


WP N°: 3
WP Title: eLectures: Interactive electronic lectures
Deliverable N°: D3.1
Deliverable Title : Perforated profiles PL
Deliverable Date: 31st of March 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
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 PERFORATED PROFILES

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

PODSUMOWANIE

Celem niniejszego poradnika projektanta jest przedstawienie nowej metody obliczeń profili perforowanych z otworami na siatce kwadratowej w półkach lub w środnikach, 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 profili perforowanych z otworami na siatce kwadratowej w półkach lub w środnikach 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 wymogi 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 objaśnia oprogramowanie stworzone dla profili perforowanych;

Rozdział 9 podaje przykład nowej metody obliczeń;

Rozdział 10 podaje samo sprawdzenie oprogramowania;

Rozdział 11 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:

Rysunki

Rysunki zostały wykonane przez firmy:

Rysunek 1.1.1 – JORIS IDE

Rysunek 1.2.1 – KIT

Rysunek 1.1.3 – KIT

Rysunek 1.3.1 do 1.3.12 – KIT

Rysunek 2.2.1.1 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 2.2.2.1 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 6.2.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 6.2.2 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 6.3.2.1 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 8.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 8.1.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 8.1.2 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 8.1.3 - Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 9.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 9.1.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 9.1.3.1- Sokol Palisson Consultants

Rysunek 9.2.1 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 9.3.1.1 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 9.3.1.2 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 9.3.1.1 - Sokol Palisson Consultants

Rysunek 9.5.1 – Kopia EN 1993-1-3

Rysunek 9.5.2 – 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 WYMIAROWANIA

8. OBJAŚNIENIE OPROGRAMOWANIA "WEB PERFORATIONS – SPAN – END SUPPORT"

- 8.1. Dane**
- 8.2. Sprawdzenie proporcji geometrycznych**

8.3. Wyniki**9. PRZYKŁAD ROBOCZY**

- 9.1. Przekrój blachy**
- 9.2. Obliczenie pola przekroju brutto A_g**
- 9.3. Obliczenie efektywnego pola przekroju A_{eff}**
- 9.4. Obliczenie wytrzymałości na moment przęsłowy**
- 9.5. Obliczenie nośności środника**

10. SAMOSPRAWDZENIE OPROGRAMOWANIA

- 10.1. Obliczenie wytrzymałości na moment przęsłowy**
- 10.2. Obliczenie nośności środnika**

11. BIBLIOGRAFIA**ZAŁĄCZNIK 1**

ZAKRES PUBLIKACJI

Celem tej publikacji jest przedstawienie nowej metody obliczeń profili perforowanych z otworami na siatce kwadratowej w półkach lub w środnikach, 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

h_a : wysokość części środknika nad żeberkiem

h_{sa} : wysokość usztywnienia w środkniku

d_s : wysokość usztywnienia w półce

d : średnica otworów perforacyjnych

a : rozstaw otworów perforacyjnych

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_{per} : wysokość ukośna perforowanej części środknika

s_n : szerokość środknika między półką ściskaną i osią główną

s_{eff} : efektywna szerokość środknika

W_{eff} : wskaźnik wytrzymałości przekroju efektywnego

$R_{w,Rd}$: nośność środknika na zgniecenie

1. WSTĘP

1.1. Typ profilowanych blach stalowych

Poradnik ten przeznaczony jest dla obliczeń blach stalowych (Rysunek 1.1.1) perforowanych z otworami na siatce kwadratowej w półkach (Rysunek 1.1.2) lub w środnikach (Rysunek 1.1.3).



Rysunek 1.1.1 – Blacha stalowa



Rysunek 1.1.2 – Blacha stalowa perforowana z otworami na siatce kwadratowej w górnych półkach



Rysunek 1.1.3 – Blacha stalowa perforowana z otworami na siatce kwadratowej w środnikach

1.2. Stan wiedzy przed projektem GRISPE

Profilowane blachy są coraz częściej stosowane w wewnętrznej powłoce budynku w celu poprawy właściwości akustycznych. Producenci wyrobów stalowych giętych na zimno rozwinęli, dla tego rodzaju zastosowań, różne rodzaje, perforacji na półkach lub środnikach blach.

Norma EN 1993-1-3, Rozdział 10.4 obejmuje tylko perforacje w rozkładzie trójkątnym podczas gdy na rynku istnieją blachy z innymi rozkładami, w szczególności kwadratowymi.

Istnieją badania na blachach z perforacjami o rozkładzie trójkątnym [1], [2], [3], [4], [5]. Jeśli chodzi o perforacje o rozkładzie kwadratowym, wstępne badania przeprowadzone w KIT w Niemczech [2], [3] podają przydatne informacje na temat efektywnej szerokości i wytrzymałości na reakcje nad podporze. Ale te badania były oparte na komputerowej analizie numerycznej, nie prowadzą bezpośrednio do rozwiązania analitycznego i nie są wystarczające dla obecnie stosowanych zastosowań. Dlatego jedynym sposobem projektowania blach z perforacjami o rozkładzie kwadratowym jest określenie ich wytrzymałości droga doświadczalna co czasochłonne i kosztowne.

