

Відкритий комітет з покрівельних, фасадних конструкцій та ЛСТК

# ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИБОРУ ПРОФІЛЬОВАНИХ НАСТИЛІВ

Володимир Семко, доктор технічних наук, професор  
ПП «Полтава-проект», POLITECHNIKA POZNAŃSKA

# 2011 – по сьогодні



ТАБЛИЦІ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ МАРОК Н-35, Н-44, Н-57 виробництва ТОВ «Виробнича компанія «Індастрі»



ТАБЛИЦІ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ ПРОФІЛЬОВАНОГО НАСТИЛУ МАРКИ Н92 виробництва ТОВ «Сталекс Профі»

Таблиця несучої здатності профільованої

t <sub>p</sub>	Умова	Допустиме рівномірне рс																						
		2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.5	3.75	4.00	4.25	4.5	4.75											
0.60	1. ULS	4.13	3.63	3.25	2.93	2.67	2.46	2.2																
	2. L/150	4.13	3.63	3.25	2.93	2.67	2.46	2.2																
	3. L/200	4.13	3.63	3.25	2.93	2.67	2.28	1.8																
	4. L/250	4.13	3.63	3.25	2.93	2.32	1.83	1.4																
0.63	1. ULS	4.59	4.04	3.61	3.26	2.98	2.74	2.5																
	2. L/150	4.59	4.04	3.61	3.26	2.98	2.74	2.5																
	3. L/200	4.59	4.04	3.61	3.26	2.98	2.41	1.9																
	4. L/250	4.59	4.04	3.61	3.18	2.45	1.92	1.5																
0.65	1. ULS	4.92	4.33	3.87	3.5	3.19	2.93	2.71	2.52	2.36	2.21	2.09	1.97	1.8	1.63	1.49	1.36	1.25						
	2. L/150	4.92	4.33	3.87	3.5	3.19	2.93	2.66	2.16	1.78	1.48	1.25	1.06	0.91	0.79	0.68	0.6	0.53						
	3. L/200	4.92	4.33	3.87	3.5	3.16	2.49	1.99	1.62	1.33	1.11	0.94	0.8	0.68	0.59	0.51	0.45	0.4						
	4. L/250	4.92	4.33	3.87	3.29	2.53	1.99	1.59	1.3	1.07	0.89	0.75	0.64	0.55	0.47	0.41	0.36	0.32						
0.70	1. ULS	5.81	5.12	4.57	4.13	3.77	3.46	3.2	2.98	2.78	2.61	2.46	2.23	2.02	1.83	1.67	1.52	1.4						
	2. L/150	5.81	5.12	4.57	4.13	3.77	3.46	2.88	2.34	1.93	1.61	1.35	1.15	0.99	0.85	0.74	0.65	0.57						
	3. L/200	5.81	5.12	4.57	4.13	3.43	2.7	2.16	1.76	1.45	1.21	1.02	0.86	0.74	0.64	0.56	0.49	0.43						
	4. L/250	5.81	5.12	4.57	3.66	2.74	2.16	1.73	1.4	1.16	0.96	0.81	0.69	0.59	0.51	0.45	0.39	0.34						
0.75	1. ULS	6.8	5.99	5.35	4.83	4.41	4.05	3.75	3.49	3.26	3.06	2.76	2.48	2.24	2.03	1.85	1.69	1.55						
	2. L/150	6.8	5.99	5.35	4.83	4.41	3.87	3.1	2.52	2.08	1.73	1.46	1.24	1.06	0.92	0.8	0.7	0.62						
	3. L/200	6.8	5.99	5.35	4.8	3.69	2.91	2.33	1.89	1.56	1.3	1.09	0.93	0.8	0.69	0.6	0.52	0.46						
	4. L/250	6.8	5.99	5.11	3.84	2.96	2.32	1.86	1.51	1.25	1.04	0.88	0.74	0.64	0.55	0.48	0.42	0.37						

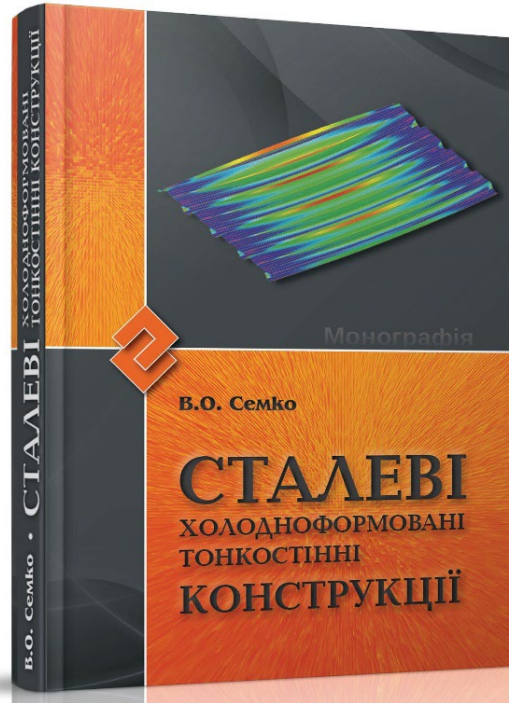
Директор ПП «ПОЛТАВА-ПРОЕКТ»,  
к.т.н. \_\_\_\_\_ С.О. Складенко



За підтримки



Полтава 2018



Розроблено:

Таблиць гранично допустимих навантажень – для 7 виробників, 20 типорозмірів настилів.

Проведено випробувань для 4 виробників.

## Питання для висвітлення

1. Як визначити «несучу» здатність настилу?
2. Збір навантаження на настил та «підводні камені».
3. Що означають цифри в таблицях?
4. Чи таблиці то єдиний шлях для перевірки міцності та деформативності профільованих настилів?
5. Чи є результати випробування настилів беззаперечним аргументом у їх виборі?
6. Ефективна ширина настилу.
7. Що нас чекає в майбутньому?

