

**WP N°: 3****WP Title: eLectures: Interactive electronic lectures****Deliverable N°: D3.1****Deliverable Title : Steel decks with outwards stiffeners PL****Deliverable Date: 30st of June 2018**

**The GRISPE PLUS project has received financial support
from the European Community's Research Fund for Coal and Steel (RFCS)
under grant agreement N° 754092"**

Author(s)*Sokol Palisson Consultants, Anna Palisson***Drafting history***DRAFT N° 1 -DATE:**DRAFT N° 2- DATE:**FINAL- DATE: 31st of March***Dissemination Level**

<i>PU</i>	<i>Public-Open</i>	
<i>PP</i>	<i>Restricted to the Commission Services, the Coal and Steel Technical Groups and the European Committee for Standardisation (CEN)</i>	
<i>RE</i>	<i>Restricted to a group specified by the Beneficiaries</i>	
<i>CO</i>	<i>Confidential, only for Beneficiaries (including the Commission services)</i>	

D3.1 STEEL DECK WITH OUTWARDS STIFFENERS

RFCS funded – agreement N° 754092

Disclaimer notice and EU acknowledgement of support

Disclaimer notice

By making use of any information or content in this manual (Part 1 and Part 2) you agree to the following:

No warranties

All the information or content provided in this manual is provided “as is” and with no warranties. No express or implies warranties of any type, including for example implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, are made with respect to the information or content, or any use of the information or content in this manual.

The authors make no representations or extend no warranties of any type as to the completeness, accuracy, reliability, suitability or timeliness of any information or content in this manual.

Disclaimer of liability

This manual is for informational purposes only. It is your responsibility to independently determine whether to perform, use or adopt any of the information or content in this manual.

The authors specifically disclaim liability for incidental or consequential damages and assume no responsibility or liability for any loss or damage suffered by any

person as a result of the use or misuse of any of the information or content in this manual.

The authors will not be liable to you for any loss or damage including without limitation direct, indirect, special or consequential loss or damage, or any loss or damage whatsoever arising from loss of data or loss of business, production, revenue, income, profits, commercial opportunities, reputation or goodwill, arising out of, or in connection with, the use of the information or content in this manual.

The authors do not represent, warrant, undertake or guarantee that the use of the information or content in this manual will lead to any particular outcome or results.

Reasonableness

By using this manual, you agree that the exclusions and limitations of liability set out in this disclaimer are reasonable. If you do not think they are reasonable, you must not use this manual.

Severability

If any part of this disclaimer is declared unenforceable or invalid, the remainder will continue to be valid and enforceable.

"The information and views set out in this manual (Part 1 and Part 2) are those of the author(s) and do not necessarily reflect the official opinion of the European Union. Neither the European Union and bodies nor any person acting on their behalf may be held responsible for the use which may be made of the information or views contained therein"

EU acknowledgement of support

The GRISPE project has received financial support from the European Community's Research Fund for Coal and Steel (RFCS) under grant agreement No75 4092

**Część 1-a: PORADNIK PROJEKTANTA
DLA BLACH FAŁDOWYCH Z ŻEBERKAMI
PODŁUŻNYMI WYSTAJACYMI NA
ZEWNATRZ, UŻYWANYCH DLA STROPÓW
ZESPOLONYCH**

PODSUMOWANIE

Celem niniejszego poradnika projektanta jest przedstawienie nowej metody obliczeń blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz, opracowanej w ramach europejskiego projektu GRISPE PLUS.

Poradnik oparty jest na ogólnych zasadach Eurokodu, i w szczególności na normach EN 1993-1-3 i EN 1993-1-5.

Ta nowa metoda obliczeń blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz opiera się na badaniach przeprowadzonych w ramach europejskiego projektu GRISPE (2013-2016).

Podstawy tej metody opisano w załączniku 1.

Rozdział 1 podaje w sposób szczegółowy typ profili, aktualny stan wiedzy, główne wyniki badań projektu GRISPE oraz ogólne wymagania i zasady projektowania;

Rozdział 2 przedstawia wstępne rozważania które należy uwzględnić w fazie projektu wstępnego, w tym w szczególności zakres zastosowania nowej metody projektowania;

Rozdział 3 określa wymagania technologiczne;

Rozdział 4 zawiera wymagania odnośnie właściwości materiału;

Rozdział 5 określa obciążenia i ich kombinacje;

Rozdział 6 przedstawia zasady obliczeń;

Rozdział 7 podaje listę kryteriów wymiarowania nie objętych instrukcją;

Rozdział 8 przedstawia przykład obliczeń;

Rozdział 9 podaje bibliografię

PRZEDMOWA

Niniejszy poradnik projektanta został przeprowadzony przy wsparciu finansowania RFCS n°**754092**

Ta nowa metoda projektowania została zaprezentowana w grupie ewolucyjnej EN 1993-1-3 w latach 2016-2017 i jest rozważana do włączenia do Eurokodów.

Niniejszy poradnik projektanta został opracowany przez PALISSON Anna i został omówiony i zatwierdzony przez grupę roboczą GRISPE PLUS, składającej się z następujących członków:

Mickael BLANC	France
Silvia CAPRILI	Italy
David IZABEL	France
Markus KUHNENNE	Germany
Anna PALISSON	France
Valérie PRUDOR	France
Irene PUNCELLO	Italy
Dominik PYSCHNY	Germany
Thibaut RENAUX	France
Daniel SPAGNI	France

Członek korespondent:

SOKOL	Léopold	France
-------	---------	--------

Rysunki

Rysunki zostały wykonane przez firmy:

Rysunek 1.1.1 – TATA STEEL CONSTRUCTION

Rysunek 1.3.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 1.3.2 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 6.2.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 6.3.2.1 - Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 8.1.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 8.1.2 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 8.1.3 - Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 8.2.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 8.2.2 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 8.2.3 – Kopia EN 1993-1-3

ZAWARTOŚĆ

Zakres publikacji

Symbole

1. WSTĘP

- 1.1. Typ profilowanych blach stalowych**
- 1.2. Stan wiedzy przed projektem GRISPE**
- 1.3. Główne wyniki projektu GRISPE**
- 1.4. Ogólne wymagania i zasady projektowania**

2. ROZWAŻANIA WSTĘPNE

- 2.1. Zakres stosowania proponowanej metody obliczeń**
- 2.2. Przepisy technologiczne dla profilowanych blach**

3. PODSTAWOWE WYMOGI TECHNOLOGICZNE

4. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU

5. OBCIĄŻENIA I ICH KOMBINACJE

6. ZASADY WYMIAROWANIA

- 6.1. Wstęp**
- 6.2. Dziedzina zastosowania podanej metody obliczeń**
- 6.3. Procedura obliczeń**

7. SPECYFICZNE KRYTERIA WYMIAROWE

8. PRZYKŁAD OBLICZEŃ

- 8.1. Objasnienie oprogramowania "outwards stiffener"**
- 8.2. Samo sprawdzenie oprogramowania – szczegółowy tok obliczeń**

9. BIBLIOGRAFIA

ZAŁĄCZNIK 1

ZAKRES PUBLIKACJI

Celem tej publikacji jest przedstawienie nowej metody obliczeń blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz używanych dla stropów zespolonych, zaproponowanej dla Eurokodu EN 1993-1-3.

Ten podręcznik projektowy dotyczy stosowanych powszechnie zastosowań.

Dla rozwiązań specyficznych (na przykład z otworami) lub dla sytuacji wyjątkowych (seizm, pożar, itp.) należy przestrzegać odpowiednich przepisów Eurokodów oraz/lub EN 1090-4.

