

# NCCI: Mezní hodnoty svislých a vodorovných průhybů vícepodlažních budov

*Doporučení a směrnice pro mezní hodnoty svislých a vodorovných deformací komerčních a obytných budov.*

## Obsah

1.	Úvod	2
2.	Zatížení	2
3.	Mezní hodnoty vodorovných průhybů	3
4.	Mezní hodnoty svislých průhybů	5
5.	Literatura	7

# 1. Úvod

EN 1993-1-1 [1] neobsahuje mezní hodnoty průhybů. Místo toho se v § 7.2 ukládá, že kritéria použitelnosti, včetně mezních hodnot průhybů, by měla být v každém projektu specifikována a s klientem dohodnuta. Dále, ověření by mělo být založeno na kritériích týkajících se deformací, které postihují vzhled, pohodlí uživatelů, fungování stavby nebo těch, které způsobují škodu na povrchové úpravě nebo na nestavebních prvcích. V některých zemích specifikuje mezní hodnoty NP k EN 1993-1-1. Tam, kde jsou mezní hodnoty specifikovány, musí být dodržovány. Pakliže v NP nejsou žádné mezní hodnoty specifikovány, mohly by pomoci tyto údaje:

- Měly by být vzaty v úvahu závažné funkční požadavky, např. u rovných střech je nutné zajistit odtok vody, aby se netvořily kaluže.
- Aby se zamezilo poškození citlivých konečných povrchů nebo nestavebních prvků, např. dělicích stěn s křehkými prvky jako je zdivo nebo sklo atd., je nutné přijmout přísnější kritéria.
- Vnější vzhled je věc velice subjektivní a na souvislosti citlivá. V mnoha případech lze průhyby zakrýt převýšením nebo rektifikací falešného stropního podhledu.
- Pohodlí uživatelů může být vážným problémem u stropů tenkých nebo velkých rozpětí. Kritéria průhybu nejsou adekvátním prostředkem, jak si s tímto problémem poradit. [SN036](#) obsahuje doporučení pro kmitání podlah.

Často je návrh konstrukce řízen průhybem v mezním stavu použitelnosti, a proto jsou vybrané mezní průhyby vysoce důležité. Různé země mají rozličné doporučené hodnoty pro vodorovné a svislé mezní průhyby; příklady jsou uvedeny v odstavci 3 a 4.

## 2. Zatížení

### 2.1 Mezní stav použitelnosti

EN 1990 uvádí tři různé kombinace pro mezní stav použitelnosti, např. charakteristickou, častou a kvazistálou kombinaci.

V dříve zmíněných kombinacích zatížení, je použit součinitel  $\psi$  takto:

- $\psi_0$  je použit v charakteristické kombinaci, která platí pro nevratné mezní stavy, tj. napětí nad mezí kluzu.
- $\psi_1$  se používá u běžné kombinace, která platí pro opakované mezní stavy, tj. napětí pod mezí kluzu. To je důležité pro omezování průhybů ocelových konstrukcí.
- $\psi_2$  se používá jak v časté tak v kvazistálé kombinaci. V obou případech je použit součinitel pro dlouhodobé účinky. Ty nejsou významné pro ocelové konstrukce, a proto  $\psi_2 = 0$ . Pro kompozitní konstrukce lze zvážit vliv dotvarování použitím vhodného poměru modulů pro beton; v tomto případě  $\psi_2$  možno brát jako 0.

Následkem toho jsou významné tyto kombinace zatížení:

1. Charakteristická kombinace pro nevratné mezní stavy. Tuto kombinaci je zapotřebí brát v úvahu pouze pro mezní stav použitelnosti jestliže se připouští nějaká plasticita, např. určité třídy spojitých spřažených nosníků.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (1)$$

2. Častá kombinace (pro  $\psi_2 = 0$ ) pro opakovaný mezní stav.

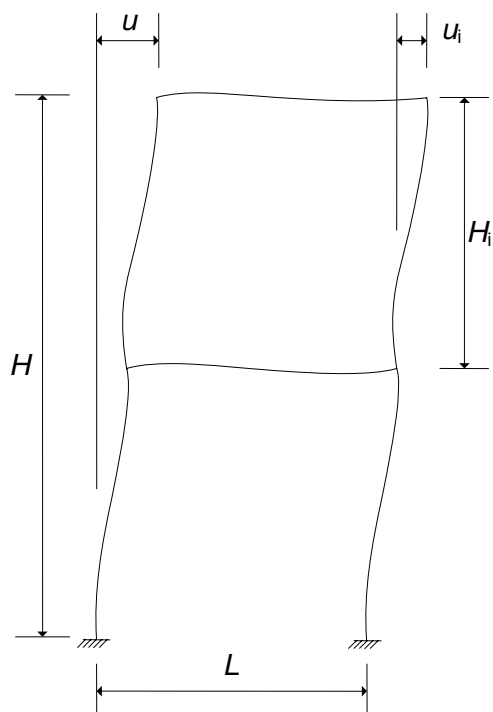
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} \quad (2)$$