# Як визначити «несучу» здатність настилу?

ГОССТРОЙ СССР  
СОЮЗМЕТАЛЛОСТРОЙНИИПРОЕКТ  
Центральный ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский и проектный институт  
строительных металлоконструкций имени Н.П.Мельникова  
ЦИНИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ им.МЕЛЬНИКОВА

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ НАСТИЛОВ НОВОГО СОРТАМЕНТА В УТЕПЛЕННЫХ ПОКРЫТИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Москва 1985

### 5. ВЫБОР ПРОФИЛРАЗМЕРОВ НАСТИЛА И СХЕМ ЕГО РАСКЛАДКИ В ПОКРЫТИИ

- 5.1. Профили нового сортамента профилированного настила рекомендуется применять в прогонных и беспрогонных решениях конструкций покрытия при пролете настила не более 6 м.
- 5.2. В типовых прогонных конструкциях покрытий со светоаэрационными или зенитными фонарями, а также без фонарей применяются двух-, трех- и четырехпролетные неразрезные схемы настилов пролетом 3 м (рис.3).
- 5.3. В типовых беспрогонных конструкциях покрытия с пролетами 18, 24 и 30 м при шаге ферм 4 м, рекомендуется применять неразрезную трехпролетную схему настила.
- 5.4. В зданиях рамной конструкции пролетом 18 и 24 м при шаге рам 6 м рекомендуется использовать беспрогонное решение покрытия с настилом из профилей марок НИИ4-600-0,8; 0,9; 1,0 или НИИ4-750-0,8; 0,9; 1,0, расположенных по однопролетной или неразрезной двухпролетной схемам.
- 5.5. В структурных конструкциях из прокатных профилей для покрытий зданий профилированный настил рекомендуется раскладывать по четырехпролетной схеме с пролетом 3 м.
- 5.6. Профилеразмеры настила, рекомендуемые для типовых конструктивных решений покрытий, расположенных в одном уровне (без перепада высот), а также на повышенных участках покрытия зданий с перепадом высот, приводятся в табл.7 с учетом предельных расчетных нагрузок по табл.13.
- 5.7. Профилеразмеры настилов для пониженных участков покрытий с перепадом высот, а также для покрытий, отличных от указанных в табл.7, выбирают в каждом конкретном проекте с проверкой прочности, жесткости и местной устойчивости настилов по рекомендациям, приведенным в разделе 7.
- 5.8. Для участков покрытия с нагрузками, вызывающими необходимость повышения несущей способности настила по условиям устойчивости стенок гофров на опорах, рекомендуется усилить надопорные участки настила с помощью вкладышей из отрезков профилей такой же марки, как усиливаемый настил.

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Конструкції будинків і споруд

## ПРОФИЛИ СТАЛЬНИ ЛИСТОВИ ГНУТИ З ТРАПЕЦІЄВИДНИМИ ГОФРАМИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ПРОФИЛИ СТАЛЬНЫЕ ЛИСТОВЫЕ ГНУТЫЕ С ТРАПЕЦИЕВИДНЫМИ ГОФРАМИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Технічні умови

Технические условия

ДСТУ Б В.2.6-9-95 (ГОСТ 24045-94)

ГОСТ 24045-94

Видання офіційне

Издание официальное

Державний комітет України

у справах містобудування

і архітектури

Київ 1997



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

КОНСТРУКЦІЇ БУДИНКІВ ТА СПОРУД

## ПРОФИЛИ СТАЛЕВІ ЛИСТОВИ ГНУТИ З ТРАПЕЦІЄПОДІБНИМИ ГОФРАМИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА

Технічні умови

ДСТУ Б В.2.6-9:2008

Видання офіційне

Київ  
МІНРЕГІОНБУД УКРАЇНИ  
2009

На мові оригіналу «Шкловский Е.И. Исследование стальных профилированных настилов для кровельных покрытий промышленных зданий. Автореферат. Дисс. канд. техн. наук. — М., 1975. — 18 с.»

# Як визначити «несучу» здатність настилу?

ДСТУ 8802:2018. ВИРОБИ З ТОНКОЛИСТОВОЇ СТАЛІ ІЗ ЗАХИСНО-ДЕКОРАТИВНИМ ПОКРИТТЯМ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА.  
Загальні технічні умови.

4.2.3 Під час проектування кінцевого застосування виробів за певною призначеністю їхній механічний опір (несуча здатність) діючим навантаженням необхідно визначити на підставі розрахунків або випробувань згідно з правилами чинних НД: ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3, ДСТУ Б EN 14782, ДСТУ Б В.2.6-10.

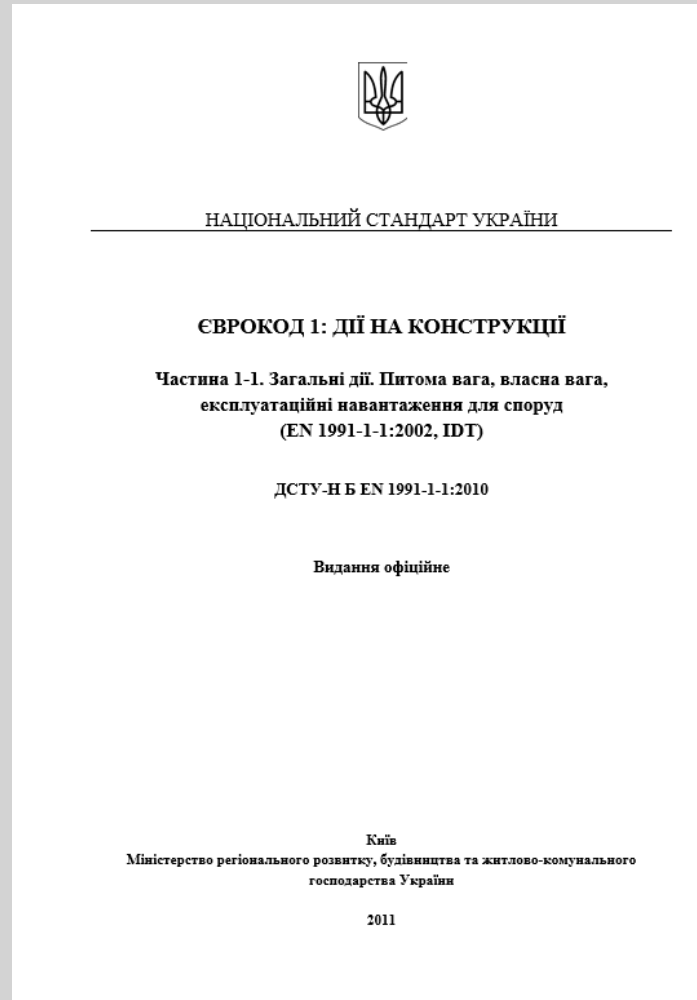
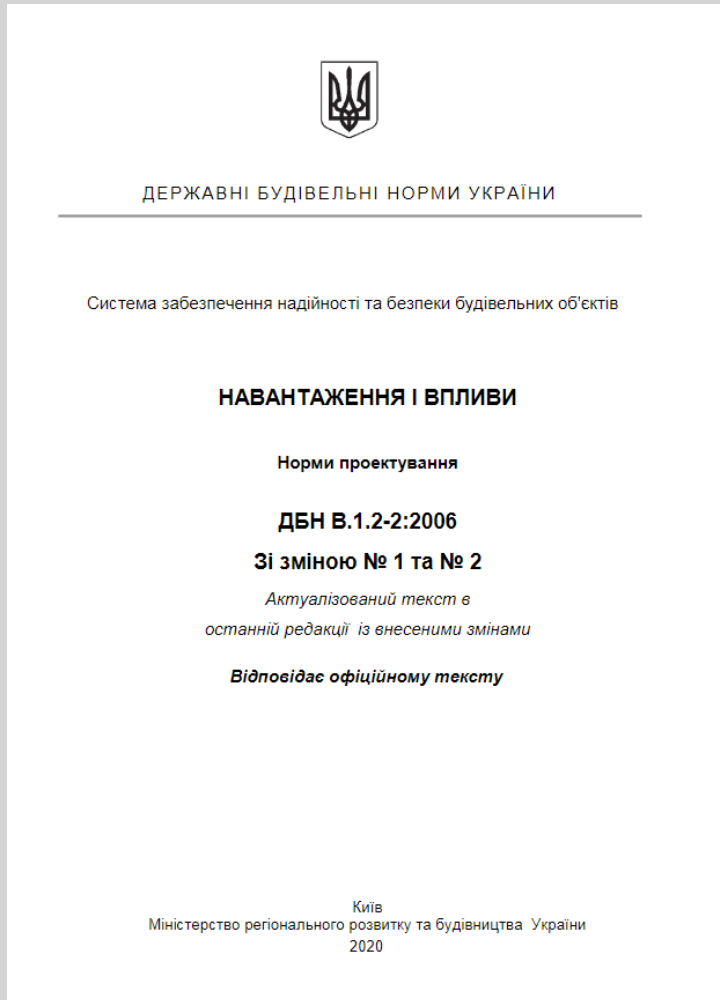
У разі обпирання виробів на прогони з кроком не більше ніж 400 мм або на суцільний настил основи розрахунки чи випробування не виконують.

