10\Y)40 ¹⁾	1,2	1,3	--
fenolická pěna (PF) podle ČSN EN 13166 třídy nejméně CS(Y)50	2,2	--	--

1) MW deska s podélným vláknem má vlákna orientovaná převážně rovnoběžně s povrchem desky. MW deska s kolmým vláknem (tzv. lamela) má vlákna orientovaná převážně kolmo k povrchu desky.

2) Způsoby montáže, pro něž hodnoty dílčího součinitele bezpečnosti γ_{Mb} nejsou v tabulce uvedeny, se z konstrukčních důvodů nedoporučuje používat.

3) Hodnoty dílčího součinitele γ_{Mb} pro zapuštěnou montáž platí pro jednovrstvé tepelněizolační výrobky. U vícevrstevných tepelněizolačních výrobků při zapuštění formou odstranění materiálu tepelněizolačního výrobku stanoví hodnotu dílčího součinitele bezpečnosti výrobce v dokumentaci ETICS. Jeho hodnota nemá být menší než 1,4. Zapuštění formou stlačení materiálu tepelněizolačního výrobku se u vícevrstevných tepelněizolačních výrobků nedoporučuje.

4) Pro jiné varianty mechanických vlastností materiálů, než jsou uvedené v tabulce 2, nebo pro jiné druhy tepelněizolačních materiálů může stanovit dílčí součinitel bezpečnosti γ_{Mb} výrobce v dokumentaci výrobku (viz 5.1). Při stanovení se zohlední druh, tloušťka a vlastnosti tepelněizolačního výrobku, vlastnosti a způsob montáže hmoždinky a dlouhodobé účinky vnějšího prostředí, působící na ETICS. Jeho hodnota nesmí být menší než 1,2.

5) Odolnost proti protažení při zapuštěné montáži hmoždinky může být u některých tepelněizolačních výrobků (např. XPS, PF nebo u vícevrstevných výrobků) významně ovlivněna porušením zpevněného povrchu desky nebo stlačením vnitřní struktury jejich materiálu.

6) Tato hodnota se použije i pro dvouvrstvé desky tepelněizolačního výrobku na bázi MW s podélným vláknem o deklarované pevnosti TR10 - CS(10\Y)20, upevněné formou povrchové montáže podle 3.1.8, pokud vnější zpevněná povrchová vrstva desky odpovídá nejméně třídě pevnosti v tlaku CS(10\Y)40 a má jmenovitou tloušťku nejméně 15 mm.

Snímek 14

PM1

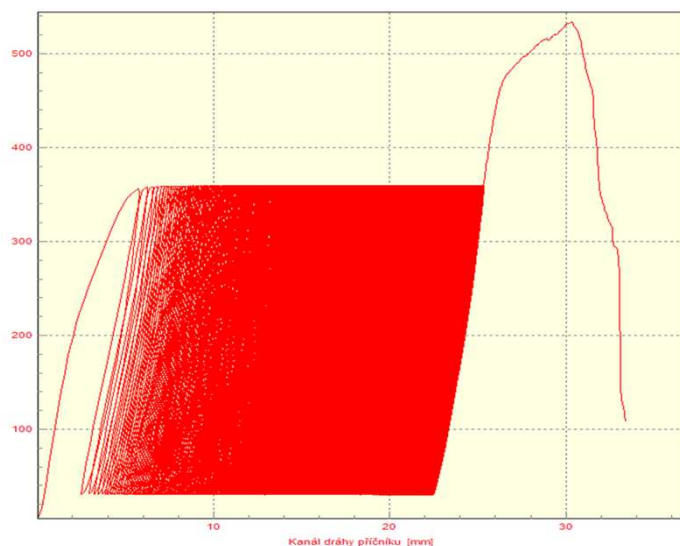
Procházka Miroslav; 20.11.2020

POZOR:

Norma na řadě míst umožňuje, aby dílčí součinitel bezpečnosti na straně mechanického upevnění ETICS stanovil výrobce.

(Např. viz tabulka 2, poznámka 4, nebo viz tabulka 3, poznámka 4)

Výrobce by v takovém případě měl zohlednit skutečnost, že takto stanovený součinitel bezpečnosti musí vyjádřit i mimořádné situace v zatížení, ke kterým může po očekávanou dobu funkce ETICS v konstrukci dojít.



Při opakovaném zatěžování hmoždinky na mezi únosnosti dochází k postupnému porušování tepelné izolace pod talířkem a jeho zatahování dovnitř.