1.3. Główne wyniki projektu GRISPE

W celu określenia wytrzymałości blach fałdowych z perforacją i bez perforacji wykonano obszerny program złożony z 224 testów "globalnych" (Rysunki 1.3.1 do 1.3.12), zgodnie z EN 1993-1-3 Aneks A ;

- Z perforacją z otworami na siatce kwadratowej w środnikach
- Z perforacją z otworami na siatce kwadratowej w górnych półkach
- Z perforacją z otworami na siatce kwadratowej w całym przekroju
- Bez perforacji

Ponadto, w celu zbadania lokalnego wpływu perforacji, wykonano 48 badania rozciągania na małych próbkach z perforacjami z otworami na siatce kwadratowej, z perforacjami z otworami na siatce trójkątnej i bez perforacji.

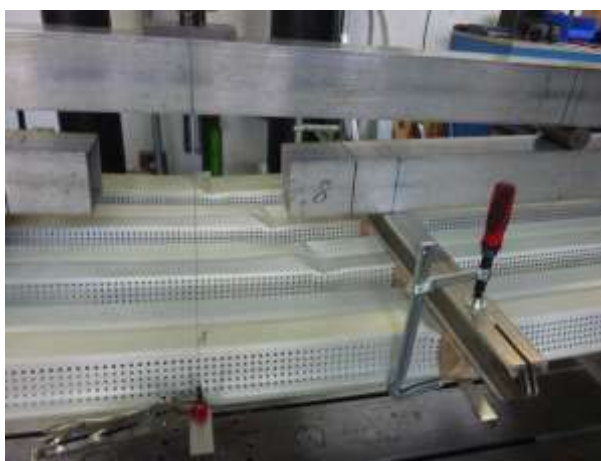
Analiza tych lokalnych testów pozwoliła określić związek między efektywną grubością blachy z perforacją z otworami na siatce kwadratowej i efektywną grubością blachy z perforacją z otworami na siatce trójkątnej. Umożliwiło to opracowanie ujednoliconych wzorów dla obu rozkładów otworów.

Ten innowacyjny model zachowania został zweryfikowany poprzez szczegółową analizę wyników 224 testów globalnych

W wyniku tych badań i ich analiz opracowano metody obliczania wytrzymałości na moment dodatni w przęśle, wytrzymałości na zmiążdżenie środników nad podporami skrajnymi, i wytrzymałości na interakcję: moment + reakcja na podporach pośrednich dla blach perforowanych z otworami na siatce kwadratowej w środnikach lub w górnych półkach.



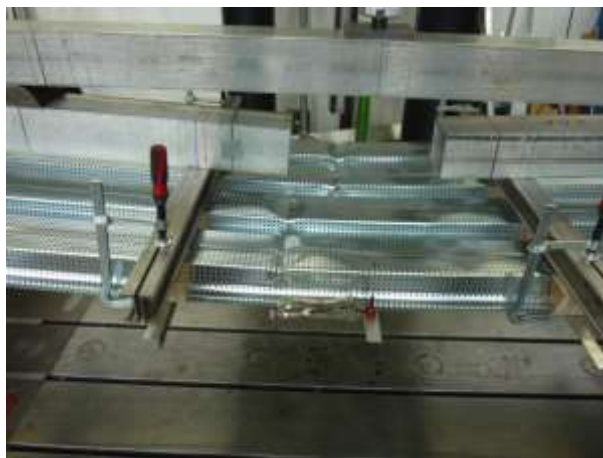
Rysunek 1.3.1 – Badania wytrzymałości na moment przęsłowy blachy nie perforowanej



Rysunek 1.3.2 – Badania wytrzymałości na moment przęsłowy blachy perforowanej w środkach



Rysunek 1.3.3 – Badania wytrzymałości na moment przęsłowy blachy perforowanej w górnych półkach



Rysunek 1.3.4 – Badania wytrzymałości na moment przęsłowy blachy całkowicie perforowanej



Rysunek 1.3.5 – Badania wytrzymałości na podporze skrajnej nie perforowanej



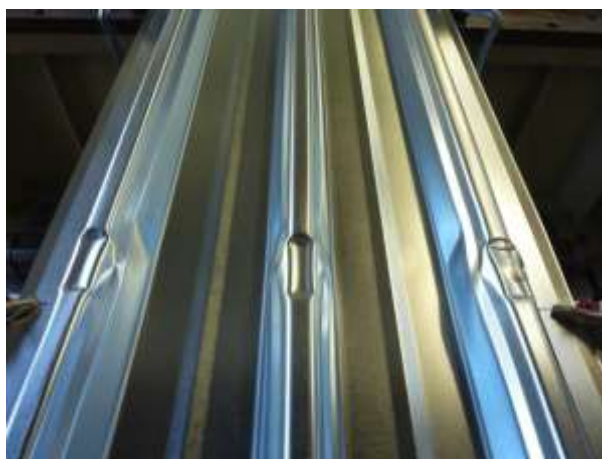
Rysunek 1.3.6 – Badania wytrzymałości na podporze skrajnej blachy perforowanej w środkach



