

Postup řešení: Dilatace v ocelových konstrukcích

Tento dokument poskytuje návod pro koncepční návrh dilatačních spojů v ocelových konstrukcích.

Obsah

1.	Souvislosti	2
2.	Vliv změny teploty	3
3.	Dilatační spoje	5
4.	Odkazy	9

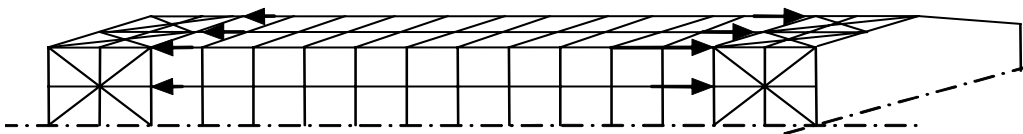
1. Souvislosti

Chování stavby ovlivňují některé fyzikální jevy, jejichž účinky se lze vždy kvantifikovat. Jedná se zejména o:

- Změny teploty a vyvolané tepelné roztahování
- Rozdílné sedání základů
- Dotvarování a smršťování při vysychání betonu
- Vibrace

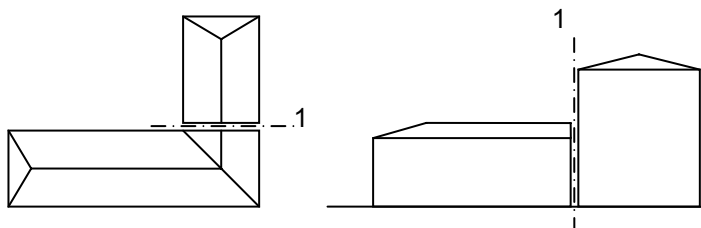
Pro malé stavby a pro většinu konstrukcí lze tyto jevy zanedbat. Pro velké konstrukce a při zvláštních okolnostech, se volí jedno nebo více dále popsaných řešení, které umožní pohyb mezi částmi stavby:

- Dilatační spoje:** umožňují omezit síly vyvolané změnou teploty v rozsáhlých konstrukcích. Jejich přesný popis závisí na rozsahu teploty a na součiniteli tepelné roztažnosti materiálu, viz kapitola 2.
- Dilatační spára:** reguluje smršťování betonu podlah a základových desek
- Úplné oddělení:** zajistí bezproblémové chování částí budovy s různou výškou nebo konstrukčním návrhem.
- Zpevnění:** zvláštní přípravky mohou zmírnit účinky rozdílného sedání vlivem nejednotnosti podloží.



Legenda: Šipky značí tlakové síly při roztahování

Obrázek 1.1 Účinky roztažení u dlouhých budov



Legenda: 1 = Oddělení

Obrázek 1.2 Rozdělení budovy do částí

Globální návrh konstrukce má uvažovat s dilatačními spoji, konkrétně s jejich vlivem na celkové chování konstrukce.

Jednotlivé dilatační spoje se navrhují na předpokládané vodorovné/ svislé deformace.

Poloha svislých a vodorovných ztužidel a jejich návrh má odpovídat poloze dilatačních spojů. Poloha ztužidel by neměla bránit pohybu, na který jsou dilatační spoje navrženy. Každá oddělená část budovy musí být dostatečně vyztužena.

Pro každý prvek budovy a jejího vybavení, např. dopravní pás, se uvažuje s polohou dilatačního spoje a s jeho předpokládaným protažením.

Dilatační spoj a spáry jsou častější a jsou dále podrobněji řešeny. Jiná řešení navrhují specialisté a nejsou dále uvedena.

2. Vliv změny teploty

EN 1991-1-5 udává principy a pravidla výpočtu vlivu zatížení teplotou na budovy, mosty a další konstrukce a na jejich prvky [1].

Hodnoty nejvyšší teploty vzduchu ve stínu T_{\max} a nejmenší teploty ve stínu T_{\min} jsou uvedeny v Národních přílohách k EN 1991-1-5.

Pro ocelové konstrukce se uvažuje součinitel tepelné roztažnosti uhlíkové oceli podle [EN 1993-1-1 § 3.2.6](#) [2] hodnotou $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ na $^{\circ}\text{C}$. Vliv teploty může být pro větší teplotní rozdíly významný.

Pro změnu teplot je třeba rozlišit mezi vnitřními a vnějšími konstrukcemi. Vnější konstrukce jsou vystaveny větším rozdílům teplot.