EPS TR100, 2000 cyklů 0/360 N

Vlivy vlastností tepelné izolace

Změny věcné:

- Upřesnění postupu stanovení hodnoty odolnosti proti protažení podle vlastností tepelné izolace, její tloušťky a způsobu montáže:
 - Jsou stanoveny tloušťka desek a limity mechanických vlastností izolace použité pro zkoušky, aby výsledky byly použitelné pro návrh podle této normy.
 - Jsou stanoveny limity pro okamžik porušení, za nichž je dosažená síla považována za mezní únosnost:
 - Pokles síly o 15 %
 - Deformace 35 mm
 - Jsou stanovené podmínky pro „rozšířenou aplikaci“ výsledků zkoušky

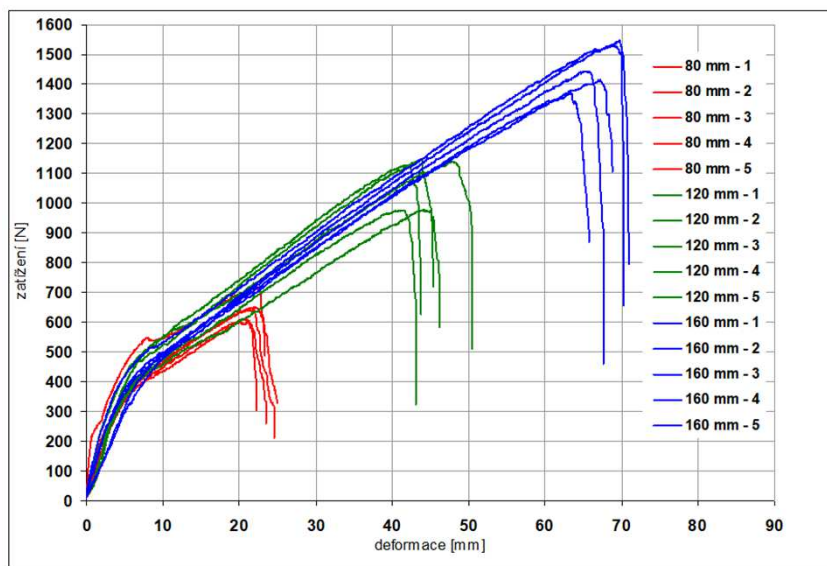
Změny věcné:

- Upřesnění postupu stanovení hodnoty odolnosti proti protažení podle vlastností tepelné izolace, její tloušťky a způsobu montáže:
 - Jsou stanoveny **tloušťka desek** a **limity mechanických vlastností izolace** použité pro zkoušky, aby výsledky byly použitelné pro návrh podle této normy.

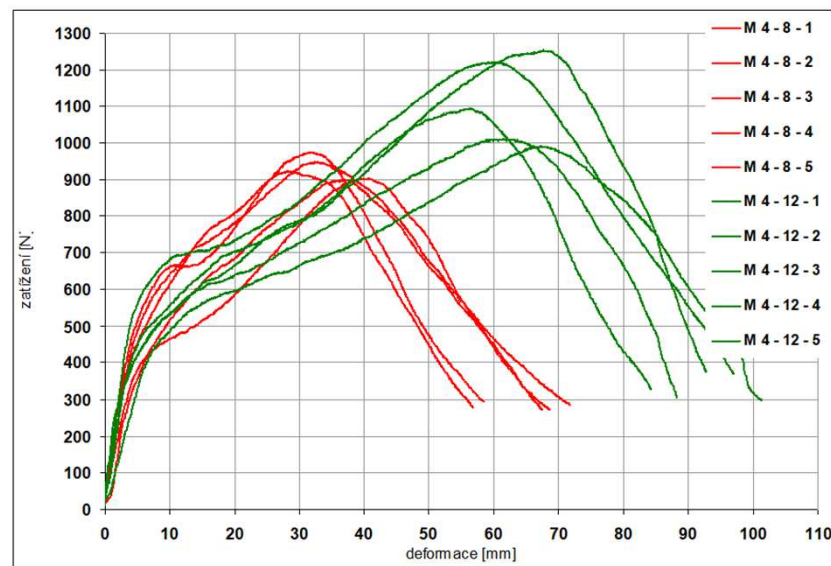
Tabulka 5 – Základní tloušťka tepelněizolačního výrobku pro stanovení odolnosti proti protažení

Druh tepelněizolačního výrobku	Základní tloušťka	Rozsah použitelnosti odvozených hodnot odolnosti ¹⁾
minerální vlna (MW) podle ČSN EN 13162 třídy nejméně TR10 - CS(10\Y)30 pro desky s podélným vláknem	100 mm	100 mm a více
minerální vlna (MW) podle ČSN EN 13162 třídy nejméně TR80 - CS(10\Y)40 pro desky s kolmým vláknem	60 mm	50 mm a více
pěnový polystyren (EPS) podle ČSN EN 13163 třídy nejméně TR100 - CS(10\Y)70	100 mm	50 mm a více
extrudovaný polystyren (XPS) podle ČSN EN 13164 třídy nejméně CS(10\Y)100	50 mm	50 mm a více
fenolická pěna (PF) podle ČSN EN 13166 třídy nejméně CS(Y)50	40 mm	40 mm a více
jiný druh tepelněizolačního výrobku	50 mm ²⁾	stanoví výrobce v dokumentaci ETICS
¹⁾ Pro menší tloušťky desek se odolnost proti protažení stanoví podle pravidel popsanych v příloze G. ²⁾ Pokud nejmenší vyráběná tloušťka jiného druhu tepelněizolačního výrobku je jiná než 50 mm, použije se ke zkouškám tato tloušťka.		