SYMBOLE

t : grubość obliczeniowa

t_{nom} : grubość nominalna

t_{eff} : grubość efektywna

h_w : wysokość profilu

f_{yb} : granica plastyczności

E : Moduł Younga

t_{red} : grubość zredukowana

b_{pi} : szerokość obliczeniowa płaskiej ścianki

$b_{i,eff}$: szerokość efektywna

A_g : pole przekroju brutto

A_{eff} : efektywne pole przekroju

z_G : położenie osi głównej

σ_{xx} : naprężenie

χ_d : współczynnik redukcyjny ze względu na wyboczenie dystorsyjne

$M_{c,Rd}$: nośność przekroju przy zginaniu

M_{span} : moment przęsłowy

e_c : odległość od półki ściskanej do osi głównej

s_n : szerokość środniczki między półką ściskaną i osią główną

s_{eff} : efektywna szerokość środniczki

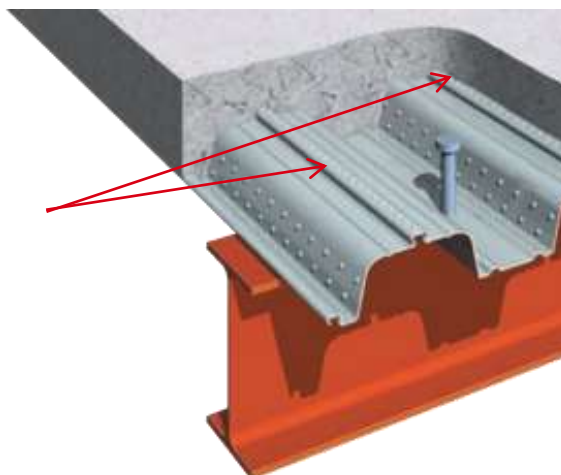
W_{eff} : wskaźnik wytrzymałości przekroju efektywnego

1. WSTĘP

1.1. Typ profilowanych blach stalowych

Poradnik ten przeznaczony jest dla obliczeń blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz.

Podłużne żeberka
wystające na
zewnątrz



Rysunek 1.1.1 – Blacha stalowa z podłużnymi żeberkami wystającymi na zewnątrz

1.2. Stan wiedzy przed projektem GRISPE

Blachy stalowe fałdowe stały się integralnym elementem konstrukcyjnym w płytach zespolonych stropowych dachowych i pośrednich. Często jest to optymalnym rozwiązaniem do renowacji lub przebudowy budynków handlowych i przemysłowych z uwagi na wytrzymałość, lekkość i trwałość, wymagającym ograniczonej konserwacji.

W celu zwiększenia wytrzymałości na ścinanie podłużne pomiędzy stalą a betonem w stanie zespolenia z betonem, blachy są wyposażone w podłużnych żeberkach wystających na zewnątrz.

W fazie montażu, gdzie blacha służy jako szalunek i przenosi ciężar świeżego betonu i obciążenia konstrukcyjne, nie istnieje żadna metoda która by pozwalała obliczyć wytrzymałość na zginanie blach z żeberkami wystającymi na zewnątrz.

Norma EN 1994-1 dla projektowania stropów zespolonych odwołuje się do EN 1993-1-3 dla obliczenia blach w fazie montażowej.

Jednakże w EN 1993-1-3 nie uwzględnia się profili z podłużnymi żeberkami wystającymi na zewnątrz stosowanymi w blachach dla płyt zespolonych.

Podsumowując, jedyną opcją dla zwymiarowania tej rodziny produktów jest przeprowadzenie kosztownych i czasochłonnych testów.

1.3. Główne wyniki projektu GRISPE

W celu określenia wytrzymałości blach fałdowych z żeberkami wystającymi na zewnątrz wykonano obszerny program złożony z testów "globalnych" (Rysunki 1.3.1 i 1.3.2), zgodnie z EN 1993-1-3 Aneks A

Innowacyjna metoda obliczania wytrzymałości na moment dodatni w przęśle, oparta na wynikach i analizie badań została opracowana dla blach z żeberkami wystającymi na zewnątrz.



Rysunek 1.3.1 – Badania wytrzymałości na moment przęsłowy



Rysunek 1.3.2 – Blacha po badaniu

1.4. OGÓLNE WYMAGANIA I ZASADY PROJEKTOWANIA

- (1) Obliczanie blach stalowych z żeberkami wystającymi na zewnątrz powinno być zgodne z ogólnymi zasadami podanymi w EN 1993-1-3.
- (2) Należy przyjąć odpowiednie współczynniki częściowe dla stanów granicznych nośności i stanów granicznych użytkowalności zgodnie z EN 1993-1-3.

2. ROZWAŻANIA WSTĘPNE

2.1. Zakres stosowania proponowanej metody obliczeń

Poradnik ten podaje wymagania projektowe dotyczące blachy stalowej z żeberkami wystającymi na zewnątrz oraz obliczeniową metodę projektowania.

Metoda ta ma zastosowanie w określonych zakresach właściwości materiału i proporcji geometrycznych

Poradnik nie podaje zasad rozkładu obciążeń podczas montażu budowli.

Zasady obliczeń podane w tej instrukcji są aktualne gdy tolerancje elementów są zgodne z EN 1993-1-3.

Wykonanie konstrukcji stalowych z blach stalowych objęte jest normą EN 1090.

2.2. Przepisy technologiczne dla profilowanych blach

2.2.1. Kształty przekrojów

(1) Blachy kształtowane na zimno mają stałą grubość nominalną (w ramach dopuszczalnych tolerancji) na całej długości, natomiast przekrój poprzeczny może być stały lub zbieżny.

(2)

Profilowane na zimno kształtowniki i blachy zasadniczo składają się z elementów płaskich, które są połączone elementami zakrzywionymi.

Przekrój profili kształtowanych na zimno zawiera elementy płaskie, połączone elementami zakrzywionymi.

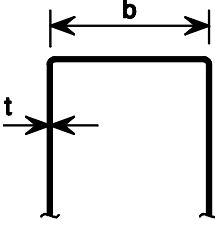
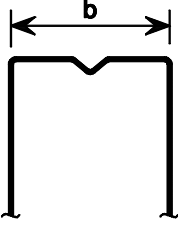
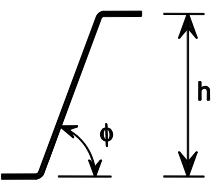
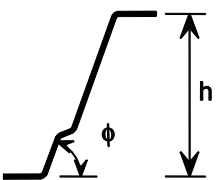
(3) Przykłady przekrojów blach profilowanych na zimno pokazano na Rysunku 2.2.1.1.

2.2.2. Wymiary przekroju poprzecznego

Wymiary przekroju powinny spełniać ogólne wymagania podane w EN 1993-1-3, rozdział 1.5.3.

(1) Jeśli nie podano inaczej, grubość t jest grubością obliczeniową stali, którą przyjmuje się równą grubości rdzennej ewentualnie pomniejszonej o odchyłkę wymiarową zgodnie z 3.2.4.

(2) Podane w niniejszym podręczniku zasady obliczeń nie powinny być stosowane dla przekrojów których smukłości ścianek b/t , h/t , c/t i d/t są poza zakresem określonym w Tablicy 2.2.2.1 (Tablica 5.1 z EN 1993-1-3).

		$b/t \leq 500$
		$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$ $h/t \leq 500 \sin \phi$

Tablica 2.2.2.1 – Sprawdzanie proporcji geometrycznych

3. PODSTAWOWE WYMOGI TECHNOLOGICZNE

Profilowana blacha i znak CE

Płyty stalowe są oznakowane znakiem CE zgodnie z normą EN 1090-1.

4. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU

Blacha stalowa

Właściwości materiału powinny spełniać wymagania podane w EN 1993-1-3, sekcja 3.
 Typowymi gatunkami stali są gatunki S320GD + ZA i S350GD + ZA
 Tolerancje grubości powinny spełniać wymagania podane w EN 1993-1-3, sekcja 3.2.4.