**Таблиця Б.2** — Геометричні характеристики з гофрами висотою 25 мм і більше

Познака виробу	Розміри перерізу, мм					Площа перерізу $A$ , $\text{см}^2$	Маса 1 м довжини, кг	Довідкові величини на 1 м ширини						Маса 1 $\text{м}^2$ , кг	Ширина вихідної заготовки, мм
	$h$	$B$	$B_1$	$t$				за стиснутих вузьких полицях			за стиснутих широких полицях				
				номінальна	розрахункова			Момент інерції, $I_x$ , $\text{см}^4$	Момент опору, $\text{см}^3$		Момент інерції, $I_x$ , $\text{см}^4$	Момент опору, $\text{см}^3$			
									$W_{x1}$	$W_{x2}$		$W_{x1}$	$W_{x2}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПНН-08	60,0	920,0	970,0	0,8	0,73	10,0	7,85	70,6	17,7	28,1	69,9	10,0	22,7	8,7	1 250

**Примітка 1.** Характеристики наведено для всього спектра товщин відповідного виробу.  
**Примітка 2.** У прикладі вагові показники наведено без урахування ваги металізованого покриття відповідно до 4.2.9, таблиця 3.  
**Примітка 3.** У разі наведення параметрів виробу на рисунку в таблиці графі 2, 3, 4 не наводять.  
**Примітка 4.** У таблиці наведено умовні числові показники.  
**Примітка 5.** Для настилів (ПН), графі 9—14, геометричні характеристики на згин потрібно наводити для ефективного перерізу виробу згідно з ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3. Виробник на підставі розрахунків або випробувань (4.2.3, 4.2.8) може наводити таблицю несучої здатності виробів залежно від схеми їхнього обпирання.  
**Примітка 6.** У графі 6 розрахункову товщину наведено з урахуванням відхилу за товщиною прокату без металізованого покриття.

# Збір навантаження на настил та «підводні камені».



## ПОРЯДОК

застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу.

4. Для проектування об'єктів замовник разом з проектувальником може застосовувати будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій, або будівельні норми, гармонізовані з нормативними документами ЄС, що обумовлюється в завданні на проектування.

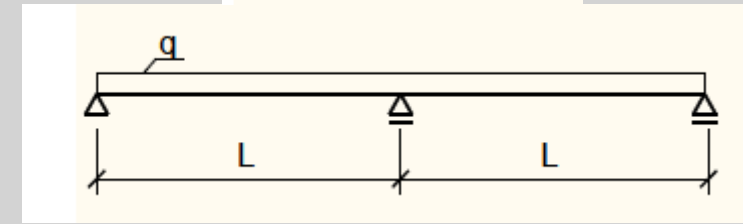
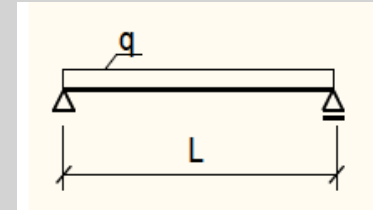
У проектній документації на один об'єкт не можуть одночасно застосовуватися будівельні норми, розроблені на основі національних технологічних традицій, та будівельні норми, гармонізовані з нормативними документами ЄС.

ЗАТВЕРДЖЕНО постановою Кабінету Міністрів України від 23 травня 2011 р. N 547

# Що означають цифри в таблицях?

Таблиця несучої здатності профільованого листа по однопролітній схемі опирання. ПОЗИТИВ