Rysunek 1.3.7 – Badania wytrzymałości na podporze skrajnej blachy perforowanej w górnych półkach



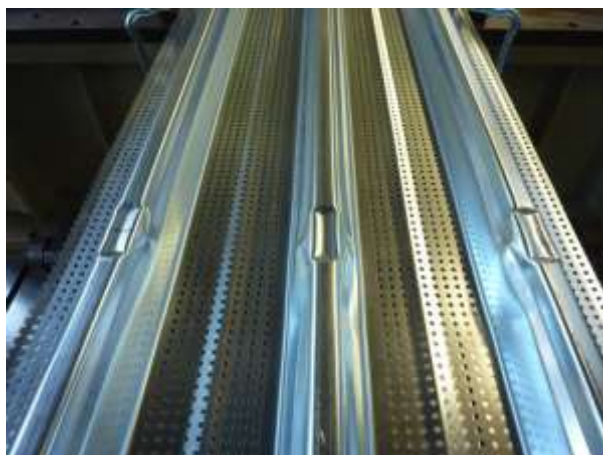
Rysunek 1.3.8 – Badania wytrzymałości na podporze skrajnej blachy całkowicie perforowanej



Rysunek 1.3.9 – Profil nie perforowany po badaniach na podporze pośredniej



Rysunek 1.3.10 – Profil perforowany w środkach po badaniach wytrzymałości na podporze pośredniej



Rysunek 1.3.11 – Profil perforowany w górnych półkach po badaniach wytrzymałości na podporze pośredniej



Rysunek 1.3.12 – Profil perforowany całkowicie po badaniach wytrzymałości na podporze pośredniej

1.4. OGÓLNE WYMAGANIA I ZASADY PROJEKTOWANIA

- (1) Obliczanie blach stalowych perforowanych z otworami na siatce kwadratowej powinno być zgodne z ogólnymi zasadami podanymi w EN 1993-1-3.
- (2) Należy przyjąć odpowiednie współczynniki cząstkowe 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 perforowanej z otworami na siatce kwadratowej 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

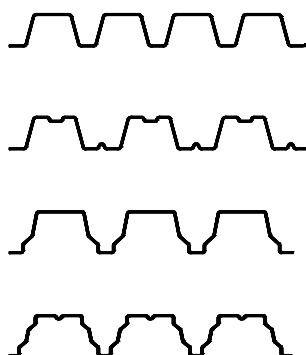
2.2.1. Kształty przekrojów

- (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)

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.



Rysunek 2.2.1.1 – Blachy profilowane

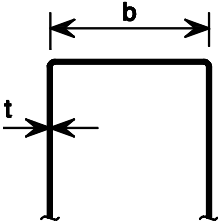
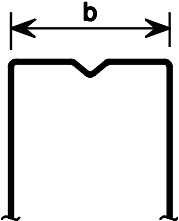
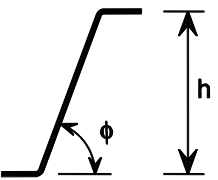
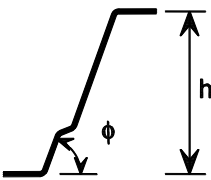
- (4) Blachy profilowane na zimno mogą być nieusztywnione lub mogą zawierać podłużne usztywnienia pośrednie w pasach i środkach.

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 – Sprawdzenie proporcji geometrycznych

3. PODSTAWOWE WYMOGI TECHNOLOGICZNE

Profilowana blacha i znak CE

Blachy stalowe są oznakowane znakiem CE zgodnie z normą EN 14782 (zastosowanie niestrukturalne) lub EN 1090-1 (zastosowanie strukturalne).

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 i załączniki krajowe.

6. ZASADY WYMIAROWANIA

6.1. Wstęp

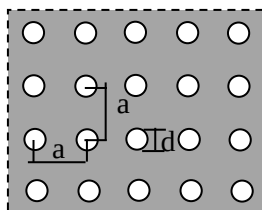
Niniejsza metoda obliczeń jest przeznaczona dla sprawdzenia następujących kryteriów wytrzymałości blach perforowanych z otworami na siatce kwadratowej:

- na moment zginający
- na obciążenie skupione liniowe (w kierunku poprzecznym) lub reakcję podporową
- na jednoczesne działanie momentu zginającego i obciążenie skupione liniowe lub reakcję podporową