Maximální síla dosažená při zkoušce odolnosti hmoždinky proti protažení je přímo závislá na zkoušené tloušťce tepelné izolace

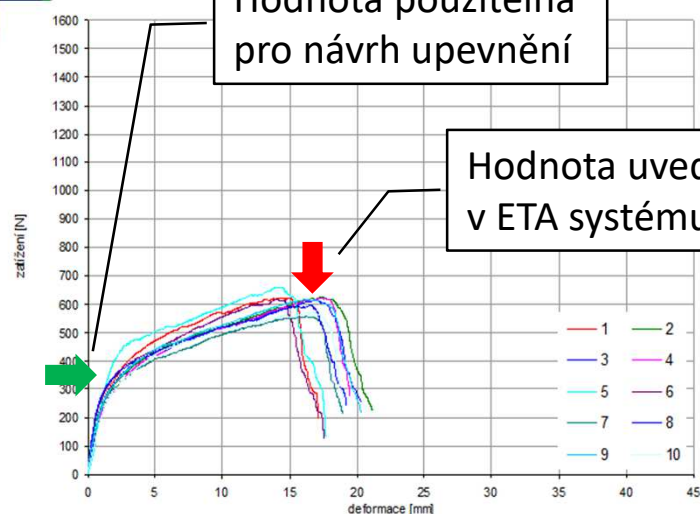


EPS TR100, tl. 80 mm, 120 mm a 160 mm, D 60 mm

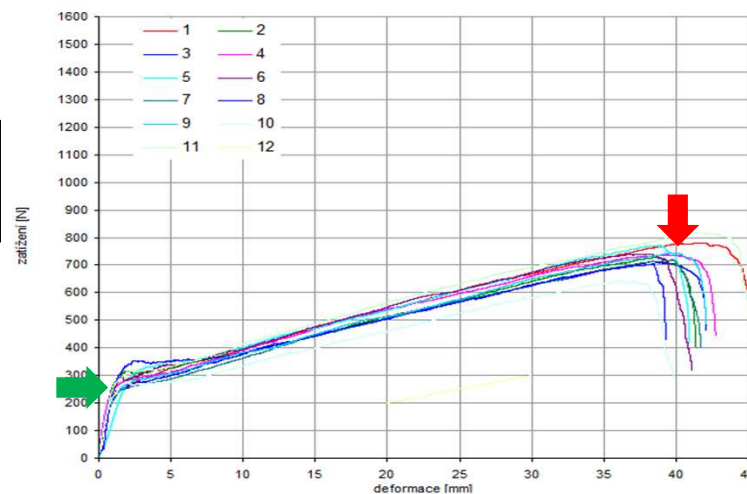


MW TR15, tl. 80 mm a 120 mm, D 60 mm

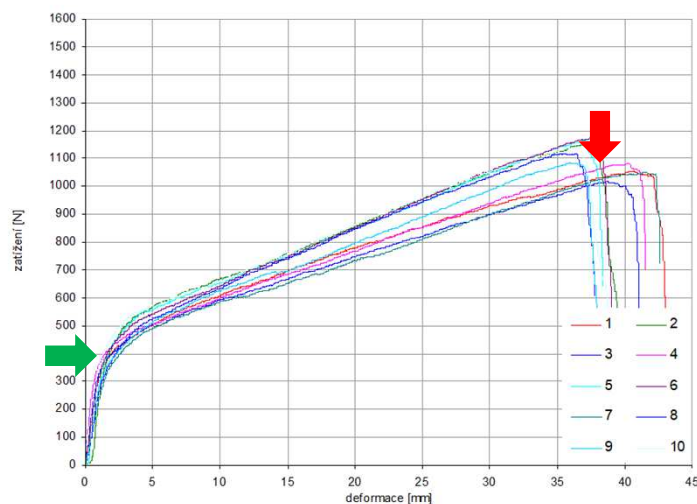
Grafický záznam závislosti deformace na síle při zkoušce odolnosti proti protažení