$t_p$	Умова	Допустиме рівномірно розподілене навантаження кН/м <sup>2</sup> при відстані між опорами L, м																
		2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00
0.60	1. ULS	4.13	3.63	3.25	2.93	2.67	2.46	2.27	2.12	1.98	1.86	1.75	1.65	1.57	1.46	1.33	1.22	1.12
	2. L/150	4.13	3.63	3.25	2.93	2.67	2.46	2.27	1.98	1.63	1.36	1.15	0.98	0.84	0.72	0.63	0.55	0.48
	3. L/200	4.13	3.63	3.25	2.93	2.67	2.28	1.83	1.49	1.22	1.02	0.86	0.73	0.63	0.54	0.47	0.41	0.36
	4. L/250	4.13	3.63	3.25	2.93	2.32	1.83	1.46	1.19	0.98	0.82	0.69	0.59	0.5	0.43	0.38	0.33	0.29
0.63	1. ULS	4.59	4.04	3.61	3.26	2.98	2.74	2.53	2.35	2.2	2.07	1.95	1.84	1.71	1.56	1.42	1.3	1.19
	2. L/150	4.59	4.04	3.61	3.26	2.98	2.74	2.53	2.09	1.72	1.43	1.21	1.03	0.88	0.76	0.66	0.58	0.51
	3. L/200	4.59	4.04	3.61	3.26	2.98	2.41	1.93	1.57	1.29	1.08	0.91	0.77	0.66	0.57	0.5	0.43	0.38
	4. L/250	4.59	4.04	3.61	3.18	2.45	1.92	1.54	1.25	1.03	0.86	0.73	0.62	0.53	0.46	0.4	0.35	0.31
0.65	1. ULS	4.92	4.33	3.87	3.5	3.19	2.93	2.71	2.52	2.36	2.21	2.09	1.97	1.8	1.63	1.49	1.36	1.25
	2. L/150	4.92	4.33	3.87	3.5	3.19	2.93	2.66	2.16	1.78	1.48	1.25	1.06	0.91	0.79	0.68	0.6	0.53
	3. L/200	4.92	4.33	3.87	3.5	3.16	2.49	1.99	1.62	1.33	1.11	0.94	0.8	0.68	0.59	0.51	0.45	0.4
	4. L/250	4.92	4.33	3.87	3.29	2.53	1.99	1.59	1.3	1.07	0.89	0.75	0.64	0.55	0.47	0.41	0.36	0.32
0.70	1. ULS	5.81	5.12	4.57	4.13	3.77	3.46	3.2	2.98	2.78	2.61	2.46	2.23	2.02	1.83	1.67	1.52	1.4
	2. L/150	5.81	5.12	4.57	4.13	3.77	3.46	2.88	2.34	1.93	1.61	1.35	1.15	0.99	0.85	0.74	0.65	0.57
	3. L/200	5.81	5.12	4.57	4.13	3.43	2.7	2.16	1.76	1.45	1.21	1.02	0.86	0.74	0.64	0.56	0.49	0.43
	4. L/250	5.81	5.12	4.57	3.56	2.74	2.16	1.73	1.4	1.16	0.96	0.81	0.69	0.59	0.51	0.45	0.39	0.34
0.75	1. ULS	6.8	5.99	5.35	4.83	4.41	4.05	3.75	3.49	3.26	3.06	2.76	2.48	2.24	2.03	1.85	1.69	1.55
	2. L/150	6.8	5.99	5.35	4.83	4.41	3.87	3.1	2.52	2.08	1.73	1.46	1.24	1.06	0.92	0.8	0.7	0.62
	3. L/200	6.8	5.99	5.35	4.8	3.69	2.91	2.33	1.89	1.56	1.3	1.09	0.93	0.8	0.69	0.6	0.52	0.46
	4. L/250	6.8	5.99	5.11	3.84	2.96	2.32	1.86	1.51	1.25	1.04	0.88	0.74	0.64	0.55	0.48	0.42	0.37



# Що означають цифри в таблицях?

ArcelorMittal Construction



## Statement

to design tables for thin-walled steel profiles produced by ArcelorMittal Construction TR136/310, TR136/310 perfo, TR153/290, TR153/290 perfo, TR160/250 a TR160/250 perfo

Design tables for above mentioned steel trapezoidal profiles were completed by Innovation and Development Department of ArcelorMittal Construction with support of an extensive experimental program which was evaluated according to European Standard EN 1993-1-3.

Global method of table compilation and calculated values were checked and approved by signed members of staff of Faculty of Civil Engineering of Czech Technical University in Prague. The tables can be used in Czech Republic and naturally also in all countries using European Standards for thin walled steel sheeting with recommended level of coefficients for loading and material properties.

10th April 2012

  
Prof. Ing. Jiří Studnička, DrSc.

  
Ing. Michal Jandera, Ph.D.

ArcelorMittal Construction



## Design principles of ArcelorMittal Construction profiled sheeting.

This short notes gives an information about using of the ArcelorMittal Construction profiled sheeting according to the CSN EN 1993-1-3.  
The design tables gives the maximum design loads (ULS). In serviceability limit states (SLS) two cases are distinguished - both plastic deformation and limit deflection.  
The presentation of the design tables is shown as below:

Thickness	Limit state	Single span (m)				
		Support width : 40mm / 40mm				
		4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
0,70	ULS	4,58	4,31	4,07	3,86	3,66
	SLS_PD	3,25	3,06	2,89	2,73	2,60
	L/200	3,96	3,30	2,78	2,36	2,03
	L/300	2,64	2,20	1,85	1,57	1,35
	L/500	1,58	1,32	1,11	0,94	0,81

Thickness: Nominal thickness of steel profiles  
ULS: Ultimate limit state  
SLS\_PD: Plastic deformation in serviceability limit state  
L/200: Limit of deflection in serviceability limit state

### Using of tables

#### Example n.1

Project data: - Double span system, span of L = 6m  
- Internal support width:  $b_{int} = 160\text{mm}$   
- End support width:  $b_{end} = 40\text{mm}$   
- Limit of deflection: L/300

Loads:	Characteristic load [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	Design load [kN/m <sup>2</sup> ]
Permanent	0,35	1,35	0,4725
Imposed	1,5	1,5	2,25
Total	$q_{ek} = 1,85$		$q_{ed} = 2,723$

### The table of the profile is given below:

TR153/290,tl.0,75mm, width of 870mm, S320GD  
Double span system – Supports width : 40mm/160mm/40mm

Thick ness	Limit state	Span L = 6,00
0,75	ULS	3,89
	SLS_PD	1,93
	L/200	3,05
	L/300	2,04
	L/500	1,22

Checkings: Ultimate limit state:  
 $q_{(ULS)} = 3,89\text{ kN/m}^2 \geq q_{ed} = 2,723\text{ kN/m}^2$  Pass

Serviceability limit state:  
 $q_{(SLS\_PD)} = 1,93\text{ kN/m}^2 \geq q_{ek} = 1,85\text{ kN/m}^2$  Pass  
 $q_{(L/200)} = 2,04\text{ kN/m}^2 \geq q_{ek} = 1,85\text{ kN/m}^2$  Pass  
The value of plastic deformation is decisive in this case.