5. OBCIĄŻENIA I KOMBINACJE DZIAŁAJĄCE

Działania i kombinacje, które należy wziąć pod uwagę, należy określić zgodnie z EN 1991-1-6 Eurokod 1: Działania na strukturach, Część 1-6: Działania ogólne - Działania podczas wykonywania, 2005

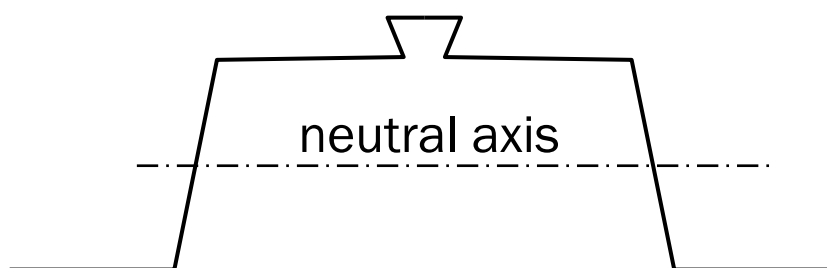
6. ZASADY WYMIAROWANIA

6.1. Wstęp

Niniejsza metoda obliczeń jest przeznaczona dla sprawdzenia wytrzymałości na moment zginający blach z żeberkami wystającymi na zewnątrz.

6.2. Dziedzina zastosowania podanej metody obliczeń

Niniejsza metoda obliczeń dotyczy blach z żeberkami wystającymi na zewnątrz (rysunek 6.2.1)



Rysunek 6.2.1 – Blacha z żeberkami wystającymi na zewnątrz

6.3. Procedura obliczeń

6.3.1. Efektywny przekrój blachy z żeberkami wystającymi na zewnątrz

- (1) Efektywna szerokość półki z żeberkami wystającymi na zewnątrz powinna być obliczona zgodnie z 5.5.1 (2) z EN 1993-1-3, bez uwzględnienia wytłoczeń.
- (2) W przypadku pośrednich żeberk wystających na zewnątrz górnej półki obliczenia należy wykonać, przyjmując naprężenie w żeberku jako równe naprężeniu w górnej półce.

6.3.2. Moment wytrzymałości na zginanie blachy z żeberkami wystającymi na zewnątrz

Obliczeniowa nośność przekroju na zginanie $M_{c,Rd}$ jest określona zgodnie z EN 1993-1-3 "6.1.4 Zginanie", jak następuje:

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

Wskaźnik wytrzymałości W_{eff} oblicza się dla przekroju współpracującego poddanego zginaniu względem osi głównej, przy maksymalnych naprężeniach $\sigma_{max,Ed} = f_{yb} / \gamma_{M0}$, uwzględniając wpływ wyboczenia miejscowego i dystorsyjnego, zgodnie z 5.5. i z 7.1

7. SPECYFICZNE KRYTERIA WYMIAROWANIA

Kryteria wymiarowania nie objęte niniejszą instrukcją

Ogniowe

Sejsmiczne

Aspekty środowiskowe

Termiczne

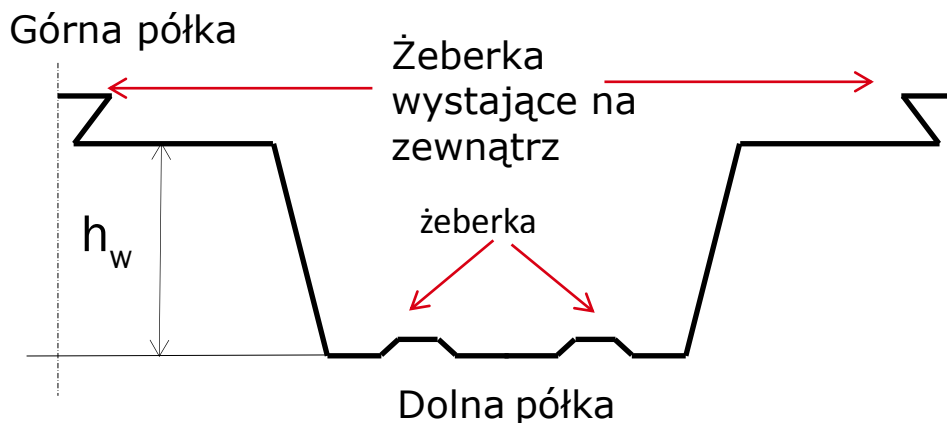
Akustyczne

Inne

8. PRZYKŁAD OBLICZEN

8.1. Objasnienie oprogramowania "outwards stiffener"

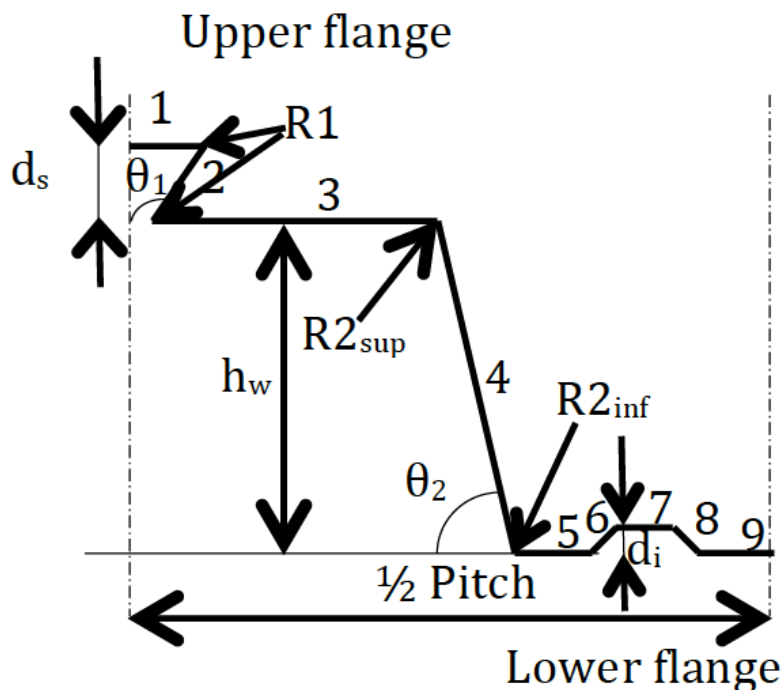
Oprogramowanie to służy do obliczania wytrzymałości na moment zginający blachy z podłużnym żeberkiem wystającym na zewnątrz w górnej półce i z dwoma żeberkami podłużnymi w dolnej półce.



Rysunek 8.1.1 – Blacha z żeberkiem wystającym na zewnątrz w górnej polce i z dwoma żeberkami w dolnej półce

1) DANE

Wszystkie czerwone komórki muszą być wypełnione wymiarami blachy (Rysunek 8.1.2): wewnętrzne promienie zagięć $R1$, $R2_{sup}$, $R2_{inf}$, kąty θ_1 and θ_2 , obliczeniowa grubość t , nominalna grubość t_{nom} , moduł, wysokość środknika h_w , głębokość górnego usztywnienia d_s , głębokość dolnego usztywnienia d_i , granica plastyczności f_{yb} , moduł Younga E i γ_{M0} :



Rysunek 8.1.2 – Numeracja elementów

R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	t _{nom} (mm)	t (mm)

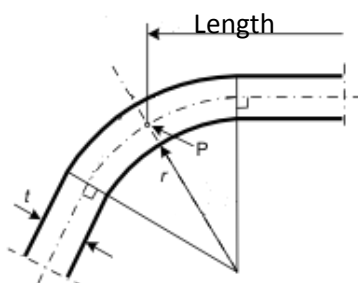
Pitch (mm)	h _w (mm)	d _s (mm)	d _i (mm)	f _{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}

Tablica 8.1.1 – Komórki do wypełnienia wymiarami blachy

Należy wypełnić czerwone komórki poniższej tablicy wymiarami (b_{pi}) wszystkich elementów ½ modułu. Numery elementów są podane na Rysunku 8.1.2. Długości elementów są mierzone od punktu środkowego « P » przylegającego elementu narożnego jak pokazane na Rysunku 8.1.3.

