

Informacje uzupełniające: Graniczne wartości ugięć i przemieszczeń w budynkach wielokondygnacyjnych

W niniejszym dokumencie podano zalecenia odnośnie wyznaczania wartości granicznych ugięć i przemieszczeń w wielokondygnacyjnych budynkach biurowych i mieszkalnych .

Spis treści

1.	Wprowadzenie	2
2.	Obciążenia	2
3.	Graniczne przemieszczenia konstrukcji	3
4.	Graniczne wartości ugięć	6
5.	Odniesienia	8

1. Wprowadzenie

Norma EN 1993-1-1 [1] nie określa granicznych wartości ugięć i przemieszczeń elementów. Zamiast tego, w punkcie [§ 7.2](#) zawarto zalecenie, że kryteria stanu granicznego użyteczności, w tym graniczne wartości ugięć i przemieszczeń powinny zostać uzgodnione z inwestorem. Ponadto kryteria dotyczące granicznych wartości ugięć i przemieszczeń powinny być tak dobrane, żeby zapewniały komfort użytkownika obiektu, funkcjonalność itp. W niektórych krajach graniczne wartości ugięć i przemieszczeń określone są w Załączniku krajowym do EN 1993-1-1. Jeżeli natomiast nie zachodzi taka sytuacja, poniższe zalecenia mogą być pomocne:

- Przy projektowaniu dachów należy zwrócić uwagę aby na skutek nadmiernych ugięć elementów konstrukcyjnych nie tworzyły się “jeziora wodne”.
- Przy stosowaniu warstw wykończeniowych wykonanych z materiałów kruchych np. szkło, kamień, zaleca się stosować bardziej restrykcyjne warunki odnośnie ugięć elementów.
- Wygląd zewnętrzny jest sprawą oceny subiektywnej. Aby zniwelować nadmierne ugięcia, często stosuje się odwrotną strzałkę ugięcia lub sufity podwieszane.
- Mając na uwadze komfort użytkownika pomieszczeń, zwłaszcza gdy rozpiętości belek stropowych są znaczne, lub zachodzi konieczność ograniczania wysokości tych belek, należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia nadmiernych drgań. Zalecenia odnośnie redukcji drgań tropów przedstawiono w [SN036](#).

Podczas projektowania niektórych obiektów, stan graniczny użyteczności może decydować o ostatecznym doborze profili. Z tego powodu istotne jest określenie maksymalnych dopuszczalnych ugięć i przemieszczeń elementów w konstrukcji. W różnych krajach, wartości te są przyjmowane w różny sposób. Przykłady przedstawione zostały w rozdziałach 3 i 4.

2. Obciążenia

2.1 Stan graniczny użyteczności

W normie EN 1990 przedstawiono trzy różne kombinacje obciążeń w stanie granicznym użyteczności: charakterystyczna, częsta, quasi-stała.

W wymienionych wyżej kombinacjach, współczynnik ψ stosuje się w sposób następujący:

- ψ_0 jest stosowany w charakterystycznej kombinacji obciążeń w przypadku nieodwracalnych stanów granicznych, np. naprężenia większe od granicy plastyczności.
- ψ_1 jest stosowany w kombinacji częstej w przypadku odwracalnych stanów granicznych, tzn. naprężenia mniejsze od granicy plastyczności. Dotyczy to ugięć i przemieszczeń konstrukcji stalowych.
- ψ_2 jest stosowany zarówno w przypadku częstej jak i quasi-stałej kombinacji obciążeń. W obydwu przypadkach współczynnik ten odnosi się do efektów długotrwałych, które w przypadku konstrukcji stalowych są pomijane i dlatego wartość tego współczynnika

można przyjąć równą zero. W przypadku konstrukcji zespolonych efekty związane z pełzaniem betonu mogą być uwzględniane poprzez zastosowanie odpowiednich stosunków współczynników sprężystości. Niekiedy współczynnik ψ_2 może być przyjęty równy 0.