*The profile TR153/290 in 0,75mm pass successfully.*



# Чи таблиці то єдиний шлях для перевірки міцності та деформативності профільованих настилів?

Stahl- Trapezprofil **SAB 70R/800**

Querschnitts- und Bemessungswerte nach DIN EN 1993-1-3

Profiltafel in Positivlage  
Maße in mm, Radien R= 5 mm

Anlage 11.2 zum Prüfbescheid ALS TYPENENTWURF in baustatischer Hinsicht geprüft. Prüfbescheid Nr. T14-121 Landesdirektion Sachsen Landesstelle für Bautechnik Leipzig, den 15.08.2014  
Leiter: Bearbeiter:

Nennstreckgrenze des Stahlkernes  $f_{yk} = 320 \text{ N/mm}^2$

Charakteristische Tragfähigkeitswerte für andrückende Flächenbelastung <sup>3)</sup>

Elastisch aufnehmbare Schnittgrößen an Zwischenauflegern <sup>1) 2) 4) 5) 7)</sup>

Nennblechdicke	Feldmoment	Endauflagerkraft <sup>5)</sup>		Lineare Interaktion												
				Stützmomente						Zwischenauflegerkräfte						
				Querlast		Stützmomente		Zwischenauflegerkräfte		Stützmomente		Zwischenauflegerkräfte				
$t_N$	$M_{s,Rk,F}$	$R_{w,Rk,A}$	$V_{w,Rk}$	$M_{s,Rk,B}^0$	$M_{s,Rk,B}^1$	$M_{s,Rk,B}^2$	$M_{s,Rk,B}^3$	$M_{s,Rk,B}^4$	$M_{s,Rk,B}^5$	$M_{s,Rk,B}^6$	$R_{Rk,B}^0$	$R_{w,Rk,B}$	$R_{Rk,B}^1$	$R_{w,Rk,B}$	$R_{Rk,B}^2$	$R_{w,Rk,B}$
mm	kNm/m	kN/m	kN/m	kNm/m												
0,70	5,86	7,54	11,49	5,69	4,55	5,69	4,55	5,69	4,55	18,84	15,07	33,16	26,53	40,20	32,16	
0,75	6,48	8,79	13,31	6,26	5,01	6,26	5,01	6,26	5,01	21,97	17,57	38,36	30,69	46,42	37,14	
0,88	8,13	12,44	18,59	7,82	6,26	7,82	6,26	7,82	6,26	31,11	24,89	53,38	42,70	64,33	51,46	
1,00	9,70	16,34	24,13	9,33	7,47	9,33	7,47	9,33	7,47	40,84	32,67	69,09	55,27	82,98	66,39	
1,13	11,42	21,11	30,84	11,04	8,83	11,04	8,83	11,04	8,83	52,76	42,21	88,05	70,44	105,41	84,33	
1,25	12,93	26,01	37,88	12,67	10,13	12,67	10,13	12,67	10,13	65,03	52,02	107,30	85,84	128,09	102,47	

Reststützmomente <sup>6)</sup>

$t_N$	$l_{a,B} = 10 \text{ mm}$			$l_{a,B} = 60 \text{ mm}$			$l_{a,B} = 100 \text{ mm}$			Reststützmomente $M_{R,Rk}$
	min L	max L	max $M_{R,Rk}$	min L	max L	max $M_{R,Rk}$	min L	max L	max $M_{R,Rk}$	
mm	m	m	kNm/m	m	m	kNm/m	m	m	kNm/m	
										$M_{R,Rk} = 0$ für $L \leq \min L$ $M_{R,Rk} = \frac{L - \min L}{\max L - \min L} \cdot \max M_{R,Rk}$ $M_{R,Rk} = \max M_{R,Rk}$ für $L \geq \max L$

Stahl- Trapezprofil **SAB 70R/800**

Querschnitts- und Bemessungswerte nach DIN EN 1993-1-3

Profiltafel in Positivlage  
Maße in mm, Radien R= 5 mm

Anlage 11.1 zum Prüfbescheid ALS TYPENENTWURF in baustatischer Hinsicht geprüft. Prüfbescheid Nr. T14-121 Landesdirektion Sachsen Landesstelle für Bautechnik Leipzig, den 15.08.2014  
Leiter: Bearbeiter:

Nennstreckgrenze des Stahlkernes  $f_{yk} = 320 \text{ N/mm}^2$

Maßgebende Querschnittswerte

Nennblechdicke <sup>1)</sup>	Eigenlast	Biegung <sup>11)</sup>		Normalkraftbeanspruchung						Grenzstützweiten <sup>13)</sup>	
		$l'_{eff}$	$l''_{eff}$	nicht reduzierter Querschnitt			wirksamer Querschnitt <sup>12)</sup>			Einfeldträger	Mehrfeldträger
$t_N$	g	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>4</sup> /m	$A_g$	$I_g$	$z_g$	$A_{eff}$	$I_{eff}$	$z_{eff}$	$L_{gr}$	$L_{gr}$
mm	kN/m <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>2</sup> /m	cm	cm	cm <sup>2</sup> /m	cm	cm	m	
0,70	0,088	71,5	67,1	9,93	2,74	2,92	5,46	2,91	3,07		
0,75	0,094	78,1	73,4	10,68	2,74	2,92	6,27	2,89	3,10		
0,88	0,110	95,1	90,5	12,64	2,74	2,92	8,40	2,86	3,04		
1,00	0,125	108,7	106,9	14,44	2,74	2,92	10,52	2,84	3,00		
1,13	0,141	123,3	123,3	16,39	2,74	2,92	12,97	2,82	2,97		
1,25	0,156	136,9	136,9	18,19	2,74	2,92	15,30	2,81	2,95		

Schubfeldwerte

$t_N$	Grenz Zustand der Gebrauchstauglichkeit <sup>17)</sup>					Grenz Zustand der Tragfähigkeit <sup>18)</sup>					
	$T_{s,ck}$	$K_1^{14) 15)}$	$K_2^{14) 15)}$	$K_1^{15)}$	$K_2^{15)}$	$T_{Rk,B}^{16)}$	$L_R^{16)}$	$T_{Rk,J}$	$K_3^{19)}$	Lasteinleitung	
mm	kN/m	10 <sup>-4</sup> · m/kN	10 <sup>-4</sup> · m <sup>2</sup> /kN	10 <sup>-4</sup> · 1/kN	10 <sup>-4</sup> · m <sup>2</sup> /kN	kN/m	m	kN/m	-	$T_{LRK}^{22)}$	$F_{LRK}^{21)}$ für $a \geq$
										kN/m	kN
										130 mm	280 mm