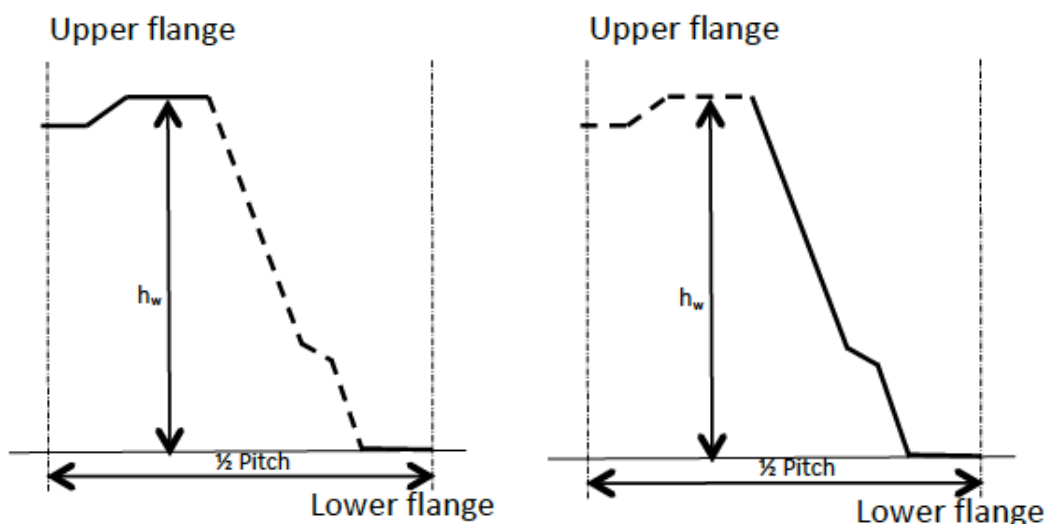
6.2. Dziedzina zastosowania podanej metody obliczeń

Niniejsza metoda obliczeń dotyczy blach perforowanych z otworami na siatce kwadratowej (rysunek 6.2.1)

Zakres stosowania: $0.2 \leq d/a \leq 0.9$



Rysunek 6.2.1 – Blacha perforowana z otworami na siatce kwadratowej



Rysunek 6.2.2 – Blacha perforowana z otworami na siatce kwadratowej

6.3. Procedura obliczeń

6.3.1. Pole przekroju brutto blachy perforowanej z otworami na siatce kwadratowej

Cechy przekroju brutto należy obliczać według 5.1, przyjmując zamiast t grubość zastępcza $t_{a,eff}$ określona wzorem:

$$t_{a,eff} = 1,09t \left(1 - \frac{1,03d}{a} \right)$$

gdzie:

d – średnica otworów perforacyjnych;

a – rozstaw otworów perforacyjnych (Rysunek 6.2.1).

6.3.2. Efektywny przekrój blachy perforowanej z otworami na siatce kwadratowej

Efektywne cechy przekroju należy obliczać według rozdziału 5, przyjmując zamiast

t grubość zastępcza $t_{b,eff}$ określona wzorem:

$$t_{b,eff} = t \sqrt[3]{1,18(1 - d/a)}$$

gdzie:

d – średnica otworów perforacyjnych;

a – rozstaw otworów perforacyjnych (Rysunek 6.2.1).

6.3.3. Moment wytrzymałości na zginanie blachy perforowanej z otworami na siatce kwadratowej

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 nieprężeniach $\sigma_{max,Ed} = f_{yb} / \gamma_{M0}$, uwzględniając wpływ wyboczenia miejscowego i dystorsyjnego, zgodnie z 5.5. i z 7.1

6.3.4. Obciążenie skupione i reakcja na podporze

Nośność na zmiężdżenie środnika blach perforowanych z otworami na siatce kwadratowej blachy oblicza się według wzoru (6.18) z EN 1993-1-3

$$R_{w,Rd} = \alpha t^2 \sqrt{f_{yb} E} \left(1 - 0,1\sqrt{r/t} \right) \left[0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t} \right] \left(2,4 + (\phi/90)^2 \right) / \gamma_{M1} \quad (6.18)$$

przyjmując zamiast t grubość zastępcza $t_{c,eff}$ określona wzorem:

$$t_{c,eff} = t \left[1 - (d/a)^2 s_{per} / s_w \right]^{3/2}$$

Gdzie : s_{per} – wysokość ukośna perforowanej części środnika

s_w – wysokość ukośna środnika.

6.3.5. Zginanie i obciążenie poprzeczne liniowe

(1) W przypadku blach perforowanych z otworami na siatce kwadratowej, są stosowane wzory (6.28a), (6.28b) i (6.28c) EN 1993-1-3, gdzie:

$M_{c,Rd}$ = nośność przekroju przy zginaniu ustalona zgodnie z (6.3.3)

$R_{w,Rd}$ = nośność poprzeczna środnika ustalona zgodnie z (6.3.4)

(2) W przypadku elementów obciążonych jednocześnie momentem zginającym M_{Ed} i obciążeniem liniowym F_{Ed} warunki nośności mają postać:

$$M_{Ed} / M_{c,Rd} \leq 1$$

$$F_{Ed} / R_{w,Rd} \leq 1$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} + \frac{F_{Ed}}{R_{w,Rd}} \leq 1,25$$