W konsekwencji tego kombinacje obciążeń przedstawiają się w sposób następujący:

1. Charakterystyczna kombinacja obciążeń w przypadku nieodwracalnych SG. W przypadku stanu granicznego użyteczności, kombinację tę bierze się pod uwagę tylko wtedy, gdy dopuszcza się do uplastycznienia elementu, np. pewne klasy ciągłych belek zespolonych.

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

2. Kombinacja częsta (z $\psi_2 = 0$) w przypadku stanu granicznego odwracalnego.

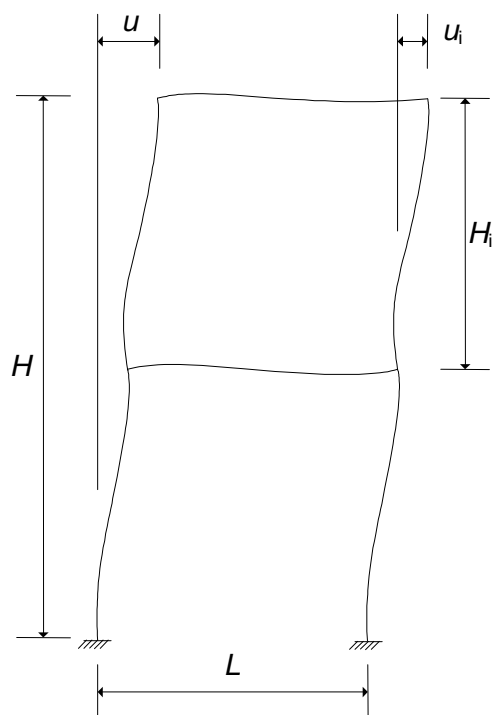
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} \quad (2)$$

2.2 Stan graniczny nośności

Ugięcia i przemieszczenia w stanie granicznym nośności powinny być brane pod uwagę tylko wtedy gdy powodują powstawanie dodatkowych sił obciążających konstrukcję, np. efekt “jezior wodnych” na połaci dachowej.

3. Graniczne przemieszczenia konstrukcji

W tabeli Tab. 3.1 przedstawiono wartości granicznych poziomych przemieszczeń konstrukcji. Definicję poziomych przemieszczeń konstrukcji zawarto w Aneksie A1 do EN 1990 [2], a w sposób obrazowy przedstawiono na Rys. 3.1.



Uwaga:

u Całkowite poziome przemieszczenie konstrukcji o wysokości H .

u_i Poziome przemieszczenie kondygnacji o wysokości H_i

Rys. 3.1 Definicja poziomego przemieszczenia konstrukcji.

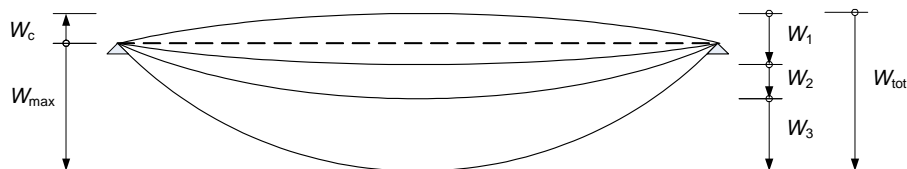
Tab. 3.1 Graniczne wartości poziomego przemieszczenia konstrukcji

Kraj	Typ konstrukcji	Wartość graniczna przemieszczenia		Komentarz
		u	u_i	
Francja	Budynki wielokondygnacyjne	$H/300$	$H_i/250$	<p>Przedstawione wartości podane są w French National Annex to EN 1993-1-1 i powinny być stosowane gdy nie budzą zastrzeżeń inwestora.</p> <p>Wartości przemieszczeń wyznaczone na podstawie charakterystycznej kombinacji obciążeń nie powinny przekraczać wartości granicznych.</p> <p>Wartość graniczną u stosuje się gdy wysokość budynku H nie przekracza 30 m. W przeciwnym wypadku patrz wartość należy uwzględnić w kontrakcie.</p>
Niemcy				<p>Nie ma załącznika krajowego ograniczającego przemieszczenia konstrukcji. Przemieszczenia graniczne ustala się na podstawie aprobat technicznych lub biorąc pod uwagę wymagania inwestora.</p>
Hiszpania	Budynki wielokondygnacyjne			<p>Wartości przemieszczeń granicznych przedstawione są w przepisach krajowych dotyczących konstrukcji</p>
	Generalnie	$H/500$	$H_i/300$	