Normalbefestigung: Verbindung in jedem Untergurt

$t_N$	$T_{s,ck}$	$K_1^{14) 15)}$	$K_2^{14) 15)}$	$K_1^{15)}$	$K_2^{15)}$	$T_{Rk,B}^{16)}$	$L_R^{16)}$	$T_{Rk,J}$	$K_3^{19)}$	$T_{LRK}^{22)}$	$F_{LRK}^{21)}$
mm	kN/m	10 <sup>-4</sup> · m/kN	10 <sup>-4</sup> · m <sup>2</sup> /kN	10 <sup>-4</sup> · 1/kN	10 <sup>-4</sup> · m <sup>2</sup> /kN	kN/m	m	kN/m	-	kN/m	kN
0,70	2,88	0,280	20,864	4,375	1,400	11,29	4,50	33,79	0,387	3,04	
0,75	3,46	0,260	17,382	4,375	1,400	12,59	4,50	42,06	0,401	3,39	
0,88	5,27	0,220	11,417	4,375	1,400	16,20	4,50	67,20	0,436	4,36	
1,00	7,36	0,193	8,177	4,375	1,400	19,79	4,50	76,80	0,466	5,33	
1,13	10,11	0,170	5,952	4,375	1,400	23,93	4,50	87,20	0,497	6,44	
1,25	13,13	0,153	4,585	4,375	1,400	27,98	4,50	96,80	0,524	7,54	

# Чи таблиці то єдиний шлях для перевірки міцності та деформативності профільованих настилів?



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

## ЄВРОКОД 3. ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів (EN 1993-1-3:2006 IDT)

ДСТУ Н EN 1993-1-3:20XX  
(проект, остаточна редакція)



Київ  
Міністерство регіонального розвитку,  
будівництва та житлово-комунального  
господарства України

2012

### A.2 Випробування профілів і касетних профілів

#### A.2.1 Загальні положення

(1) Дана методика представлена для профілів, але незважаючи на це методики, засновані на тих же принципах випробувань, можуть використовуватися також і для касетних профілів та інших типів настилів (наприклад, настилів, вказаних в EN 508).

(2) Навантаження може прикладатися за допомогою повітряних мішків або вакуумної камери, системи зі сталевих або дерев'яних поперечних балок, що створюють навантаження, наближене до рівномірно-розподіленого.

(3) Для виключення при випробуваннях зминання гофрів зразків, можуть бути застосовані поперечні в'язи або інші пристосування, такі як дерев'яні бруси. Деякі приклади наведено на рис. A.1.

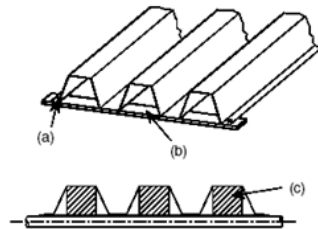


Рисунок A.1 – Приклади відповідних пристосувань для випробувань

Figure A.1: Examples of appropriate test accessories

(4) Для випробувань на підйомне навантаження, випробувальна установка повинна імітувати дійсну роботу профіліста за реальних умов, що виникають при експлуатації. Тип з'єднань листів до опор повинен бути таким же, який

### A.2 Tests on profiled sheets and liner trays

#### A.2.1 General

(1) Although these test procedures are presented in terms of profiled sheets, similar test procedures based on the same principles may also be used for liner trays and other types of sheeting (e.g. sheeting mentioned in EN 508).

(2) Loading may be applied through air bags or in a vacuum chamber or by steel or timber cross beams arranged to approximate uniformly distributed loading.

(3) To prevent spreading of corrugations, transverse ties or other appropriate test accessories such as timber blocks may be applied to the test specimen. Some examples are given in figure A.1.

заклепка або гвинт

(a) Rivet or screw

поперечна в'язь (металева

штаба)

(b) Transverse tie (metal strip)

дерев'яні бруси

(c) Timber blocks

ДСТУ В В.2.6-10-96

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Конструкції будинків і споруд  
КОНСТРУКЦІЇ СТАЛЕВІ БУДІВЕЛЬНІ  
Методи випробування навантаженням  
Видання офіційне  
Державний комітет України  
у справах містобудування і архітектури  
Київ 1997

ДСТУ В В.2.6-10-96 С. II

Передмова

I РОЗРОБЛЕНО  
Державним проектним та науково-дослідним інститутом  
"Укрнідпроектстальконструкція"  
ВИКОНАВЦІ

Доктори технічних наук А.В. Перельмутер – керівник роботи, В.А. Пермяков; кандидати технічних наук Є.М. Єрмак, В.І. Кретов, Н.Г. Марьєнков, М.О. Микитаренко, Г.Л. Семенець, В.Г. Тарасюк, З.О. Шульман

2 ВНЕСЕНО  
Головним управлінням промислової забудови та інженерної інфраструктури Державного комітету України у справах містобудування і архітектури

3 ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ  
Наказом Державного комітету України у справах містобудування і архітектури від 18 грудня 1996 р. N 219

4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ  
Даний стандарт не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований або розповсюджений як офіційне видання без дозволу Державного комітету України у справах містобудування і архітектури

ДСТУ В В.2.6-10-96 С. III

Зміст

	С.
I Галузь використання .....	1
2 Нормативні посилання .....	2
3 Визначення .....	2
4 Загальні положення .....	3
5 Підготовка до проведення випробувань .....	4
6 Загальні правила проведення випробувань .....	5
7 Види випробувань .....	6
8 Документування випробувань .....	11
Додаток А	
Визначення граничного опору за результатами випробувань до руйнування .....	12

# Чи є результати випробування настилів беззаперечним аргументом у їх виборі?

ДСТУ Б В.2.6-10-96

ДСТУ-Н Б EN1993-1-3:2012

Y<sub>m</sub> - коефіцієнт надійності даних випробувань, що визначається за формулою:

$$Y_m = 1 + 1,33 (R_{ni,max} - R_{ni,min}) / (C_{lk} R_m) \quad (7)$$

Тут через R<sub>ni,max</sub> і R<sub>ni,min</sub> позначені відповідно найбільше і найменше із значень R<sub>ni</sub>, а коефіцієнт C<sub>lk</sub> визначається залежно від числа дослідів k за даними таблиці 2.

Таблиця А. 1

N	Характер руйнування	Коефіцієнт виду руйнування
1	Текучість, надмірні пластичні деформації елемента	N = R <sub>u</sub> / R <sub>yt</sub>
2	Локальне випучування при напруженнях б <sub>u</sub> в перерізі, де воно сталося: б <sub>u</sub> = 2R <sub>u</sub> / 3	N = 0,75 + (б <sub>u</sub> - 2R <sub>u</sub> / 3) / R <sub>yt</sub> N = 0,75 + (R <sub>u</sub> / R <sub>yt</sub> - 0,75) / R <sub>yt</sub>
	2R <sub>u</sub> / 3 < б <sub>u</sub> < 2400 кг/см <sup>2</sup>	N = 0,5, коли R <sub>u</sub> невідомо.