7. SPECYFICZNE KRYTERIA WYMIAROWANIA

Kryteria wymiarowania nie objęte niniejszą instrukcją

Ogniowe

Sejsmiczne

Aspekty środowiskowe

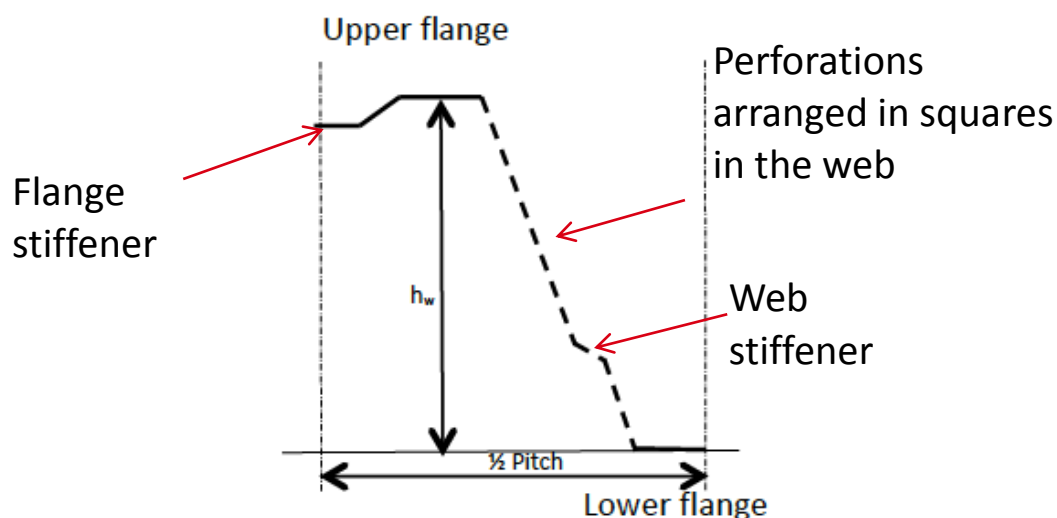
Termiczne

Akustyczne

Inne

8. OBJAŚNIENIE OPROGRAMOWANIA "WEB PERFORATIONS – SPAN – END SUPPORT"

Oprogramowanie to służy do obliczania wytrzymałości na moment zginający i na reakcje na podporze skrajnej dla blachy perforowanej z otworami na siatce kwadratowej w środnikach (Rysunek 8.1) z żeberkiem podłużnym w górnej półce, z usztywnieniem w środnikach.



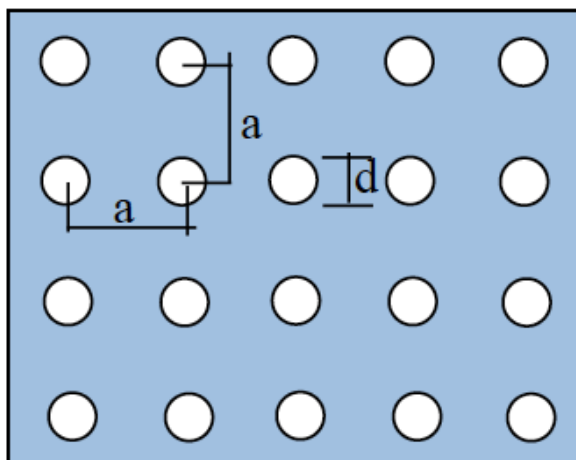
Rysunek 8.1. - Blacha perforowana z otworami na siatce kwadratowej w środnikach z żeberkiem podłużnym w górnej półce i z usztywnieniem w środnikach

8.1. Dane

Wszystkie czerwone komórki muszą być wypełnione wymiarami blachy (Rysunki 8.1.1 i 8.1.2): wewnętrzny promień zagięć R , kąty θ , kąt nachylenia środnika ϕ , obliczeniowa grubość t , nominalna grubość t_{nom} , moduł, wysokość środnika h_w , wysokość części środnika nad żeberkiem h_a , wysokość usztywnienia w środniku h_{sa} , głębokość górnego usztywnienia d_s , granica plastyczności f_{yb} , moduł Younga E , średnica otworów perforacyjnych d , rozstaw otworów perforacyjnych a , wysokość ukośna perforowanej części środnika s_{per} :

$R1$ (mm)	θ_1 (rad)	$R2_{sup}$ (mm)	$R2_{inf}$ (mm)	θ_2 (rad)	$R3$ (mm)	θ_3 (rad)	ϕ (rad)
t_{nom} (mm)	t (mm)	Pitch (mm)	h_w (mm)	h_a (mm)	h_{sa} (mm)	d_s (mm)	
f_{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}	a (mm)	d (mm)	s_{per} (mm)		