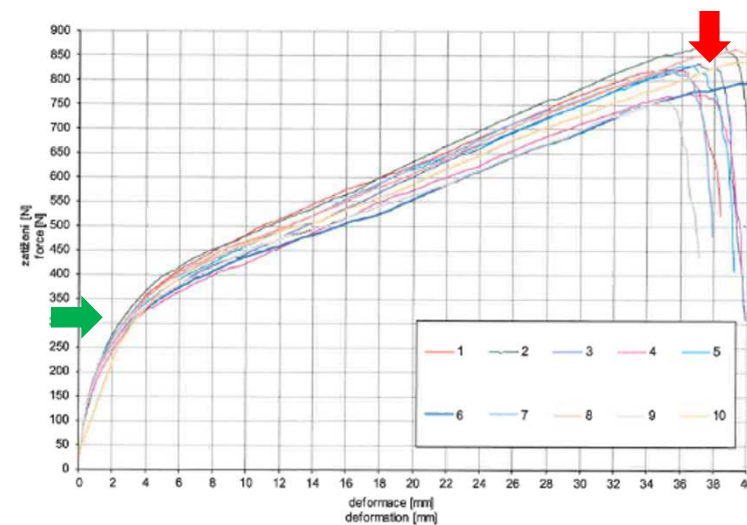
EPS TR150, tl. 60 mm, D 60 mm



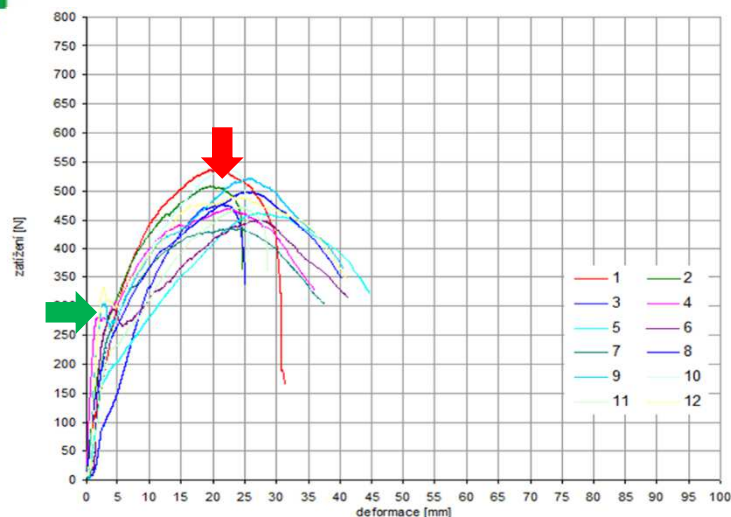
EPS TR100, tl. 60 mm, D 60 mm



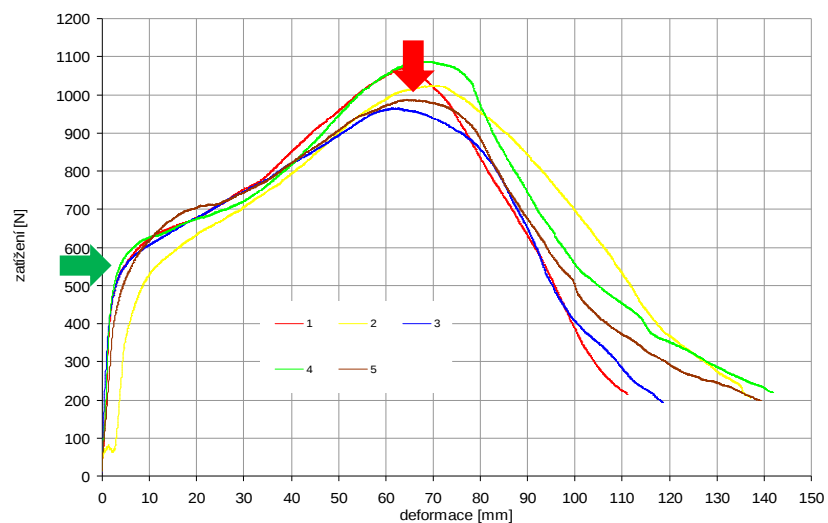
EPS TR150, tl. 100 mm, D 60 mm



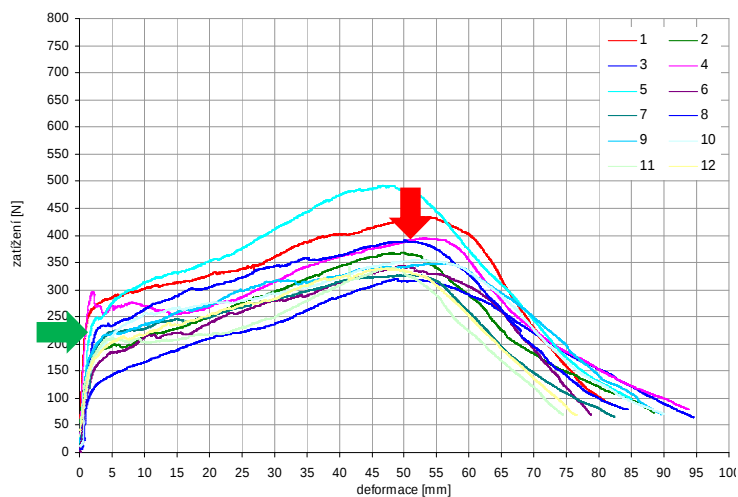
EPS TR100 - šedý, tl. 100 mm, D 60 mm



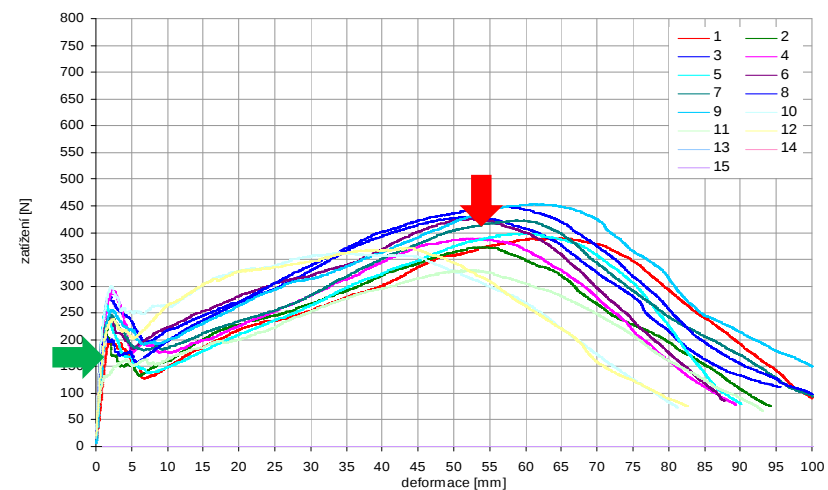
MW TR15, tl. 60 mm, D 60 mm



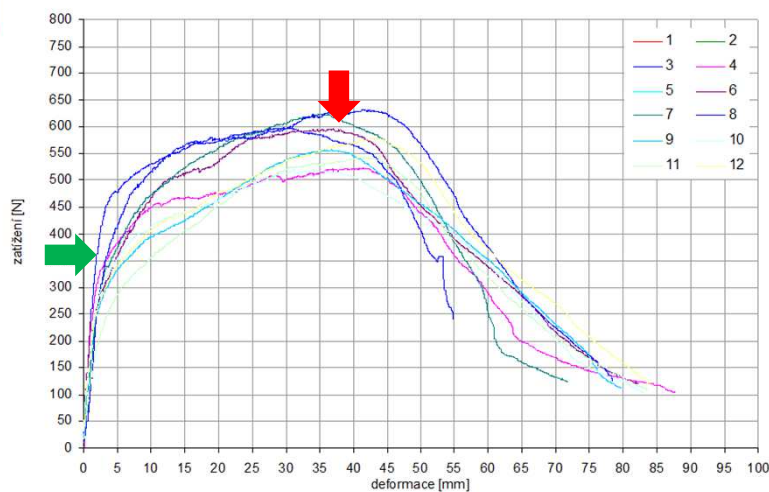
MW TR15, tl. 100 mm, D 60 mm



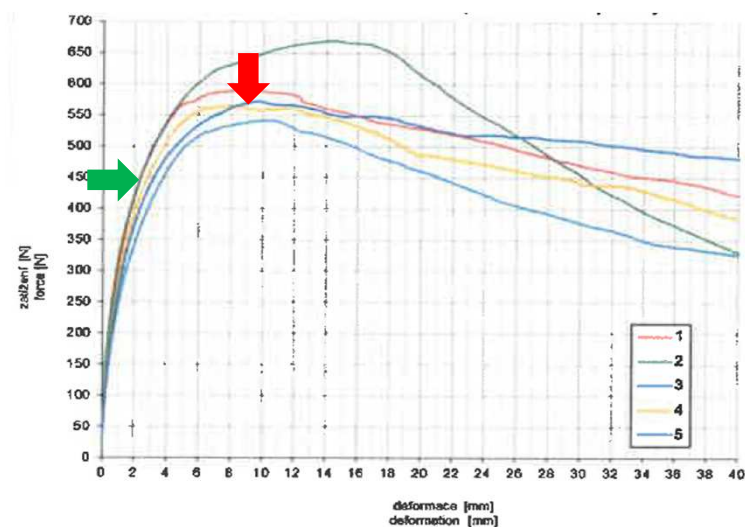
MW TR10, tl. 100 mm, D 60 mm



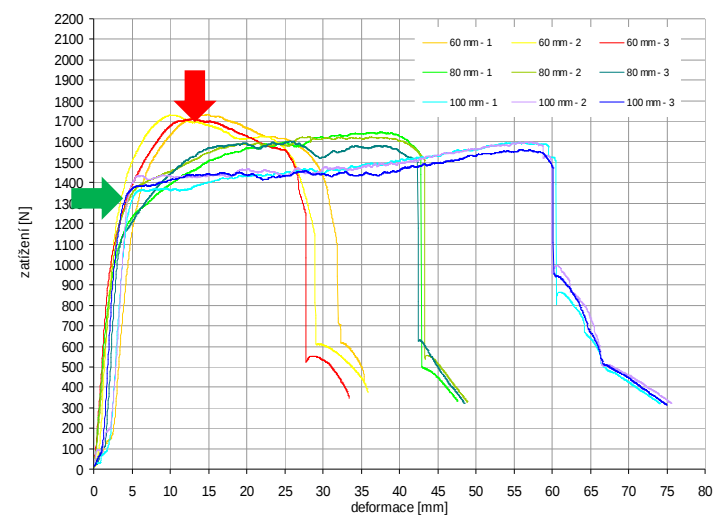
MW TR7,5 tl. 100 mm, D 60 mm



MW TR10, tl. 100 mm, D 90 mm



MW TR80, tl. 100 mm, D 110 mm



XPS, tl. 60 mm, 80 mm a 100 mm, D 60 mm



PF, tl. 60 mm, D 60 mm

Změny věcné:

- Upřesnění postupu stanovení hodnoty odolnosti proti protažení podle vlastností tepelné izolace, její tloušťky a způsobu montáže:
 - Jsou stanoveny tloušťka desek a limity mechanických vlastností izolace použité pro zkoušky, aby výsledky byly použitelné pro návrh podle této normy.
 - Pevnost tepelné izolace použité pro zkoušky nesmí být větší, než limitní hodnota nejbližší vyšší pevnostní třídy!