Element	b_{pi} (mm)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

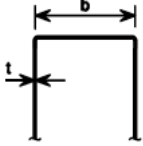
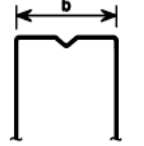
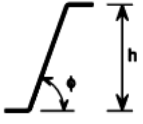
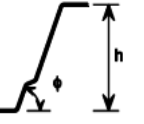
Tablica 8.1.2 Komórki do wypełnienia wymiarami elementów



Rysunek 8.1.3 – Długość elementów mierzona w odniesieniu do środkowego punktu « P »

2) Sprawdzenie proporcji geometrycznych

Wypełnić czerwoną komórkę z wartością b i program automatycznie wyświetla sprawdzenie proporcji geometrycznych.

				$b/t \leq 500$
	$b =$	75.00		
	$b/t =$	87.21		
	$\theta_2 =$	79.38		
	$h/t =$	93.02		
	$500 \sin(\theta_2) =$	491.44		
	$r < 0,04 t E / f_y$	15.37		$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$
				$h/t \leq 500 \sin \phi$

Tablica 8.1.3 - Automatyczne wyświetlenie sprawdzenia proporcji geometrycznych**3) WYNIKI**

Program automatycznie wyświetla wyniki:

⇒ wytrzymałość na moment zginający

$M_{span} = 13.3 \text{ kNm/m}$

8.2. Samo sprawdzenie oprogramowania – szczegóły kroków obliczeniowych

Samo sprawdzenie polega na obliczeniu wytrzymałości na moment zginający profilu o grubości = 0,90 mm

1) DANE**Oprogramowanie i obliczenia:**

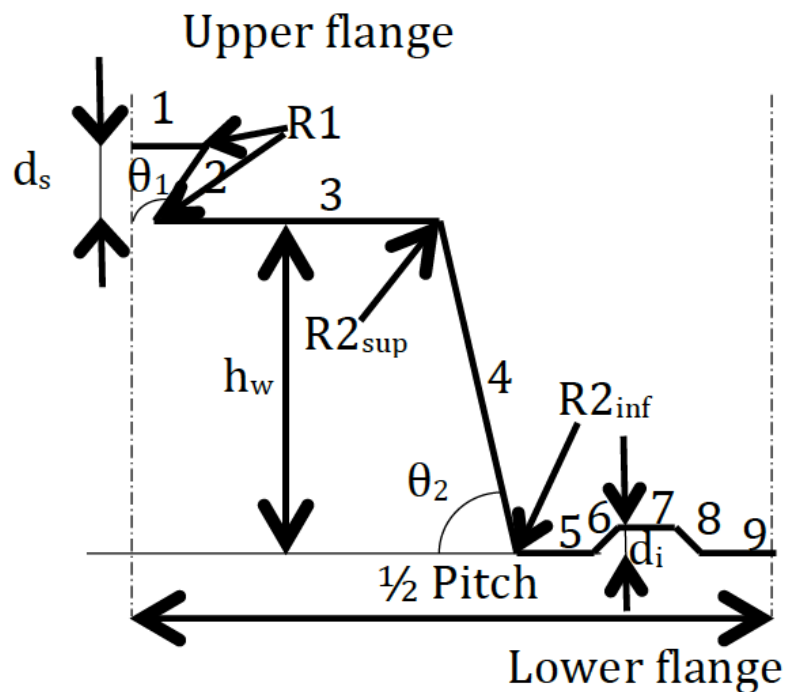
R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	t _{nom} (mm)	t (mm)
0.00	1.89	15.00	5.00	1.39	0.90	0.86

Pitch (mm)	h _w (mm)	d _s (mm)	d _i (mm)	f _{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}
300.00	80.00	15.00	6.00	450.00	210000.00	1.00

Tablica 8.2.1 - Komórki wypełnione wymiarami blachy

Element	b _{pi} (mm)
1	12.00
2	15.81
3	68.00
4	77.57
5	15.00
6	8.49
7	8.00
8	8.49
9	25.00

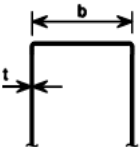
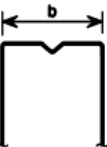
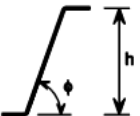
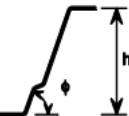
Tablica 8.2.2 - Komórki wypełnione wymiarami elementów



Rysunek 8.2.1 – Numeracja elementów

2) Sprawdzanie proporcji geometrycznych

Program automatycznie wyświetla sprawdzenie proporcji geometrycznych.

				$b/t \leq 500$										
	<table><tr><td>b=</td><td>75.00</td></tr><tr><td>b/t=</td><td>87.21</td></tr><tr><td>$\theta_2=$</td><td>79.38</td></tr><tr><td>h/t=</td><td>93.02</td></tr><tr><td>$500\sin(\theta_2)=$</td><td>491.44</td></tr></table>	b=	75.00	b/t=	87.21	$\theta_2=$	79.38	h/t=	93.02	$500\sin(\theta_2)=$	491.44			$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$
b=	75.00													
b/t=	87.21													
$\theta_2=$	79.38													
h/t=	93.02													
$500\sin(\theta_2)=$	491.44													
	$r < 0,04 t E / f_y$			$h/t \leq 500 \sin \phi$										
	16.05													

Tablica 8.2.3 - Automatyczne wyświetlenie sprawdzenia proporcji geometrycznych

3) WYNIKI

Oprogramowanie:

⇒ wytrzymałość na moment zginający

$M_{span} = 13.3 \text{ kNm/m}$

Obliczenie:

Obliczenie A_g pole przekroju brutto

A_g jest sumą pól wszystkich elementów (długość $\times$ t)

$$A_g = 206.8 \text{ mm}^2$$

Położenie osi głównej: $z_G = 46.6 \text{ mm}$

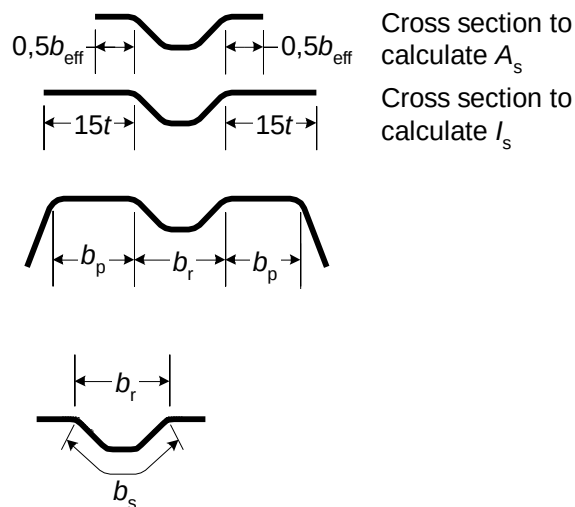
Obliczenie efektywnego pola przekroju A_{eff} :

Pierwszy krok

A_{eff} jest sumą efektywnych pól wszystkich elementów

Efektywne pole przekroju górnej półki

Górna półka ma jedno usztywnienie więc efektywne pole przekroju górnej półki jest liczone według EN 1993-1-3 § "5.5.3.4.2 Pasy z usztywnieniami pośrednimi"



Rysunek 8.2.2 – Pas z jednym usztywnieniem

napężenie w górnej polce jest $\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 323 \text{ N / mm}^2$

$$b_p = 68 \text{ mm}, \rho = 0.57 \rightarrow 0.5 b_{eff} = 19.39 \text{ mm}$$

Usztywnienie:

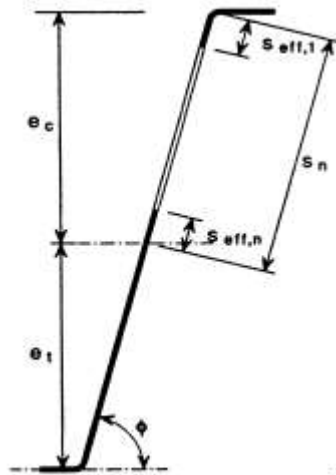
Przekrój usztywnienia liczy się według EN 1993-1-3 § "5.5.3.3 Ścianki płaskie z usztywnieniami pośrednimi"