Tablica 8.1.1 – Komórki do wypełnienia wymiarami blachy

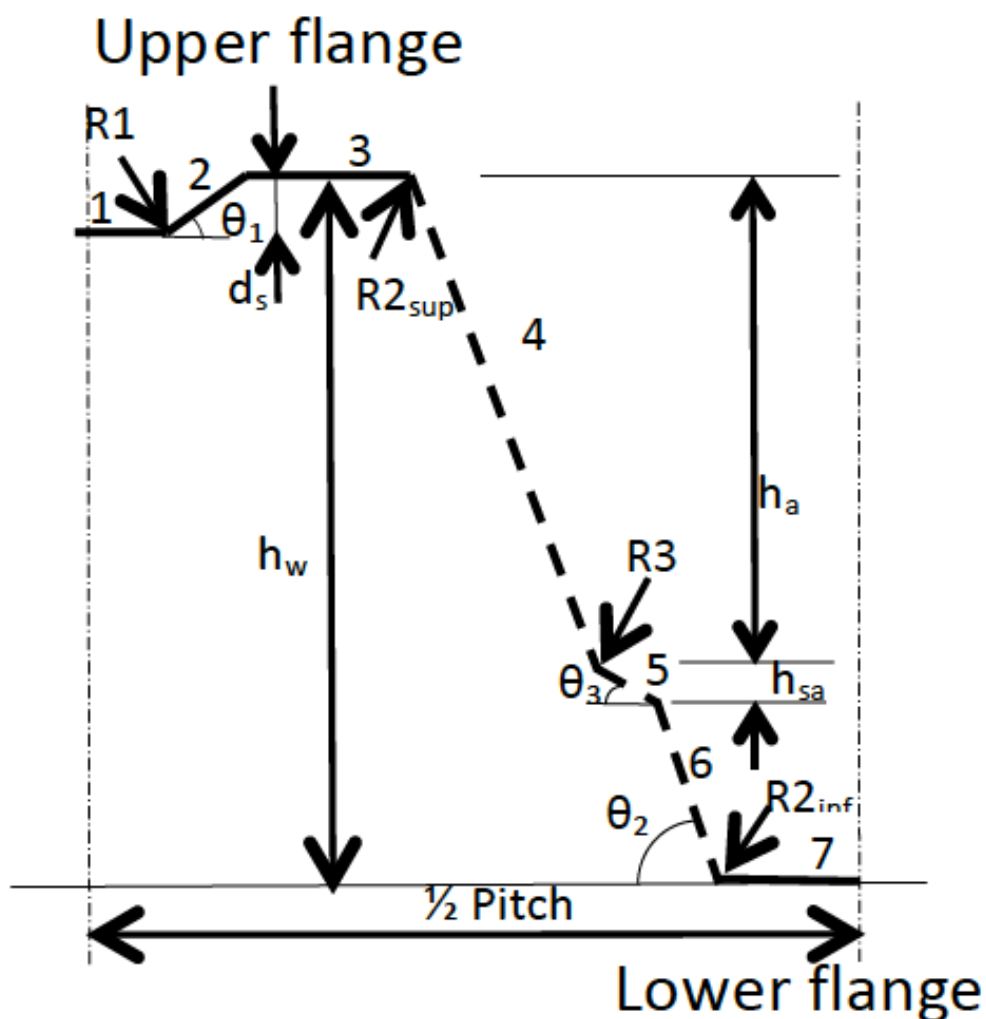


Rysunek 8.1.1 – Siatka perforacji

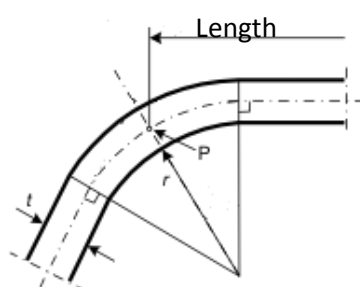
Należy wypełnić czerwone komórki poniższej tablicy wymiarami (b_{pi}) wszystkich elementów $\frac{1}{2}$ modułu. Numery elementów są podane na Rysunku 8.1.2. Długości elementów są mierzone od punktu środkowego « P » przylegającego elementu narożnego jak pokazane na Rysunku 8.1.3.

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

Tablica 8.1.2 Komórki do wypełnienia wymiarami elementów



Rysunek 8.1.2 – Numeracja i dane elementów

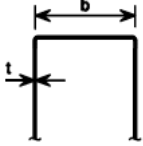
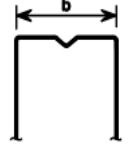
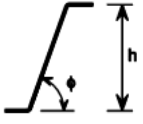
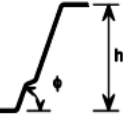


Rysunek 8.1.3 – Długość elementów mierzona w odniesieniu do środkowego punktu « P »

8.2.Sprawdzenie proporcji geometrycznych

Wypełnić czerwoną komórkę w następnnej tablicy z szerokością (b)

Program automatycznie wyświetla sprawdzenie proporcji geometrycznych.