EPS: TR100 – CS(10\Y)70

MW: TR10 – CS(10\Y)30

TR80 – CS(10\Y)40

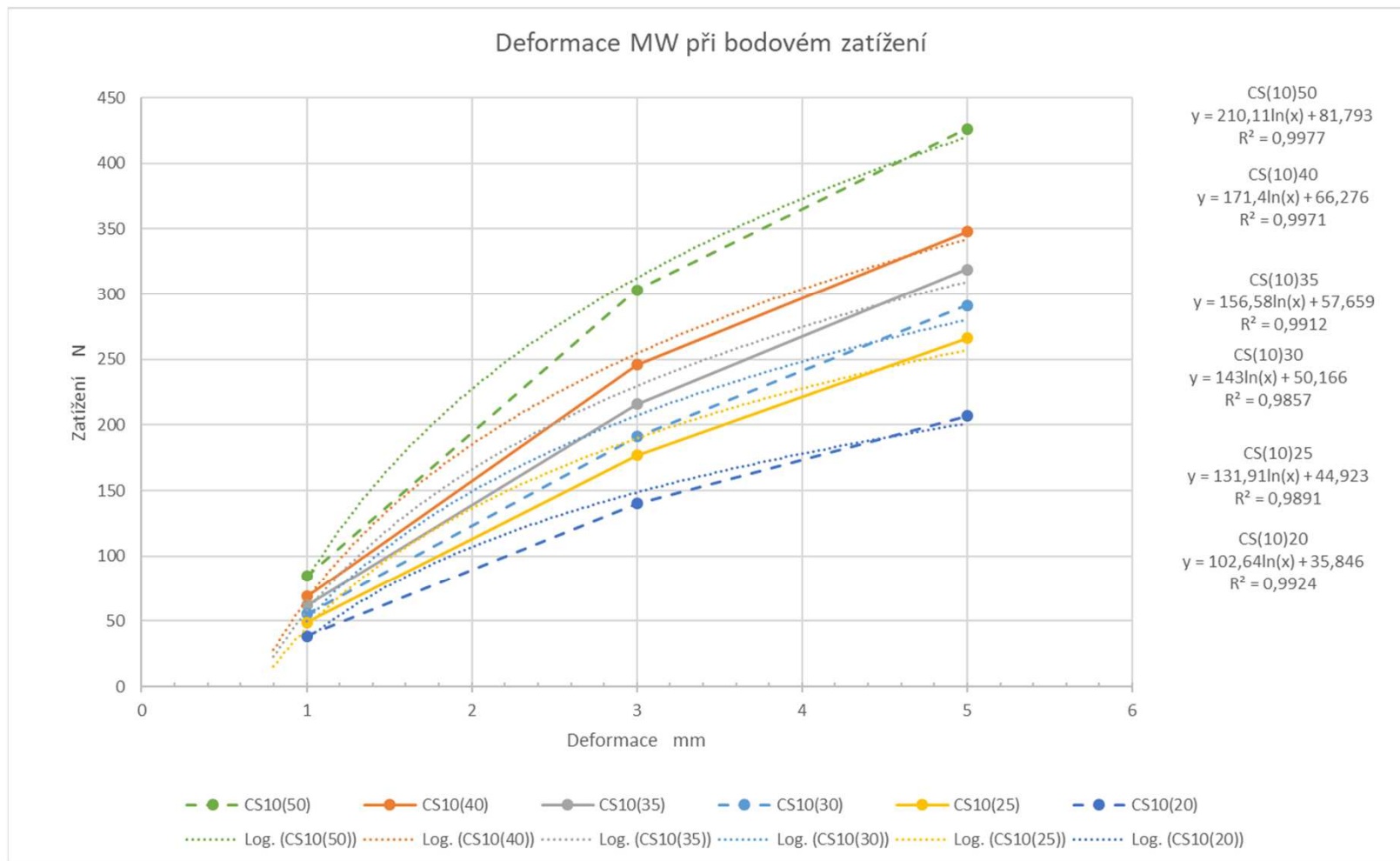
XPS: CS(10\Y)100

PF: CS(Y)50

Jiné úrovně pevnosti (zejména nižší!!): jen na žádost výrobce

Z hlediska zkoušky odolnosti proti protažení je důležitá především pevnost v tlaku! Pravidlo: čím měkčí materiál, tím větší průměr talířku

Odolnosti proti protažení hmoždinky na straně tepelné izolace nejlépe odpovídá pevnost při bodovém zatížení – zkouší se ale na terči o průměru 80 mm (plocha 5000 mm²)



Změny věcné:

- Jsou nastavena aplikační pravidla pro použití výsledků zkoušky odolnosti proti protažení hmoždinky:
 - Pravidla dodržují zvyklosti, již delší dobu užívané v CZB pro použití výsledku zkoušky ve webovém kalkulatoru CZB
 - Pokud je zkouška provedena na tepelné izolaci stanovených vlastností na základní tloušťce desky, lze výsledek aplikovat na celý rozsah tloušťek daného typu izolace.
 - V případě zkoušky na tepelné izolaci jiných pevností výsledek platí jen pro tloušťku stejnou nebo větší a pevnost stejnou nebo lepší. Aplikační pravidla pro menší tloušťky takovýchto izolací je nutné dopracovat!
- Výsledky dosavadních zkoušek se nadále používají podle dosavadních pravidel (čl. 5.4.2.4), s výjimkou zkoušek, kdy bylo překročeno pravidlo max. pevnosti v tahu kolmo k povrchu přes hranici nejbližší vyšší třídy.