## 2.2 Mezní stav únosnosti

Průhyby v mezním stavu únosnosti je třeba brát v úvahu, pouze když průhyb může vést k dalšímu dodatečnému zatížení, např. vodní kaluže na rovných střeších.

## 3. Mezní hodnoty vodorovných průhybů

V tab. 3.1 jsou uvedena doporučení mezních vodorovných průhybů pro některé vybrané země. Definice vodorovných průhybů v Příloze A1 k EN 1990 [2] je na obr. 3.1.



Poznámka:

$u$  Celkové vodorovné přetvoření po výšce budovy  $H$ .

$u_i$  Vodorovné přetvoření po výšce podlaží  $H_i$

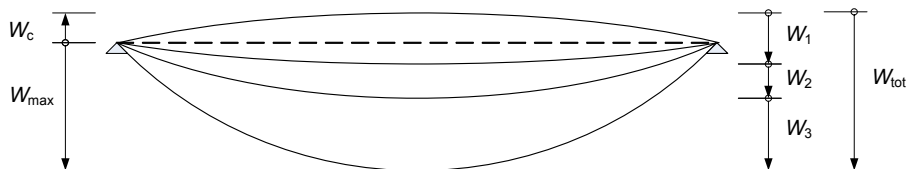
**Obr. 3.1 Definice vodorovných průhybů.**

Tab. 31 Mezní vodorovné průhyby

Země	Konstrukce	Mezní průhyb		Komentář
		$u$	$u_i$	
Francie	Vícepodlažní budova	$H/300$	$H/250$	Hodnoty vlevo jsou uvedeny ve francouzské Národní příloze k EN 1993-1-1 a měly by být použity, když s objednatelem není dohodnuto nic jiného. Hodnoty průhybů vypočtené z charakteristických kombinací by měly být porovnány s těmito mezními hodnotami. Uvedená mezní hodnota pro $u$ platí, jestliže výška $H$ nepřesahuje 30 m. Jinak viz smlouva.
Německo				Nejsou žádné národní mezní hodnoty. Mezní hodnoty by měly být získány z pokynů výrobců (odborně schválených) nebo dohodnuty s objednatelem.
Španělsko	Vícepodlažní budovy: Všeobecně S křehkými dělicími stěnami, fasádními pláštěmi nebo tuhými podlahovými prvky Vysoko čnějící štíhlé budovy (u budov vyšších než 100 metrů, mohlo by být zapotřebí více omezujících kritérií s ohledem na účinky větru, jako je kmitání).	$H/500$   $H/600$	$H/300$  $H/500$	Hodnoty vlevo jsou uvedeny v národním technickém dokumentu pro ocelové konstrukce [3] a v Technické směrnici pro budovy [4] a měly by být použity, když s objednatelem není dohodnuto nic jiného.
Švédsko		–	–	Národní pravidla [5] obsahují pouze zásady, že deformace mohou být škodlivé nebo nebezpečné pro jiné části budov.
Velká Británie	Pro středně vysoké budovy.	$H/300$	$H/300$	Nejsou žádné národní mezní hodnoty průhybů. Hodnoty vlevo jsou doporučeny v technickém průvodci [6].

## 4. Mezní hodnoty svislých průhybů

V tab. 4.1 jsou mezní hodnoty svislých průhybů ve vybraných zemích. Definice svislých průhybů dle Přílohy A1 k EN 1990 [1] je na obr. 4.1.