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

Tablica 8.1.3 - Automatyczne wyświetlenie sprawdzenia proporcji geometrycznych

8.3.WYNIKI

Program automatycznie wyświetla wyniki:

⇒ wytrzymałość na moment zginający

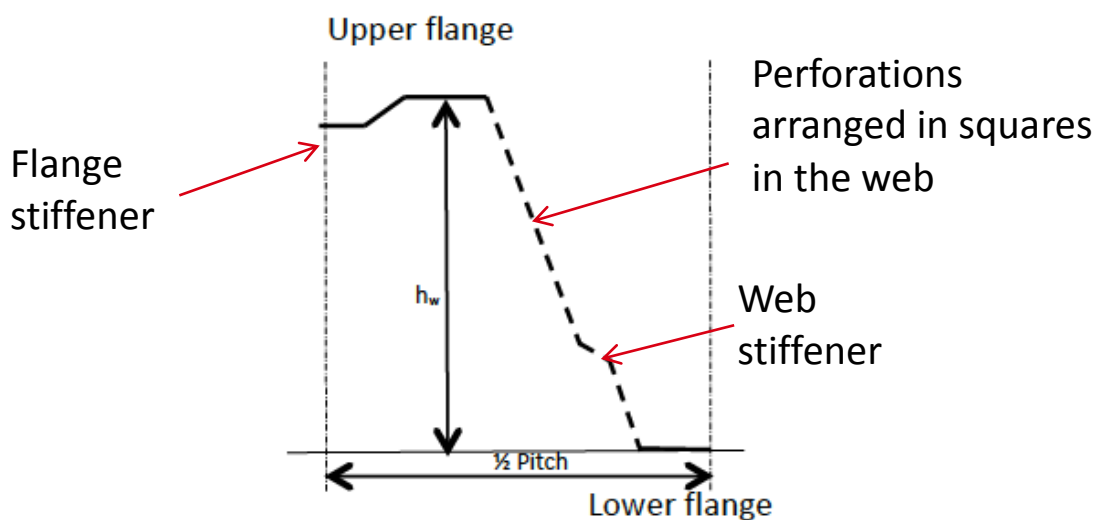
$M_{span} =$ xxx kNm/m

⇒ wytrzymałość na reakcje na podporze skrajnej:

$R_{endsupport} =$ xxx kN/m

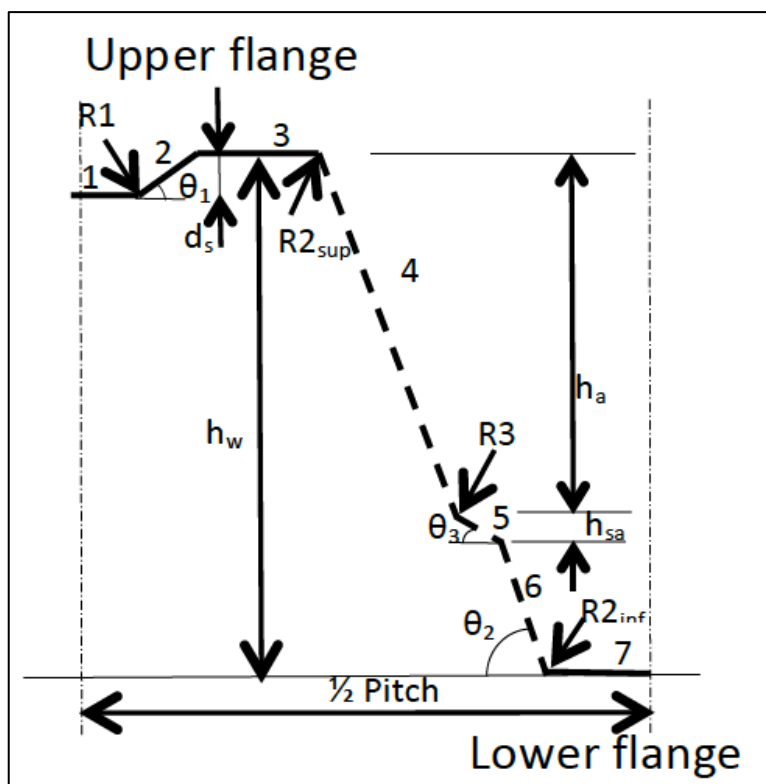
9. PRZYKŁAD ROBOCZY

Przykład ten wyjaśnia jak należy obliczać wytrzymałość na moment zginający i na reakcje na podporze skrajnej blachy perforowanej z otworami na siatce kwadratowej w środnikach, z żeberkiem podłużnym w górnej półce i z usztywnieniem w środnikach.



Rysunek 9.1 - - Blacha perforowana z otworami na siatce kwadratowej w środnikach z żeberkiem podłużnym w górnej półce i z usztywnieniem w środnikach.