Vnější konstrukce mohou být vystaveny teplotám v rozsahu od -23°C do $+35^{\circ}\text{C}$, které se vztahují k teplotě během montáže. Při volném roztažení tento rozsah teplot odpovídá protažení $-3 \text{ mm} / +0.4 \text{ mm}$ na jeden metr konstrukce. V praxi je vždy deformaci bráněno a protažení bude tedy menší.

Pohyby od teploty mohou vést k:

- Porušení podpor, včetně trhlín a porušení stability stěn, které podporují dlouhé nosníky nebo příhradové konstrukce
- Porušení spojů
- Významným vnitřním silám ve staticky neurčitých konstrukcích.

2.1 Návrh běžných průmyslových objektů

V typických ocelových průmyslových objektech je příčná tuhost zajištěna rámovou konstrukcí a podélná svislými ztužidly.

Pro návrh lze rozlišit dva případy:

- Při návrhu rámové konstrukce příčné vazby haly se roztažení od teploty uvažuje v globální analýze,
- Pro svislá ztužidla v podélném směru se uvažuje interakce mezi roztažením a ztužením.

Část roztažení konstrukčních prvků v podélném směru se absorbuje prokluzem se spojích.

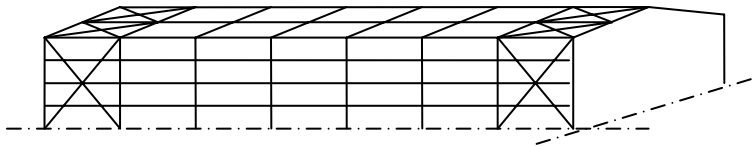
Dilatační spoje se navrhují v případě výrazných změn teplot u vnější neizolované konstrukce nebo v případě malého prokluzu v spojích, který zcela absorbuje roztažení od teploty. Délka budov, ve kterých se navrhují dilatační styčníky se v jednotlivých zemích liší. Například pro

Francii, která má kontinentální klima, se doporučují pro větší délku než 50 m, tj. budova 100 m se ztužidlem ve středu nepotřebuje žádnou zvláštní úpravu. Ve Velké Británii, s mírnějším klimatem a jinými konstrukčními zvyklostmi, se navrhují dilatační spoje pro budovy delší než 150 m. I pro větší délky budov není třeba navrhovat dilatační spoje, jestliže jsou hlavní konstrukční prvky, okapové nosníky a jeřábové nosníky, navrženy na působící síly od zahřátí prvků.

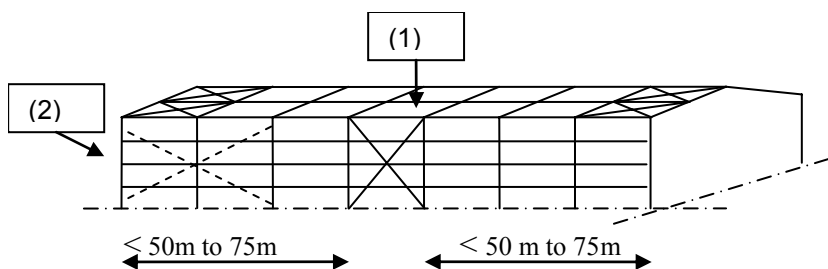
Poloha svislých ztužidel

Pokud se nenavrhnu dilatační spoje, nedoporučuje se svislá ztužidla umísťovat na konce budovy. Toto umístění vyvolá roztažení podélných prvků a vyvozuje síly v konstrukčních prvcích a jejich přípojích.

Pro dlouhé budovy se doporučuje umístit podélná svislá ztužidla ve středu a umožnit expanzi na obě strany.



Obrázek 2.1 Poloha ztužidel, která se nedoporučuje



Legenda:

- 1 Stále ztužidlo
- 2 Montážní ztužidlo během montáže. V případě, že se montuje z jedné strany objektu, je potřeba ztužit budovu montážním ztužidlem, které se po montáži případně odstraní.

Obrázek 2.2 Doporučená poloha svislých ztužidel

2.2 Zvláštní případy

Členěné pruty

Teplota členěných prutů se může výrazně lišit, např. u prvků jejichž jeden prut je v interiéru a jeden v exteriéru.

V tomto případě se uvažuje s teplotou při návrhu diagonál nebo příček.

Montážní stavy

Při montáži konstrukce za mimořádně vysokých nebo nízkých teplot se prvky rektifikují tak, aby se konstrukce vrátila za běžné teploty do požadovaného tvaru.