Таблиця А.2

k	3	4	5	6	7	8	9	10
C <sub>lk,т</sub>	1,916	2,237	2,481	2,672	2,829	2,963	3,078	3,179

(5) Стандартне відхилення s визначається за виразом:

(5) The standard deviation s may be determined using:

$$s = \left[ \sum_{i=1}^n (R_{adj,i} - R_m)^2 / (n-1) \right]^{0,5} \equiv \left[ \left[ \sum_{i=1}^n (R_{adj,i})^2 - (1/n) \left( \sum_{i=1}^n R_{adj,i} \right)^2 \right] / (n-1) \right]^{0,5} \quad \dots(A.12)$$

де:

R<sub>adj,i</sub> - відповідний результат i-го випробування;

n - кількість випробувань.

where:

R<sub>adj,i</sub> is the adjusted test result for test i ;

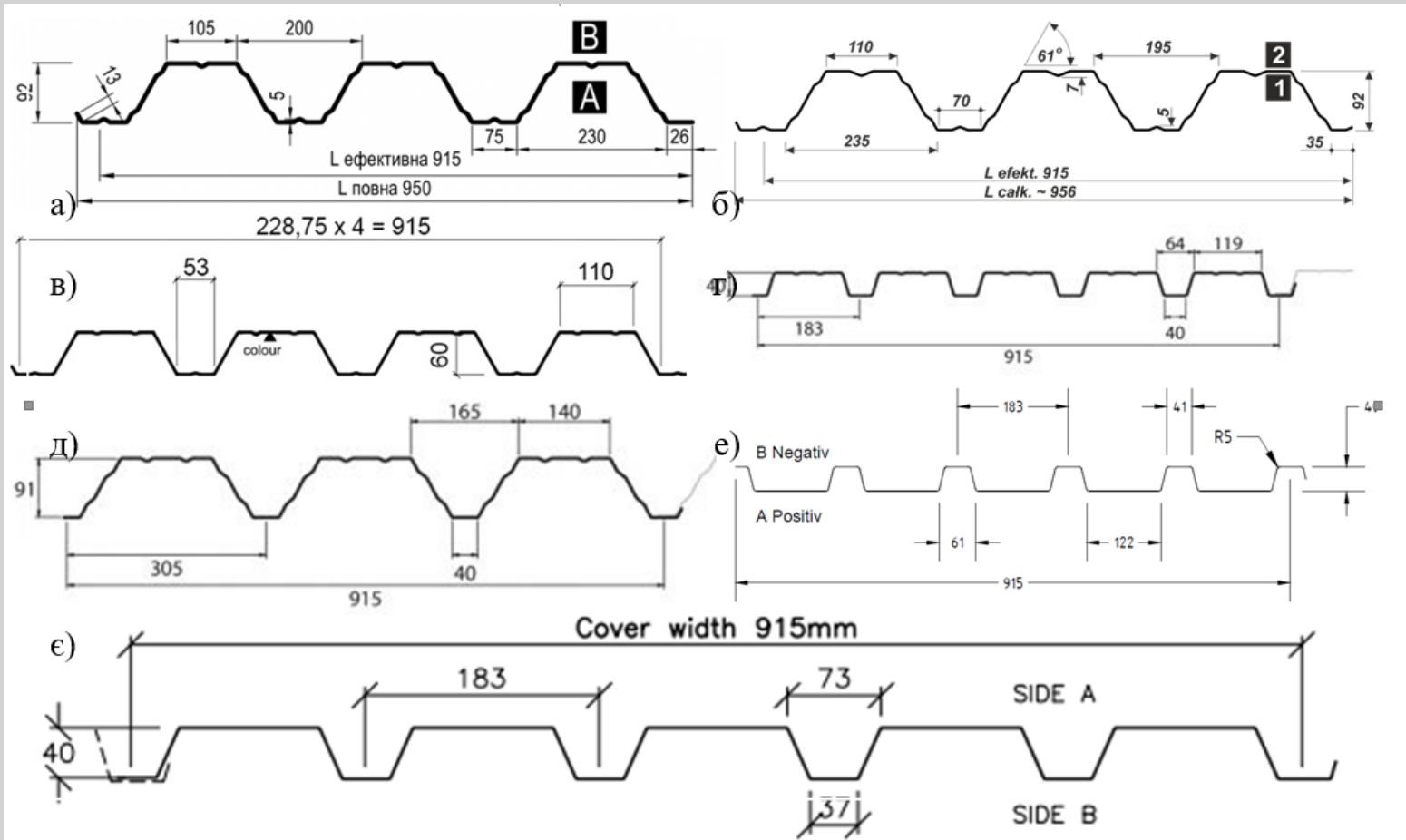
n is the number of tests.

Таблиця А.2 - Значення коефіцієнта k

Table A.2: Values of the coefficient k

N	4	5	6	8	10	20	30	∞
k	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

# Ефективна ширина настилу.



$$\frac{L_{\text{eff}}}{L_{\text{рулон}}} \rightarrow \max < 1$$

Рисунок 1 – Перерізи профнастилу з коефіцієнтом економічності 0,732 (а – Т92 Pruszyński (Україна), б – Т92 Pruszyński (Польща), в – Т60 Rauta, г – SAB 40, д – SAB 89, е – Н40 Hoffman, є – APL)

## Ефективна ширина настилу.

Доля вартості цинкового покриття та полімер-цинкового покриття у вартості 1мп рулону

Товщина рулону, мм	Z100	Z140	Z180	Z200	Z100+PE	Z140+PE	Z180+PE	Z200+PE
0,45	6,4%	9,0%	11,5%	12,9%	34,9%	37,5%	40,0%	41,4%
0,48	6,0%	8,4%	10,8%	12,1%	34,4%	36,8%	39,2%	40,4%
0,5	5,8%	8,1%	10,5%	11,7%	34,4%	36,7%	39,0%	40,3%
0,55	5,5%	7,7%	9,9%	11,1%	34,0%	36,2%	38,3%	39,5%
0,6	4,8%	6,8%	8,7%	9,6%	33,4%	35,3%	37,2%	38,2%
0,65	4,6%	6,5%	8,3%	9,2%	32,9%	34,7%	36,5%	37,5%
0,7	4,4%	6,0%	7,8%	8,8%	32,9%	34,5%	36,3%	37,2%
0,8	3,6%	5,0%	6,4%	7,2%	32,3%	33,7%	35,1%	35,9%
1,2	2,9%	4,1%	5,3%	5,8%	32,5%	33,7%	34,9%	35,4%

Доля вартості покриття в ціні 1мп штрипсу для виготовлення профільованого настилу становить від 3 до 13% для цинкового покриття Z100...Z200 та 33-42% для полімер-цинкового покриття.