Napężenie krytyczne $\sigma_{cr,s} = 325 \text{ N/mm}^2$

Współczynnik redukcyjny ze względu na wyboczenie dystorsyjne $\chi_d = 0,619$

Efektywne pole przekroju środnika

Efektywne pole przekroju środnika jest określone według EN 1993-1-3 "5.5.3.4.3 Środniki z jednym lub dwoma usztywnieniami pośrednimi"



Rysunek 8.2.3 – Pole efektywne środnika

$$e_c = h_w - z_G = 33.4 \text{ mm} \rightarrow s_n = 31.1 \text{ mm}$$

$$\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 323 \text{ N / mm}^2 \rightarrow s_{eff,0} = 20,84 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,1} = 20,84 \text{ mm}$$

$$\rightarrow s_{eff,n} = 31,26 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,1} + s_{eff,n} \geq s_n \text{ cały środnik jest efektywny}$$

$$s_{eff,1} = 0,4s_n$$

$$s_{eff,n} = 0,6s_n$$

Efektywne pole przekroju dolnej półki

W tym przypadku dolna półka jest rozciągana $\rightarrow$ efektywne pole = pole przekroju brutto

Całkowite efektywne pole przekroju

$$A_{eff} = 176.2 \text{ mm}^2$$

Położenie osi głównej efektywnego pola przekroju: $z_G = 40,57 \text{ mm}$

Iteracja: Następne kroki

W następnych krokach nowa położenie osi głównej efektywnego pola przekroju jest wzięta do obliczenia nowego σ_{com} .

Efektywne pole przekroju górnej półki jest liczone jak w pierwszym kroku tylko ze z nowym σ_{com} policzonym dla nowej policzonej pozycji osi głównej z_c

Efektywne pole przekroju środnika jest liczone jak w pierwszym kroku tylko ze z nowym σ_{com} policzonym dla nowej policzonej pozycji osi głównej z_c

Wartości otrzymane w krokach iteracji 2, 3 i 4 są podane w poniższej tabelicy. Iteracja kończy się na kroku 4, gdzie zbieżność jest uznana jako wystarczająca

		2nd step	3rd step	4th step
Upper flange	σ_{com}	437	450	450
	ρ	0.469	0.460	0.460
	$0,5 b_{1,eff}$	15.96	15.63	15.63
Upper flange	$\sigma_{cr,s}$	350.22	352.81	352.81
	χ_d	0.65	0.65	0.65
	t_{red}	0.58	0.56	0.56
Web	e_c	39.4	39.4	39.4
	s_n	37.2	37.2	37.2
	$s_{eff,0}$	17.9	17.9	17.9
	$s_{eff,1}$	17.9	17.9	17.9
	$s_{eff,n}$	26.9	26.9	26.9
	$s_{eff,1} + s_{eff,n}$	44.8	44.8	44.8
		entire web is effective	entire web is effective	entire web is effective
	$s_{eff,1}$	0,4sn	0,4sn	0,4sn
	$s_{eff,n}$	0,6sn	0,6sn	0,6sn
Total effective	A_{eff}	163.4	162.3	162.3
Position of neutral axis	z_c	37.2	36.9	36.9

Tablica 8.2.4 – Wartości dla kroków 2, 3 i 4

Obliczenie momentu przęsłowego:

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

Dla 1/2 modulu $I_{eff} = 191665 \text{ mm}^4$

Dla blachy $I_{eff} = 1278 \text{ mm}^3$

$$v = \max(36.9; 43.1) = 43.1 \text{ mm}$$

$$W_{eff} = I_{eff} / v = 29.6 \text{ mm}^3$$

$$M_{span} = 13.3 \text{ kNm/m}$$

Wynik jest zgodny z wynikiem programu

$M_{span} = 13.3 \text{ kNm/m}$

ZAŁĄCZNIK 1

Background nowej metody obliczania blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz

D1.1	GRISPE WP1 Background document	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.2	GRISPE WP1 Test programme definition	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.3	GRISPE Test report of steel trapezoidal sheeting with and without embossments and outward stiffeners	Christian FAUTH (KIT)
D1.4	GRISPE WP1 Test analysis and interpretation	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.6	GRISPE Background guidance for EN 1993-1-3 to design of special shape sheeting (with outwards stiffeners in the flange)	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)

Część 2-a: PRZYKŁAD ROBOCZY DLA BLACH Z ŻEBERKAMI WYSTAJACYMI NA ZEWNATRZ UŻYWANE DLA STROPÓW ZESPOLONYCH

PODSUMOWANIE

Celem niniejszego przykładu roboczego obliczeń jest przedstawienie nowej metody obliczeń blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz, opracowanej w ramach europejskiego projektu GRISPE PLUS.

Przykład roboczy oparty jest na ogólnych zasadach Eurocodu, i w szczególności na normach EN 1993-1-3 i EN 1993-1-5.

Ta nowa metoda projektowania poprzez obliczenia dla blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz opiera się na badaniach przeprowadzonych w ramach europejskiego projektu GRISPE (2013-2016).

Podstawy tej metody opisano w załączniku 1.

Rozdział 1 podaje przekrój blachy i dane

Rozdział 2 przedstawia obliczenie pola przekroju brutto

Rozdział 3 przedstawia obliczenie efektywnego pola przekroju

Rozdział 4 przedstawia obliczenie wytrzymałości na moment przęsłowy

Przedmowa

Niniejszy przykład roboczy został przeprowadzony przy wsparciu finansowania RFCS n°**754092**

Ta nowa metoda projektowania została zaprezentowana w grupie ewolucyjnej EN 1993-1-3 w latach 2016-2017 i jest rozważana do włączenia do Eurokodów.

Niniejszy przykład roboczy został napisany przez PALISSON Anna i został omówiony w grupie roboczej GRISPE PLUS, składającej się z następujących członków:

Mickael BLANC	France
Silvia CAPRILI	Italy
David IZABEL	France
Markus KUHNENNE	Germany
Anna PALISSON	France
Valérie PRUDOR	France
Irene PUNCELLO	Italy
Dominik PYSCHNY	Germany
Thibaut RENAUX	France
Daniel SPAGNI	France

Członek korespondent:

SOKOL	Léopold	France
-------	---------	--------

Rysunki

Rysunki zostały wykonane przez firmy:

Rysunek 1.1 – Sokol Palisson Consultants

Rysunek 1.1.1 – Sokol Palisson Consultants

Rysunek 2.1 – Copy of EN 1993-1-3

Rysunek 3.1.1 – Copy of EN 1993-1-3

Rysunek 3.1.2 - Copy of EN 1993-1-3

Rysunek 3.1.3 - Sokol Palisson Consultants

ZAWARTOŚĆ

Zakres publikacji

Symbole

1. WSTĘP

- 1.1. Przekrój blachy**
- 1.2. Dane blachy**

2. OBLICZENIE POLA PRZEKROJU BRUTTO A_g

3. OBLICZENIE EFEKTYWNEGO POLA PRZEKROJU A_{eff}

- 3.1. Krok 1**
- 3.2. Iteracja: Następne kroki**

4. OBLICZENIE WYTRZYMAŁOŚCI NA MOMENT PRZĘSŁOWY

ZAŁĄCZNIK 1

ZAKRES PUBLIKACJI

Celem tej publikacji jest przedstawienie nowej metody obliczeń blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz używanych dla stropów zespolonych, zaproponowanej dla Eurokodu EN 1993-1-3.

Ten podręcznik projektowy dotyczy stosowanych powszechnie zastosowań.

Dla rozwiązań specyficznych (na przykład z otworami) lub dla sytuacji wyjątkowych (seizm, pożar, itp.) należy przestrzegać odpowiednich przepisów Eurokodów oraz/lub EN 1090-4.