- Požární situace

Volná expanze prvků za požáru umožňuje zabránit ztrátě stability prvků konstrukce.

3. Dilatační spoje

Hlavní funkcí dilatačních spojů je absorpce vlivu teplotní roztažnosti. Tyto spoje plní požadavky na běžné spoje.

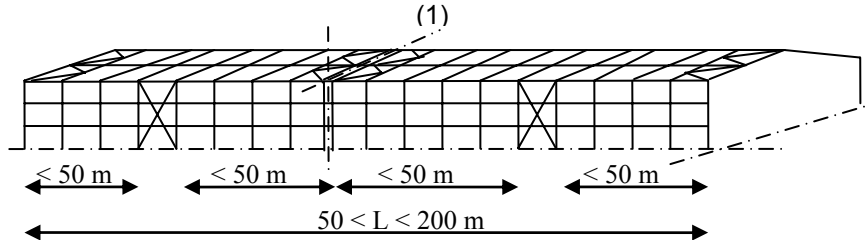
Návrh dilatačních spojů má uvažovat:

- Architektonické požadavky na objekt
- Místní a celkovou geometrii
- Síly přenášené styčником
- Přesně stanovené posuny a natočení v jedné nebo více směrech.

Ve většině ocelových konstrukcí, kde se dilatační spoje navrhnu, se jimi rozdělí objekt na dvě části. Poloha dilatačních spojů se volí různě, viz komentář v kapitolách 3.1 až 3.3.

3.1 Zdvojení rámové konstrukce v místě dilatace

Rámovou konstrukci nebo nosník se ve výjimečných případech opakuje na obou stranách dilatace, jak je naznačeno na obrázku 3.1.



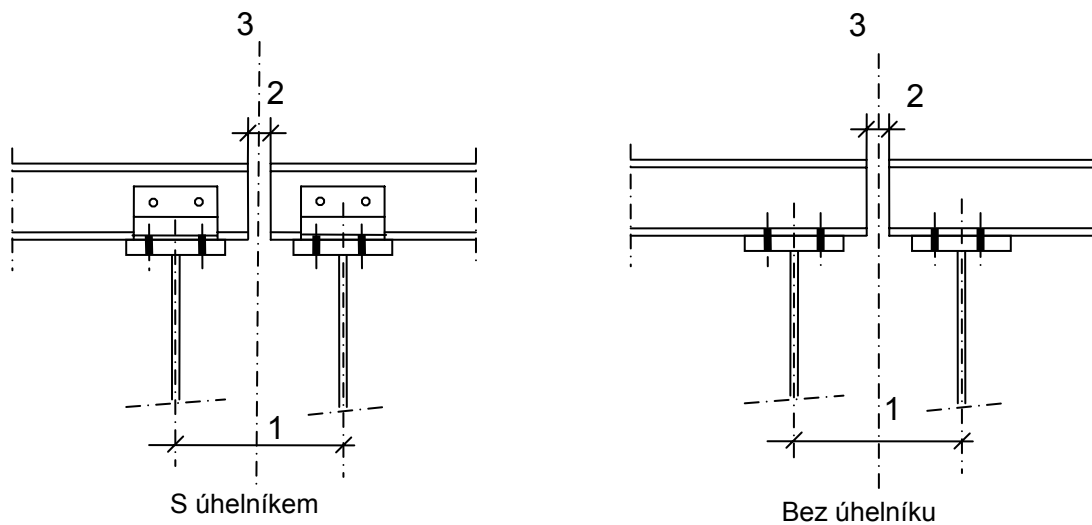
Legenda:

1 Dilatační spoj

Poznámka: Úsek 50 m od ztužidla bez dilatace je vhodný pro kontinentální klima; 75 m v mírnějším klimatu

Obrázek 3.1 Poloha ztužidel v dlouhých budovách

Vaznice se v tomto případě navrhnu s přesahem s dostatečnou mezerou danou požadavky na dilataci.



Legenda:

- 1 Vzdálenost os rámové konstrukce
- 2 Největší protažení
- 3 Osa dilatace

Poznámka: U tenkostěnných vaznic se dává přednost úhelníkům. Pro válcované vaznice se úhelníky nepoužívají.