# Що нас чекає в майбутньому?

Друга генерація (покоління) Єврокодів.

Закічення написання текстів – 2024-2025 рр.

Імплементация в Європейському Союзі – 2027-2028 рр.

Eurocode 3: Design of steel structures			
EN 1993-1-1	01.09.2020	01.04.2022	29.07.2022
EN 1993-1-2	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-1-3	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-1-4	01.03.2022	01.10.2024	28.01.2025
EN 1993-1-5	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-1-6	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-1-7	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-1-8	01.03.2021	01.10.2022	27.01.2023
EN 1993-1-9	01.03.2023	01.10.2024	28.01.2025
EN 1993-1-10	01.03.2023	01.10.2024	28.01.2025
EN 1993-1-11	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
EN 1993-1-13	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-1-14	01.03.2022	01.10.2023	26.01.2024
EN 1993-2	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
EN 1993-3	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
EN 1993-4-1	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
EN 1993-4-2	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
EN 1993-5	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
EN 1993-6	01.09.2023	01.04.2025	29.07.2025
CEN/TS 1993-1-101			

# Що нас чекає в майбутньому?

Що нового для металевих конструкцій:

prEN 1993-1-14. Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-14: Design assisted by finite element analysis.

prEN 1993-7 Eurocode 3 - Design of steel structures – Part 7: Sandwich panels.

CEN/TS 1993-1-101:2022. Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-101: Alternative interaction method for members in bending and compression.

prCEN/TR 1993-1-103. Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-103 Elastic critical buckling of members.

prCEN/TS 1993-1-801. Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-801 Hollow section joint design according to the component method.

prCEN/TR 1993-1-141. Background and Explanations on EN 1993-1-14 Design assisted by finite element analysis.

CEN/TR 1993-1-141: 2023 (E)

approximately 5 x 5 mm, was created. The predicted resistance varied less than 1%, therefore, it is concluded, that the FE mesh 10 x 10 mm provides satisfactory results.

Table E.4. Mesh sensitivity check.

mesh [mm]	time [s]	max [Mk]	[Mk/Mk]
10 x 10	570	180	1.531
5 x 5	2480	210	1.531

Interpolation sensitivity check is applied in following steps: the calculation is run firstly without any imperfections and then with the leading imperfection only, see Section 1.1.7. As expected, FE model without any imperfections provides the highest resistance (overpredicts the resistance by approx. 10%). If the leading (distortional) imperfection shape is used without the local buckling imperfection, the resistance is overpredicted by approx. 2%. Leading imperfection shape with the accompanying imperfection shape provides the lowest predicted resistance value as expected.

Table E.4.2. Imperfection sensitivity check.

Geometric imperfection considered	The predicted load bearing capacity [kN/m <sup>2</sup> ]
no imperfection	1.61
distortional buckling imperfection	1.57
distortional + local buckling imperfection	1.53

Comparing the numerical and experimental results

The load bearing capacity is compared to the Eurocode prEN 1993-1-3 [E.4.2] prediction. The design moment resistance  $M_{Ed} = 1.73$  kNm is calculated according to [E.4.2] (considering  $\rho = 1.0$ ). The resistance to transverse forces  $R_{Ed}$  should be also checked, however with crippling failure occurs with very short span length, so it is not governing in this case. The ultimate equally distributed load is calculated simply as  $f = 8 \cdot M_{Ed}/l^2 = 1.15$  kN/m<sup>2</sup>. The load bearing capacity according to the FE model using CDM4 analysis is 1.53 kN/m<sup>2</sup>. The compared values (ultimate load) provide expected values. Where current Eurocode for cold-formed steel profiles [E.4.2] provides more conservative result and FE model according to EN 1993-1-4 [1] provides higher ultimate load. To justify the safety of the design assisted by FE model, the predicted load bearing capacity 1.53 kN/m<sup>2</sup> (considering  $\rho = 1.0$  and  $\rho = 1.0$ ) is still slightly lower than the load bearing capacity predicted by design assisted by Eurocode [E.4.2] which is 1.42 kN/m<sup>2</sup>.

References

[E.4.1] prEN 1993-1-14: 2021 Design of steel structures - Part 1-14: Design assisted by finite element analysis

[E.4.2] prEN 1993-1-3: 2021 Design of steel structures - Part 1-3: General rules - Supplementary rules of cold-formed members and sheeting

[E.4.3] Simcha Almagor 6.14 Documentation, Research Systems, 2014

[E.4.4] A. Chorazec Návřt trapezového plechu. Master's thesis. Prague: CTU in Prague, 2022. <https://www.ctu.cz/handle/10467/29518>

[E.4.5] Arochovřiml Constructives - Technical data sheet of profile TR 153/296. [https://constructives.arochovřiml.com/en/profiles/profiles/tr-master/prac-nedba/arsc-media/1676/1661/2023/06/Technical\\_data\\_sheet-TR\\_153\\_1661.pdf](https://constructives.arochovřiml.com/en/profiles/profiles/tr-master/prac-nedba/arsc-media/1676/1661/2023/06/Technical_data_sheet-TR_153_1661.pdf)

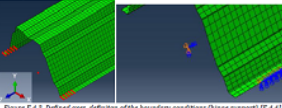


Figure E.4.3. Deflected axes, definition of the boundary conditions (hinge support) [E.4.4].

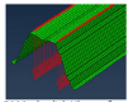


Figure E.4.4. Load applied at the upper flange [E.4.4].

194 195

# MIĘDZYINSTYTUTOWE LABORATORIUM KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH (POLITECHNIKA POZNAŃSKA)



Відкритий комітет з покрівельних, фасадних конструкцій та ЛСТК  
14 березня 2024 року



## Підсумки

1. Систематизація підходів до процесу проектування покрівель з використанням несучих настилів (Рекомендації від Асоціації УЦСБ):
  - алгоритм для проектувальника;
  - інформація для виробників;
  - програми випробувань;
  - уніфіковані вимоги для розрахунків таблиць тощо.
2. Підготовка до впровадження другої генерації Єврокодів:
  - активна участь Асоціації у перекладі Єврокодів по сталевим конструкціям – можливо навіть провідна;
  - навчально-методичні матеріали;
  - навчальні семінари тощо.

**Дякую за увагу!**

[volodymyr.semko@put.poznan.pl](mailto:volodymyr.semko@put.poznan.pl)