Vlivy konstrukce ETICS a konstrukce hmoždinky

Změny věcné:

- Při zapuštěné nebo speciální montáži hmoždinky se vnější část systému chová jako čistě lepená – pro MW s podélným vláknem ale tato neodpovídá požadavku EAD 040083-00-0404 (ETAG 004) na požadovanou soudržnost lepicí hmoty s tepelnou izolací min. 30 kPa.
- Z uvedeného důvodu byla zařazena Příloha I, která zavádí dva možné postupy posouzení spolehlivosti této vrstvy:
 - Na základě zkoušky odolnosti vůči dynamickému vztlaku větru (wind up-lift test)
 - Na základě deklarované třídy TR tepelné izolace
- Výrobky na bázi EPS TR100, MW TR80 a MW TR15 se pro podmínky ČR považují za vyhovující v celém rozsahu použití
- Výrobky na bázi MW TR10 se považují za vyhovující pro obvyklá použití (definice obvyklých podmínek je v normě, jde zejména o objekty výšky do 38 metrů)

Změny věcné:

- Pro mechanické upevňování materiálů třídy pevnosti v tahu kolmo k rovině desky TR10 a nižší (tedy zejména MW) se doporučuje **použití povrchové montáže prostřednictvím širokého prostorově tvarovaného talířku** namísto zapuštěné nebo speciální montáže.

Důvody:

- Profilování talířku funguje po nanesení základní vrstvy a jejím zatlačení do jeho povrchu jako pevný bod, bránící základní vrstvě v pohybech, vyvolaných teplotní roztažností. Při vzdálenosti talířků max. cca 0,5 metru jsou teplotní objemové změny na této délce minimální (do 0,4 mm) a řádně vyztužená základní vrstva o tloušťce do 5 mm je přenesena bez vzniku poruch.
- Při zapuštěné nebo speciální montáži hmoždinek se základní vrstva chová jako plovoucí a délkové teplotní změny se koncentrují na koncových částech plochy (až 7 mm na délce 10 m), kde hrozí vznik výrazných trhlin, zejména na konstrukci s výraznými svislými a/nebo vodorovnými pásy, případně na styku pásů a větší celistvé plochy.



Změny věcné:

- Pro mechanické upevňování materiálů třídy pevnosti v tlaku CS(10\Y)30 a nižší (**tedy zejména MW**) se doporučuje použití povrchové montáže prostřednictvím širokého prostorově tvarovaného talířku.

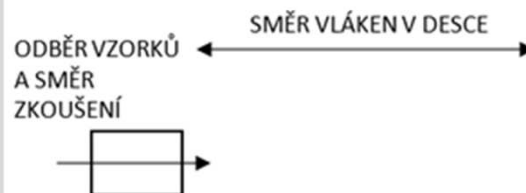
Důvody:

- Podmínky v ETAG 004 pro zkoušku přetvoření (displacement test) byly nastaveny v době, kdy zapuštěná nebo speciální montáž neexistovaly, a proto je nutné je vztahovat pouze k povrchové montáži!
- Podmínky uvedené v ETAG 004 reflektují na požadavek na soudržnost lepicí hmoty s tepelnou izolací min. 30 kPa (a tomu odpovídající smykové vlastnosti), tj. min TR30, které MW s podélným vláknem nesplňuje.
- ETAG 004 požaduje pevnost ve smyku min. 20 kPa, reálná hodnota pro TR10 se pohybuje mezi 8 až 10 kPa), požadovaný modul pružnosti 1 MPa, pro TR10 reálně 500 až 800 kPa – nižší hodnoty vedou k větším deformacím a snadnějšímu porušení.

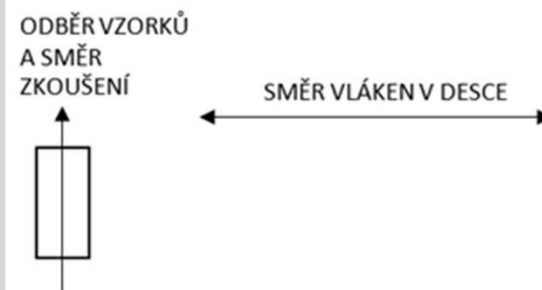
Průměrné vlastnosti MW TR10

Typ zkušebního tělesa

**Směr souběžný s vlákny
(v ETICS zpravidla
horizontální směr)**



**Směr kolmý na vlákna
(v ETICS zpravidla
vertikální směr)**



**Pevnost ve
smyku**

[kPa]

**Modul
pružnosti
ve smyku**

[kPa]

**Pevnost ve
smyku**

[kPa]

**Modul
pružnosti
ve smyku**

[kPa]