Obrázek 3.2 Zdvojení rámových konstrukcí v dilataci

Výhody

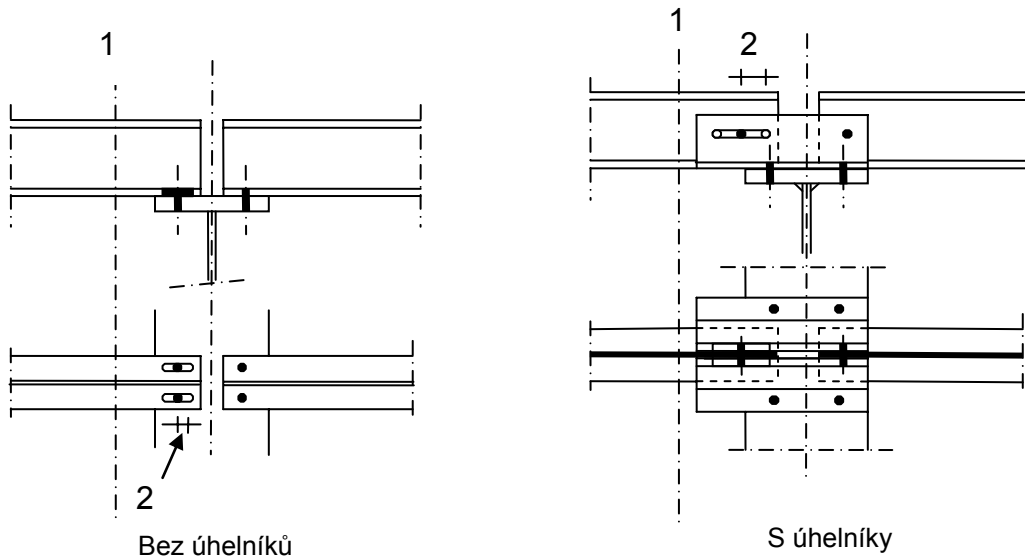
- Možnost absorbovat velké vodorovné i svislé deformace
- Použití běžných přípojů
- Možnost oddělení konstrukcí v případě požáru. Řešení je vhodné při instalaci požární dělicí stěny.
- Používají se v seismických oblastech, v tomto případě se velikost mezery řídí i požadavky na seismický návrh.

Nevýhody

- Změna souřadnicové sítě budovy
- Zdvojení základů
- Je třeba další rámové konstrukce
- Změny v obvodovém plášti
- Vysoká cena

Tak jako u všech dilatací jsou o kvalitě rozhodují detaily obvodového a střešního pláště, které se navrhují tak, aby se dilataci zabránilo vniknutí vody a vzduchu.

3.2 Přípoje s prodlouženými otvory



Legenda:

- 1 Dilatační spoj
- 2 Nejmenší dilatace

Obrázek 3.3 Přípoje s prodlouženými otvory

Výhody

- Ekonomické a materiálově nenáročné řešení
- Výrobně jednoduché
- Nízká cena
- K zajištění dobrého prokluzu mezi částí konstrukce se vkládají do spoje plechy z nerezové oceli nebo se povrchy opatřují povlaky z PTFE (polytetrafluoroethylenu např. teflonu).

Nevýhody

- Velmi malá dilatace
- Citlivé na montáž šroubů, které je třeba instalovat ve vhodné pozici.
- V seismických oblastech se nedoporučuje.

Tak jako u všech dilatací jsou o kvalitě rozhodují detaily obvodového a střešního pláště, které se navrhují tak, aby se dilatací zabránilo vniknutí vody a vzduchu.

3.3 Zvláštní ložiska

Pro přenos velkých sil lze v dilatačních spojkách použít řady zvláštních ložisek.

Tyto jsou popsány v řadě evropských norem řady EN 1337 [3].

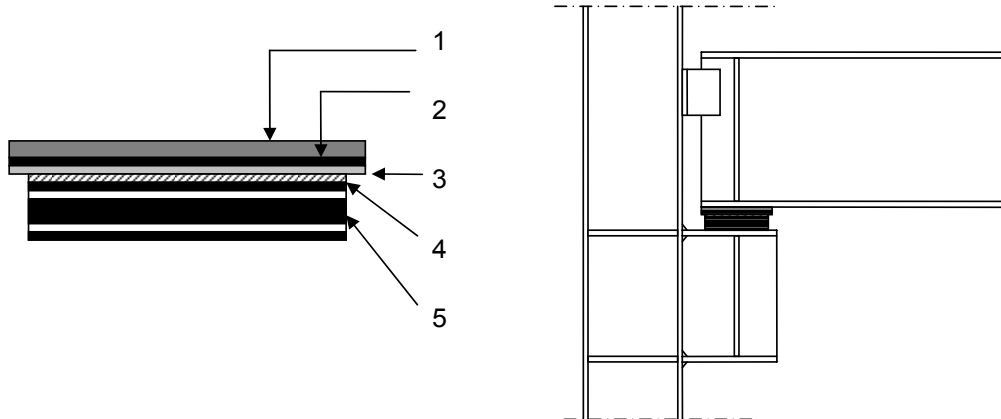
Dva běžné typy jsou ukázány dále.