SYMBOLE

t : grubość obliczeniowa

t_{nom} : grubość nominalna

t_{eff} : grubość efektywna

h_w : wysokość profilu

f_{yb} : granica plastyczności

E : Moduł Younga

t_{red} : grubość zredukowana

b_{pi} : szerokość obliczeniowa płaskiej ścianki

$b_{i, \text{eff}}$: szerokość efektywna

A_g : pole przekroju brutto

A_{eff} : efektywne pole przekroju

z_G : położenie osi głównej

σ_{xx} : naprężenie

χ_d : współczynnik redukcyjny ze względu na wyboczenie dystorsyjne

$M_{c, Rd}$: nośność przekroju przy zginaniu

M_{span} : moment przęsłowy

e_c : odległość od półki ściskanej do osi głównej

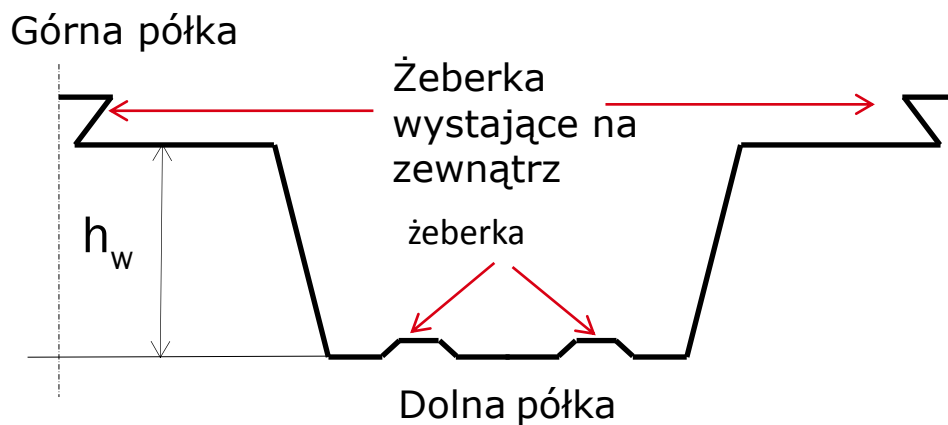
s_n : szerokość środnika między półką ściskaną i osią główną

s_{eff} : efektywna szerokość środnika

W_{eff} : wskaźnik wytrzymałości przekroju efektywnego

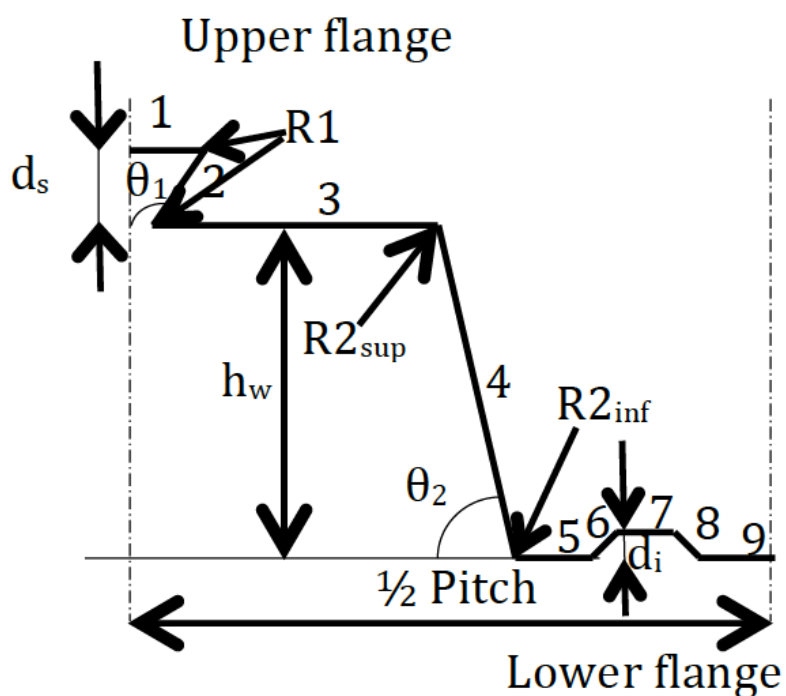
1. WSTĘP

Przykład ten wyjaśnia jak należy obliczać wytrzymałość na moment zginający blachy z podłużnym żeberkiem wystającym na zewnątrz w górnej półce i z dwoma żeberkami podłużnymi w dolnej półce.



Rysunek 1.1 – Blacha z żeberkiem wystającym na zewnątrz w górnej półce i z dwoma żeberkami w dolnej półce

1.1. Przekrój blachy



Rysunek 1.1.1 - Numeracja elementów

1.2. Dane blachy

Przykład ten zrealizowany jest dla następujących danych:

R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	t _{nom} (mm)	t (mm)
0.00	1.89	15.00	5.00	1.39	0.90	0.86

Pitch (mm)	h _w (mm)	d _s (mm)	d _i (mm)	f _{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}
300.00	80.00	15.00	6.00	450.00	210000.00	1.00

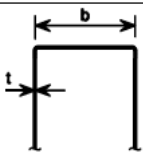
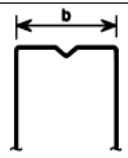
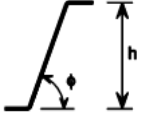
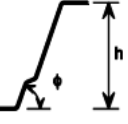
Tablica 1.2.1 – Charakterystyka blachy

Element	b _{pi} (mm)
1	12.00
2	15.81
3	68.00
4	77.57
5	15.00
6	8.49
7	8.00
8	8.49
9	25.00

Tablica 1.2.2 - Wymiary elementów

Sprawdzenie proporcji geometrycznych

b = 75; t = 0.86; h = 60; f_y = 450

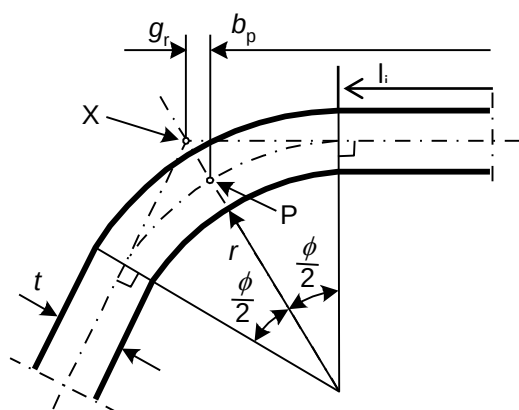
				$b/t \leq 500$
				$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$
				$h/t \leq 500 \sin \phi$
	b=	75.00		
	b/t=	87.21		
	$\theta_2=$	79.38		
	h/t=	93.02		
	500sin(θ_2)=	491.44		
	$r < 1,04 t E / f_y$	16.05		

Tablica 1.2.3 - Sprawdzenie proporcji geometrycznych

2. OBLICZENIE POŁA PRZEKROJU BRUTTO A_g

A_g jest sumą pól wszystkich elementów (długość $\times$ t)

długość = $l_i = b_p - r_m \times \sin \pi/4$



(a) midpoint of corner or bend

X is intersection of midlines

P is midpoint of corner

$$r_m = r + t/2$$

Rysunek 2.1 – Umowne szerokości b_p części płaskich przekroju

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	$z0$ (mm)
1	12.0	10.3	95.0	980.40	-48.41
Corner 1 _{sup}	0.0	0.0	95.0	0.00	-48.41
2	15.8	13.6	87.5	1189.81	-40.91
Corner 1 _{inf}	0.0	0.0	80.0	0.00	-33.41
3	58.4	50.2	80.0	4019.33	-33.41
Corner 2 _{sup}	20.8	17.9	75.6	1351.88	-29.05
4	64.8	55.7	35.9	2001.69	10.67
Corner 2 _{inf}	6.9	6.0	1.5	8.66	45.14
5	11.8	10.2	0.0	0.00	46.59
6	8.5	7.3	3.0	21.89	43.59
7	8.0	6.9	6.0	41.28	40.59
8	8.5	7.3	3.0	21.89	43.59
9	25.0	21.5	0.0	0.00	46.59
TOTAL		206.8		9636.8	46.6

Tablica 2.1 - Wartości elementów

$$A_g = 206.8 \text{ mm}^2$$

$$\text{Położenie osi głównej: } z_G = S / A_g = 46.6 \text{ mm}$$

3. OBLICZENIE EFEKTYWNEGO POŁA PRZEKROJU A_{eff}

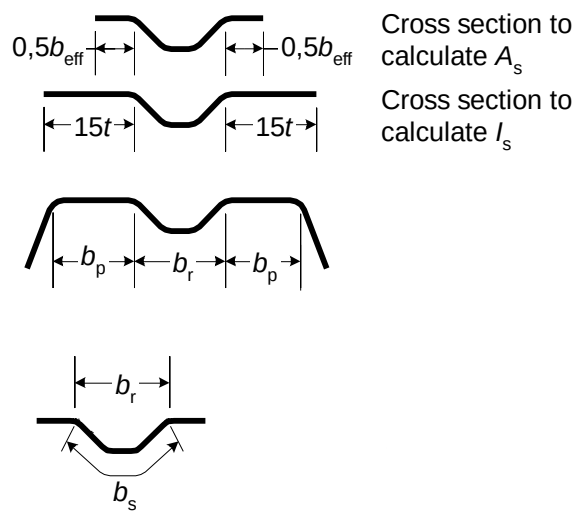
A_{eff} jest sumą efektywnych pól wszystkich elementów.