Těleso výšky 200 mm
a tloušťky 200 mm podle ČSN
EN 12090

11,7

671

10,0

346

**Modifikované těleso výšky
600 mm, šířky 200 mm,
tloušťky 200 mm**

8,3

1890

8,7

686

Změna proti výsledku
zkoušky podle ČSN EN 12090

-29 %

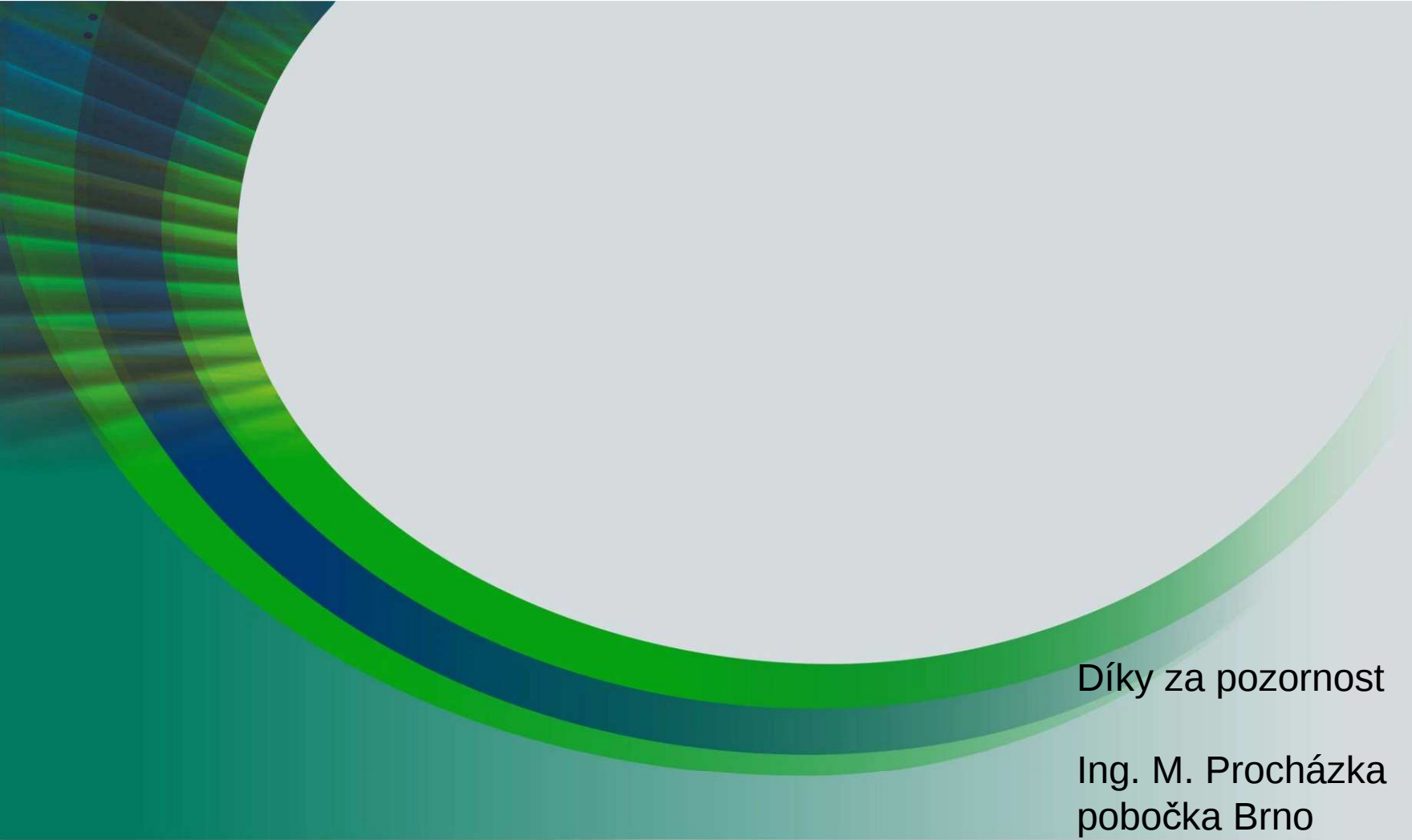
+182 %

-13 %

+98 %

Změny věcné:

- Pro mechanické upevnění tepelných izolací o pevnosti v tlaku třídy CS(10\Y)30 a nižší se doporučuje používat šroubovací hmoždinky. Důvodem je snaha omezit porušení povrchu tepelné izolace při instalaci hmoždinky a zajistit přenesení zatížení z izolace do talířku hmoždinky za přijatelné deformace.
- Pozor na zapuštěnou montáž u vícevrstvých tepelných izolací (MW dual density, Twinner apod.). Zejména při kompresním způsobu montáže (při stlačení izolace talířkem hmoždinky) hrozí riziko porušení tepelné izolace na spoji vrstev a z toho plynoucí následné poruchy! Norma v takovém případě doporučuje používat raději široký prostorově tvarovaný talířek.
- Upřesnění ve stanovení vlivu počtu hmoždinek na součinitel prostupu tepla pro hmoždinky **s bodovým činitelem prostupu χ třídy 0** pro součinitel prostupu tepla konstrukce $U_{id} \leq 0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.



Díky za pozornost

Ing. M. Procházka
pobočka Brno



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.