Kraj	Typ konstrukcji	Wartość graniczna przemieszczenia		Komentarz
		u	u_i	
	Ścianki działowe, elewacje i inne elementy wrażliwe na przemieszczenia		$H/500$	stalowych [3] oraz w Technical Building Code [4] i powinny być stosowane gdy nie budzą zastrzeżeń inwestora.
	Smukłe budynki wysokie (wyższe niż 100m, z powodu silnego oddziaływania wiatru, wymagane są bardziej restrykcyjne warunki ograniczające przemieszczenia).	$H/600$		
Szwecja		–	–	Regulacje krajowe [5] zawierają jedynie zalecenia aby nie dopuścić do uszkodzenia konstrukcji na skutek jej nadmiernego przemieszczenia.
Wielka Brytania	Budynki średniej wysokości	$H/300$	$H/300$	Nie istnieją narodowe przepisy ograniczające przemieszczenia konstrukcji. Wartości tu podane zostały przyjęte na podstawie instrukcji przemysłowych [6].

4. Graniczne wartości ugięć

W tabeli Tab. 4.1 przedstawiono wartości granicznych ugięć konstrukcji w różnych krajach. Definicję ugięć konstrukcji zawarto w Aneksie A1 do EN 1990 [1], a w sposób obrazowy przedstawiono na Rys. 4.1.



Uwaga:

- w_c Odwrotna strzałka ugięcia w nieobciążonym elemencie
- w_1 Początkowe ugięcie elementu na skutek działania obciążenia stałego lub w odpowiedniej kombinacji
- w_2 Ugięcie długotrwałe na skutek działania obciążenia stałego
- w_3 Ugięcie spowodowane działaniem obciążenia zmiennego lub w odpowiedniej kombinacji
- w_{tot} Ugięcie całkowite wyznaczone jako suma w_1 , w_2 , w_3
- w_{max} Ugięcie całkowite wyznaczone biorąc pod uwagę odwrotną strzałkę wstępnego wygięcia elementu

Rys. 4.1 Definicja ugięć.

Tab. 4.1 Graniczne wartości ugięcia elementu

Kraj	Typ konstrukcji	Wartość graniczna ugięcia		Komentarz
		w_{max}	$w_2 + w_3$	
Francja	Dachy, ogólnie	$L/200$	$L/250$	Przedstawione wartości podane są w załączniku krajowym do EN 1993-1-1 i powinny być stosowane o ile nie budzą zastrzeżeń klienta. Wartości ugięć wyznaczone na podstawie charakterystycznej kombinacji obciążeń nie powinny przekraczać wartości granicznych.
	Dachy obciążone ludźmi, z wyjątkiem napraw	$L/200$	$L/300$	
	Stropy, ogólnie	$L/200$	$L/300$	
	Dachy i stropy na których znajdują się ścianki gipsowo-kartonowe albo wykonane z innych kruchych materiałów	$L/250$	$L/350$	
	Stropy na których znajdują się słupy	$L/400$	$L/500$	
	Gdy w_{max} może wpływać na wygląd budynku	$L/250$	–	
Niemcy				Nie ma krajowego ograniczenia ugięcia konstrukcji. Ugięcia graniczne ustala się na podstawie aprobat technicznych lub biorąc pod uwagę wymagania inwestora.
Hiszpania	Dachy z dostępem tylko do napraw	–	$L/250$	Wartości ugięć granicznych przedstawione są w przepisach krajowych dotyczących konstrukcji stalowych [3] oraz w Technical Building Code [4] i powinny być stosowane
	Dachy, ogólnie	–	$L/300$	