3.1. Krok 1

Efektywne pole przekroju górnej półki

Górna półka posiada jedno usztywnienie więc efektywne pole przekroju górnej półki jest liczone według EN 1993-1-3 § "5.5.3.4.2 Pasy z usztywnieniami pośrednimi".

Z naprężeniem w żeberkach wystających na zewnątrz równym do naprężenia w górnej półce



Rysunek 3.1.1 – Pas z jednym usztywnieniem

naprężenie w górnej półce jest $\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 323 \text{ N / mm}^2$

b_p = 68 mm

$$\lambda_{p1} = b_{p1} / t / (28.4 \epsilon k_\sigma^{1/2}) \text{ with } \epsilon = (235 / f_{yb})^{1/2}$$

$$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = 1 \rightarrow \text{współczynnik } k_\sigma = 4$$

$$\lambda_{p1} = 1.926$$

$$\lambda_{pred1} = \lambda_{p1} \times \sqrt{\frac{\sigma_{com}}{f_{y0} / \gamma_{M0}}} \rightarrow \lambda_{pred1} = 1.631$$

$$\rho = \frac{1 - 0.055(3 + \psi) / \bar{\lambda}_{p,red}}{\bar{\lambda}_{p,red}} + 0.18 \frac{(\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{p,red})}{(\bar{\lambda}_p - 0.6)} \rightarrow \rho = 0.57$$

$$b_{eff} = \rho \cdot b_p = 38.8 \rightarrow \boxed{0.5 b_{eff} = 19.4 \text{ m}}$$

Usztywnienia górnej półki:

Przekrój usztywnienia liczy się według EN 1993-1-3 § "5.5.3.3 Ścianki płaskie z usztywnieniami pośrednimi".

Obliczenie naprężenia krytycznego $\sigma_{cr,s}$

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2 k_w E}{A_s} \sqrt{\frac{I_s t^3}{4 b_p^2 (2 b_p + 3 b_s)}}$$

$$b_s = 55.6 \text{ mm}, b_p = 68 \text{ mm}$$

Obliczenie A_s

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)
plane part	19.39	16.68
Corner l_{inf}	0.00	0.00
2	15.81	13.60
Corner l_{sup}	0.00	0.00
1	24.00	20.64
Corner l_{sup}	0.00	0.00
2	15.81	13.60
Corner l_{inf}	0.00	0.00
plane part	19.39	16.68
TOTAL		81.2

Tablica 3.1.1 – Długości i pola przekroju elementów

$$A_s = 81.2 \text{ mm}^2$$

Obliczenie I_s

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	z_0 (mm)	h	I_i (mm ⁴)
plane part	12.90	11.09	0.00	0.00	7.33	0.86	597.44
Corner l_{inf}	0.00	0.00	0.00	0.00	7.33	0.00	0.00
2	15.81	13.60	7.50	101.98	-0.17	15.00	255.33
Corner l_{sup}	0.00	0.00	15.00	0.00	-7.67	0.00	0.00
1	24.00	20.64	15.00	309.60	-15.33	1.72	1214.17
Corner l_{sup}	0.00	0.00	15.00	0.00	-7.67	0.00	0.00
2	15.81	13.60	7.50	101.98	-0.17	15.00	255.33
Corner l_{inf}	0.00	0.00	0.00	0.00	7.33	0.00	0.00
plane part	12.90	11.09	0.00	0.00	7.33	0.86	597.44
TOTAL		70.0		513.6	7.33		2919.7

Tablica 3.1.2 - Długości elementów i momenty bezwładności

$$I_s = 2919.7 \text{ mm}^4$$

$$I_b = 3,07 \sqrt[4]{\frac{I_s b_p^2 (2 b_p + 3 b_s)}{t^3}}$$

$$I_b = 869.3$$

$$s_w = 73.7$$

$$l_b/s_w = 11.8 \geq 2 \rightarrow k_w = k_{w0}$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{s_w + 2 b_d}{s_w + 0,5 b_d}}$$

$$b_d = 2b_p + b_s = 191.6 \text{ mm}$$

$$k_{w0} = 1.64$$

$$\text{Napężenie krytyczne } \sigma_{cr,s} = 324,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb}/\sigma_{cr,s}}$$

$$\lambda_d = 1.177$$

$$0,65 < \bar{\lambda}_d < 1,38 \rightarrow \chi_d = 1,47 - 0,723 \bar{\lambda}_d$$

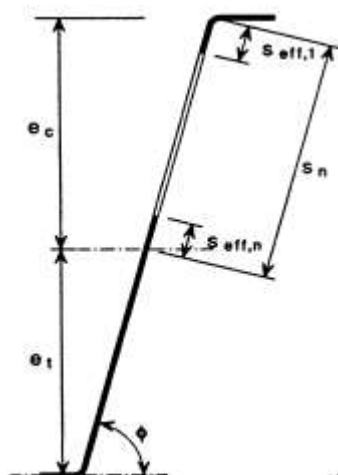
$$\text{Współczynnik redukcyjny ze względu na wyboczenie dystorsyjne } \chi_d = 0,619$$

$$\text{Zredukowana grubość } t_{red} = c_d t \frac{f_{yb}/g_{M0}}{s_{com,Ed}}$$

$$\text{Zredukowana grubość } t_{red} = 0.74 \text{ mm}$$

Efektywne pole przekroju środnika

Efektywne pole przekroju środnika jest liczone według EN 1993-1-3 "5.5.3.4.3 Środniki z jednym lub dwoma usztywnieniami pośrednimi"-



Rysunek 3.1.2 - Pole efektywne środnika

$$e_c = h_w - z_G = 33.4 \text{ mm} \rightarrow s_n = 31.1 \text{ mm}$$

$$\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 323 \text{ N / mm}^2$$

wartości efektywnego pola określone iteracyjnie $\rightarrow$

$$s_{eff,0} = 0,95t \sqrt{\frac{E}{\gamma_{M0} \sigma_{com,Ed}}}$$

$$\rightarrow s_{eff,0} = 20,84 \text{ mm}$$

$$s_{eff,1} = s_{eff,0} \rightarrow s_{eff,1} = 20,84 \text{ mm}$$

$$s_{eff,n} = 1.5 s_{eff,0} \rightarrow s_{eff,n} = 31,26 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,1} + s_{eff,n} \geq s_n \text{ cały \u015brodnik jest efektywny}$$