Poznámky:

- $w_c$     Nadvýšení nezatíženého konstrukčního prvku
- $w_1$     Počáteční část průhybu od stálých zatížení pro odpovídající kombinace účinků
- $w_2$     Dlouhodobá část průhybu od stálých zatížení
- $w_3$     Dodatečná část průhybu od proměnných zatížení pro odpovídající kombinaci účinků
- $w_{tot}$    Celkový průhyb jako součet  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$
- $w_{max}$    Zbývající celkový průhyb se započítáním nadvýšení

**Obr. 4.1** Definice svislých průhybů.

**Table 4.1**    *Mezní hodnoty svislých průhybů*

Země	Konstrukce	Mezní průhyby		Komentář
		$w_{max}$	$w_2 + w_3$	
Francie	Střechy, obecně	$L/200$	$L/250$	Hodnoty vlevo jsou v Národní příloze k EN 1993-1-1 a mohou být použity pokud není nic dohodnuto s objednatelem. Hodnoty průhybů vypočtené z charakteristických kombinací mohou být porovnány s těmito mezními hodnotami.
	Střechy často zatěžované osobami nepatřícími k údržbě	$L/200$	$L/300$	
	Stropy, obecně	$L/200$	$L/300$	
	Nosná omítka stropů a střech nebo jiné křehké vrstvy nebo nepružné části	$L/250$	$L/350$	
	Sloupy podpírající stropy (ledaže by průhyby byly zahrnuty do globální analýzy v mezním stavu únosnosti)	$L/400$	$L/500$	
	Jestliže $w_{max}$ může mít vliv na opláštění budovy	$L/250$	–	
Německo				Nejsou žádná národní omezení průhybů. Mezní hodnoty by měly být získány z pokynů výrobců (odborně schválených) nebo dohodnuty s objednatelem.
Španělsko	Střechy, zatížené pouze od údržby	–	$L/250$	
	Střechy obecně	–	$L/300$	

Země	Konstrukce	Mezní průhyby		Komentář
		$W_{max}$	$W_2 + W_3$	
	Nosníky a stropy, bez křehkých prvků citlivých na únavu	—	$L/300$	Hodnoty vlevo jsou v národním technickém dokumentu pro ocelové konstrukce [3] a v Technické směrnici pro budovy [4] a mohou být použity, když není jinak nic dohodnuto s objednatelem.
	Nosníky a stropy, podpírající obyčejné příčky a tvrdé podlahové prvky s expanzními prvky	-	$L/400$	
	Nosníky a stropy, podpírající křehké prvky, jako např. příčky, fasádní pláště nebo tvrdé podlahové prvky	-	$L/500$	
	Nosníky podpírající sloupy	-	$L/500$	
	Nosníky podpírající zděné stěny	-	$L/1000$	
Švédsko		—	—	Nejsou národní omezení průhybů.
Velká Británie	Nosníky obecně	Není ověřeno	$L/200$	Nejsou národní omezení průhybů. Uvedené hodnoty jsou doporučené v technickém průvodci [6]. $W_2$ se obvykle zanedbává. Je to zanedbatelné pro oba ocelové nosníky a nepodepřené spřažené konstrukce (norma Velké Británie).
	Pro křehké úpravy povrchu		$L/360$	Nejsou národní omezení průhybů. Uvedené hodnoty jsou doporučené v technickém průvodci [6]. $W_2$ se obvykle zanedbává. Je to zanedbatelné pro oba ocelové nosníky a nepodepřené spřažené konstrukce (norma Velké Británie).

## 5. Literatura

- 1 EN 1993-1-1 Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.  
CEN:
- 2 EN 1990 Eurocode. Basis of structural design.  
CEN .
- 3 *Instrucción de Acero Estructural*  
Ministerio de Fomento, España, 2006.
- 4 *Código Técnico de la Edificación*  
Ministerio de Vivienda, España, 2006
- 5 *Regelsamling för konstruktion, Boverkets konstruktionsregler, BKR, byggnadsverkslagen och byggnadsverksförordningen,*  
Boverket, Sverige, 2003
- 6 *Steelwork Design Guide to BS 5950 Volume 4: Essential Data for Designers, P 070,* The Steel Construction Institute, 1991.

## Quality Record

<b>RESOURCE TITLE</b>	NCCI: Vertical and horizontal deflection limits for multi-storey buildings		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	Björn Uppfeldt	SBI	
<b>Technical content checked by</b>	Bernt Johansson	SBI	
<b>Editorial content checked by</b>			
<b>Technical content endorsed by the following STEEL Partners:</b>			
<b>1. UK</b>	G W Owens	SCI	10/3/06
<b>2. France</b>	A Bureau	CTICM	10/3/06
<b>3. Sweden</b>	A Olsson	SBI	10/3/06
<b>4. Germany</b>	C Müller	RWTH	10/3/06
<b>5. Spain</b>	J Chica	Labein	10/3/06
<b>Resource approved by Technical Coordinator</b>	G W Owens	SCI	08/6/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b>	T. Rotter	CTU in Prague	31/7/07
<b>Translated resource approved by:</b>	J. Macháček	CTU in Prague	31/7/07
<b>National technical contact:</b>	F. Wald	CTU in Prague	