3.3.1 Elastomerová ložiska

Ložisko navržené z silné vrstvy vrstveného elastomeru, ocelové plechy vyztužují vrstvy elastomeru, umožňují vodorovné deformace smykovou deformací elastomerové vrstvy.

Tloušťka ložiska se počítá podle svislého zatížení a požadavků na natočení a vodorovné deformace.

Pro velké vodorovné deformace lze navíc umožnit prokluz vložím desky z PTFE (polytetrafluoroethylenu např. teflonu) a/nebo z nerezové oceli, viz obrázek 3.4.



Legenda:

- 1 Ocelová deska
- 2 Tvrdý elastomer
- 3 Plech z nerezové oceli
- 4 Deska z PTFE (polytetrafluoroethylenu, např Teflonu)
- 5 Vrstvený elastomer

Obrázek 3.4 Elastomerové ložisko

Advantages

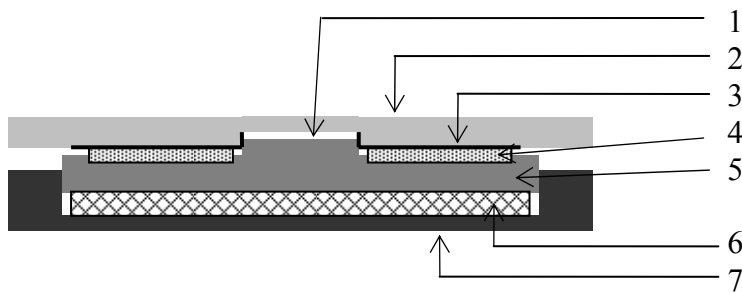
- Possibility of absorbing both rotation and small vertical displacements (differential settlement of columns) at the beam support.

Disadvantages

- Expensive detailing of the supporting column
- Difficult to design and implement

3.3.2 Hrcová ložiska

Mohou v konstrukci též tlumit kmitání a vibrace. Jak je ukázáno na obrázku 3.5. hrcová ložiska mohou umožnit prokluz v jednom nebo více směrech včetně natočení v podpoře. Podle návrhu jsou hrcová ložiska kompromisem mezi základovou deskou, která tlumí rázy absorpcí, pístem, který je veden ve směru, ve kterém je zabráněno pohybu, a kluznou deskou.



Legenda:

- 1 Ocelová vodící zarážka
- 2 Horní ocelová deska
- 3 Plech z nerezové oceli
- 4 PTFE (polytetrafluoroethylen např. Teflon)
- 5 Ocelový píst
- 6 Náplň z elastomeru
- 7 Ocelový hrnec

Obrázek 3.5 Hrnkové ložisko

Výhody

- Speciálně vyvinuty pro mostní konstrukce.

Nevýhody

- Vysoká cena

Pro vysokou cenu a přenos malých zatížení se v budovách používají pouze zřídka.

4. Odkazy

- 1 EN 1991-1-5: Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-5: General actions – Thermal actions
- 2 EN 1993-1-1: Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1 : General rules and rules for buildings
- 3 EN 1337: Structural bearings (v 11 dílech)

Quality Record

RESOURCE TITLE	Scheme Development: Movement joints in steel buildings		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Valérie LEMAIRE	CTICM	9/12/05
Technical content checked by	Alain BUREAU	CTICM	9/12/05
Editorial content checked by			
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	2/3/06
2. France	A Bureau	CTICM	2/3/06
3. Sweden	A Olsson	SBI	2/3/06
4. Germany	C Müller	RWTH	2/3/06
5. Spain	J Chica	Labein	2/3/06
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	9/6/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:	F. Wald	CTU in Prague	2/5/07
Translated resource approved by:	T. Vraný	CTU in Prague	28/7/07
National technical contact	F. Wald	CTU in Prague	