Kraj	Typ konstrukcji	Wartość graniczna ugięcia		Komentarz
		W_{max}	W_2+W_3	
	Belki i stropy na których nie znajdują się ścianki wykonane z kruchych materiałów	—	$L/300$	gdy nie budzą zastrzeżeń inwestora.
	Belki i stropy na których znajdują się zwykłe ścianki działowe	-	$L/400$	
	Belki i stropy na których znajdują się ścianki działowe lub inne elementy wykonane z kruchych materiałów	-	$L/500$	
	Belki na których znajdują się słupy	-	$L/500$	
	Belki na których znajdują się masywne ściany	-	$L/1000$	
Szwecja		—	—	Nie ma krajowego ograniczenia ugięcia konstrukcji.
Wielka Brytania	Belki, ogólnie	Nie sprawdza się	$L/200$	Nie istnieją narodowe przepisy ograniczające ugięcia konstrukcji. Wartości tu podane zostały przyjęte na podstawie instrukcji przemysłowych [6]. Ugięcie W_2 jest zazwyczaj pomijane.
	Elementy wykończeniowe wykonane z materiałów kruchych		$L/360$	Nie istnieją narodowe przepisy ograniczające ugięcia konstrukcji. Wartości tu podane zostały przyjęte na podstawie instrukcji przemysłowych [6]. Ugięcie W_2 jest zazwyczaj pomijane.

5. Odniesienia

- 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.

Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Informacje uzupełniające: Graniczne wartości ugięć i przemieszczeń w budynkach wielokondygnacyjnych		
Odniesienie(a)			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Björn Uppfeldt	SBI	
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Bernt Johansson	SBI	
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Techniczna zawartość zaaprobowana przez następujących partnerów STALE:			
1. UK	G W Owens	SCI	10/3/06
2. France	A Bureau	CTICM	10/3/06
3. Sweden	A Olsson	SBI	10/3/06
4. Germany	C Müller	RWTH	10/3/06
5. Spain	J Chica	Labein	10/3/06
Zasób zatwierdzony przez technicznego koordynatora	G W Owens	SCI	08/6/06
DOKUMENT TŁUMACZONY			
Tłumaczenie wykonane przez:		A. Wojnar, PRz	
Przetłumaczony zasób zatwierdzony przez:		A. Kozłowski, PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Informacje uzupełniające: Graniczne wartości ugięć i przemieszczeń w budynkach wielokondygnacyjnych	
Seria		
Opis*	W niniejszym dokumencie podano zalecenia odnośnie wyznaczania wartości granicznych ugięć i przemieszczeń w wielokondygnacyjnych budynkach biurowych i mieszkalnych .	
Poziom dostępu*	Ekspertyza	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	C:\Documents and Settings\awojnar\Moje dokumenty\2009\tlumaczenie\2009-04-08!_SN\034\SN034a-PL-EU.doc
Format	Microsoft Office Word; 9 Pages; 227kb;	
Kategoria*	Tytuł zasobu	Informacje uzupełniające
	Punkt widzenia	Architekt, Inżynier
Przedmiot*	Obszar zastosowania	Budynki wielokondygnacyjne
Daty	Data utworzenia	16/03/2006
	Data ostatniej modyfikacji	
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		
Kontakt	Autor	Björn Uppfeldt, SBI
	Sprawdzony przez	Bernt Johansson, SBI
	Zatwierdzony przez	
	Redaktor	
	Ostatnio modyfikowany przez	
Słowa kluczowe*	stan graniczny użyteczności, ugięcie, przemieszczenie	
Zobacz też	Odniesienie do Eurocodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	<i>Inne</i>	
Omówienie	Narodowa przydatność	EU
Szczególne instrukcje		