$$s_{eff,1} = 0,4s_n$$

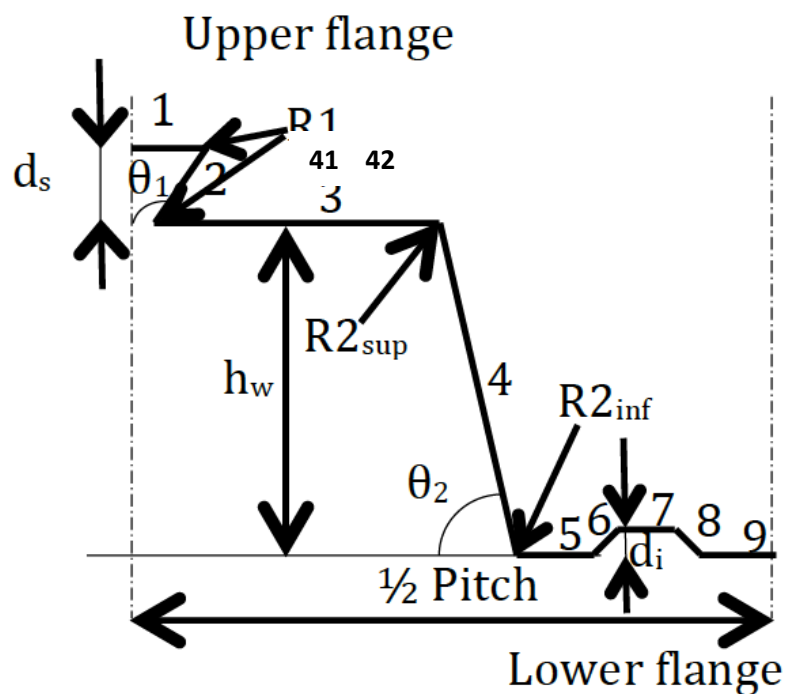
$$s_{eff,n} = 0,6s_n$$

Efektywne pole przekroju dolnej p\u00f3\u0142ki

W tym przypadku dolna p\u00f3\u0142ka jest rozci\u0105gana $\rightarrow$ efektywne pole = pole przekroju brutto

Ca\u0142kowite efektywne pole przekroju

Obliczenie A_{eff}



Rysunek 3.1.3 – Numeracja element\u00f3w

Element	l_i (mm)	t_{eff} (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	z_0 (mm)
1	12.0	0.7	8.9	95.0	846.1	-54.4
Corner 1 _{sup}	0.0	0.7	0.0	95.0	0.0	-54.4
2	15.8	0.7	11.7	87.5	1026.8	-46.9
Corner 1 _{inf}	0.0	0.7	0.0	80.0	0.0	-39.4
31	19.4	0.7	14.4	80.0	1151.5	-39.4
32	9.8	0.9	8.4	80.0	675.2	-39.4
Corner 2 _{sup}	20.8	0.9	17.9	75.6	1351.9	-35.1
4	64.8	0.9	55.7	35.9	2001.7	4.6
Corner 2 _{inf}	6.9	0.9	6.0	1.5	8.7	39.1
5	11.8	0.9	10.2	0.0	0.0	40.6
6	8.5	0.9	7.3	3.0	21.9	37.6
7	8.0	0.9	6.9	6.0	41.3	34.6
8	8.5	0.9	7.3	3.0	21.9	37.6
9	25.0	0.9	21.5	0.0	0.0	40.6
TOTAL			176.2		7147.0	40.6

Tablica 3.1.3 – Długości i pola przekroju elementów

$$A_{eff} = 176.2 \text{ mm}^2$$

Położenie osi głównej efektywnego pola : $z_G = 40.6 \text{ mm}$

3.2. Iteracja: Następne kroki

W każdym następnym kroku iteracji nowa położenie osi głównej efektywnego pola przekroju jest wzięta do obliczenia nowego naprężenia σ_{com} .

Efektywne pole przekroju górnej półki jest liczone jak w pierwszym kroku, z nowym naprężeniem σ_{com} otrzymanym dla nowego położenia osi głównej z_c

Efektywne pole przekroju środknika jest liczone jak w pierwszym kroku, z nowym naprężeniem σ_{com} otrzymanym dla nowego położenia osi głównej z_c

Efektywne pole przekroju dolnej półki

W tym przypadku dolna półka jest rozciągana → efektywne pole = pole przekroju brutto

Wartości otrzymane w krokach iteracji 2, 3 i 4 są podane w poniższej tablicy. Iteracja kończy się na kroku 4, gdzie zbieżność jest uznana jako wystarczająca

		2nd step	3rd step	4th step
Upper flange	σ_{com}	437	450	450
	ρ	0.469	0.460	0.460
	$0,5 b_{1,eff}$	15.96	15.63	15.63
Upper flange	$\sigma_{cr,s}$	350.22	352.81	352.81
	χ_d	0.65	0.65	0.65
	t_{red}	0.58	0.56	0.56
Web	e_c	39.4	39.4	39.4
	s_n	37.2	37.2	37.2
	$s_{eff,0}$	17.9	17.9	17.9
	$s_{eff,1}$	17.9	17.9	17.9
	$s_{eff,n}$	26.9	26.9	26.9
	$s_{eff,1} + s_{eff,n}$	44.8	44.8	44.8
		entire web is effective	entire web is effective	entire web is effective
	$s_{eff,1}$	0,4sn	0,4sn	0,4sn
	$s_{eff,n}$	0,6sn	0,6sn	0,6sn
Total effective	A_{eff}	163.4	162.3	162.3
Position of neutral axis	z_c	37.2	36.9	36.9

Tablica 3.2.1 – Wartości dla kroków 2, 3 i 4

4. OBLICZENIE WYTRZYMAŁOŚCI NA MOMENT PRZĘSŁOWY

Moment przęsłowy jest obliczony z wartościami kroku 4.

Element	I_x (mm ⁴)	t_{eff} (mm)	A_x (mm ²)	z (mm)	S_x (mm ³)	$z0$ (mm)	h	I_y (mm ⁴)
1	12.0	0.6	6.7	95.0	640.7	-58.1	0.9	22784.9
Corner 1 _{sup}	0.0	0.6	0.0	95.0	0.0	-58.1	0.0	0.0
2	15.8	0.6	8.9	87.5	777.5	-50.6	15.0	22940.3
Corner 1 _{inf}	0.0	0.6	0.0	80.0	0.0	-43.1	0.0	0.0
31	15.6	0.6	8.8	80.0	702.9	-43.1	0.9	16341.2
32	6.1	0.9	5.2	80.0	416.6	-43.1	0.9	9684.5
Corner 2 _{sup}	20.8	0.9	17.9	75.6	1351.9	-38.8	0.0	27109.4
4	64.8	0.9	55.7	35.9	2001.7	1.0	63.7	18884.8
Corner 2 _{inf}	6.9	0.9	6.0	1.5	8.7	35.4	0.0	7484.0
5	11.8	0.9	10.2	0.0	0.0	36.9	0.9	13807.1
6	8.5	0.9	7.3	3.0	21.9	33.9	8.5	8417.3
7	8.0	0.9	6.9	6.0	41.3	30.9	0.9	6558.7
8	8.5	0.9	7.3	3.0	21.9	33.9	8.5	8417.3
9	25.0	0.9	21.5	0.0	0.0	36.9	0.9	29235.5
TOTAL			162.3		5984.9	36.9		191664.9

Tablica 4.1 – Wartości kroku 4

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

Dla ½ modułu $I_{\text{eff}} = 191665 \text{ mm}^4$

Dla blachy $I_{\text{eff}} = 1278 \text{ mm}^3$

$v = \max (36.9; 43.1) = 43.1 \text{ mm}$

$W_{\text{eff}} = I_{\text{eff}} / v = 29.6 \text{ mm}^3$

$M_{\text{span}} = 13.3 \text{ kNm/m}$

ZAŁĄCZNIK 1

Background nowej metody obliczania blach stalowych z podłużnymi żeberkami w górnej półce wystającymi na zewnątrz

D1.1	GRISPE WP1 Background document	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.2	GRISPE WP1 Test programme definition	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.3	GRISPE Test report of steel trapezoidal sheeting with and without embossments and outward stiffeners	Christian FAUTH (KIT)
D1.4	GRISPE WP1 Test analysis and interpretation	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.6	GRISPE Background guidance for EN 1993-1-3 to design of special shape sheeting (with outwards stiffeners in the flange)	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)