9.1. Przekrój blachy



Rysunek 9.1.1 - Numeracja elementów

9.1.1. Dane blachy

Przykład ten zrealizowany jest dla następujących danych:

R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	R3 (mm)	θ_3 (rad)	ϕ (rad)
0	0.22	6	6	1.31	3	0.99	1.27

t _{nom} (mm)	t (mm)	Pitch (mm)	h _w (mm)	h _a (mm)	h _{sa} (mm)	d _s (mm)
0.75	0.71	195	73	45	9	3

f _{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}	a (mm)	d (mm)	s _{per} (mm)
320	210000	1	11.30	5.00	46.64

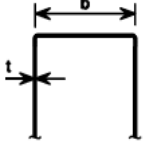
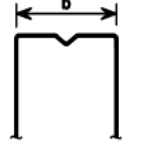
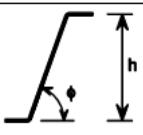
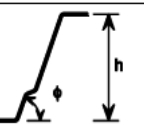
Tablica 9.1.1.1 – Charakterystyka blachy

Element	b _{pi} (mm)
1	0.00
2	15.30
3	47.50
4	45.44
5	10.34
6	18.52
7	12.00

Tablica 9.1.1.2 - Wymiary elementów

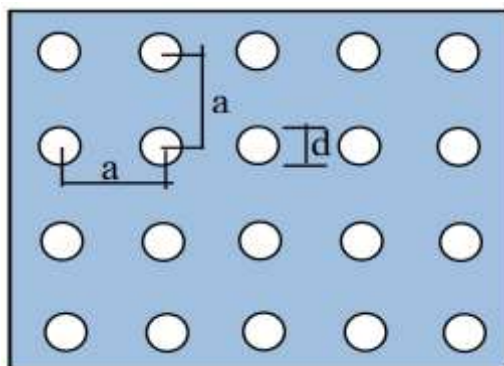
9.1.2. Sprawdzenie proporcji geometrycznych

b = 125; t = 0.71; h = 60; f_y = 320

	b=	125.00			b/t ≤ 500
	b/t=	176.06			
	θ_2 =	75.00			
	h/t=	102.82			45° ≤ ϕ ≤ 90°
	500sin(θ2)=	482.96			
r <	0,04 t E / f _y	18.64			h/t ≤ 500 sinϕ

Tablica 9.1.2.1 - Sprawdzenie proporcji geometrycznych

9.1.3. Wymiary perforacji



Rysunek 9.1.3.1 – Obliczona blacha

$$d/a = 0.4$$

Zakres ważności sprawdzony: $0.2 \leq d/a \leq 0.9$

9.2. Obliczenie pola przekroju brutto A_g

Cechy przekroju brutto można obliczać według 5.1, przyjmując zamiast t grubość

zastępcza $t_{a,eff}$ określona wzorem:
$$t_{a,eff} = 1,09t \left(1 - \frac{1,03d}{a} \right)$$

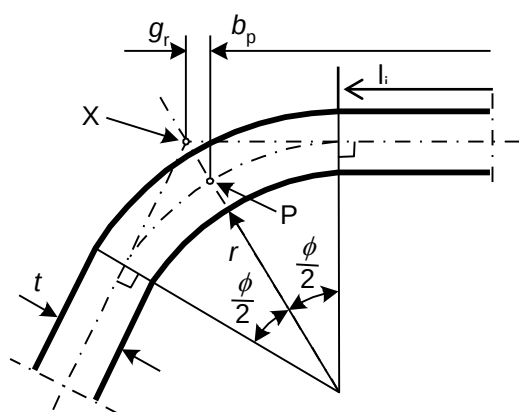
gdzie:

d – średnica otworów perforacyjnych;

a – rozstaw otworów perforacyjnych (Rysunek 9.1.3.1).

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 9.2.1 – Umowne szerokości b_p części płaskich przekroju

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	z_0 (mm)
1	0.0	0.0	70.0	0.00	-18.5
Corner 1 _{inf}	0.0	0.0	70.0	0.00	-18.5
2	15.3	10.9	71.5	776.56	-20.0
Corner 1 _{sup}	0.0	0.0	73.0	0.00	-21.5
3	43.8	31.1	73.0	2272.61	-21.5
Corner 2 _{sup}	7.9	5.6	71.4	398.30	-19.9
4	40.4	17.0	50.5	858.37	1.0
Corner 3 _{sup}	3.0	1.3	28.0	35.18	23.5
5	7.5	3.2	23.5	74.03	28.0
Corner 3 _{inf}	3.0	1.3	19.0	23.87	32.5
6	13.4	5.7	9.5	53.77	42.0
Corner 2 _{inf}	7.9	5.6	1.6	8.77	49.9
7	8.3	5.9	0.0	0.00	51.5
TOTAL		87.4		4501.5	51.5

Tablica 9.2.1 - Wartości elementów

$$A_g = 87.4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Położenie osi głównej: } z_G = S / A_g = 51.5 \text{ mm}$$

9.3. Obliczenie efektywnego pola przekroju A_{eff}

Efektywne cechy przekroju można obliczać według rozdziału 5 EN 1993-1-3, przyjmując zamiast t grubość zastępcza $t_{b,eff}$ określona wzorem:

$$t_{b,eff} = t \sqrt[3]{1,18(1 - d/a)}$$

gdzie:

d – średnica otworów perforacyjnych;

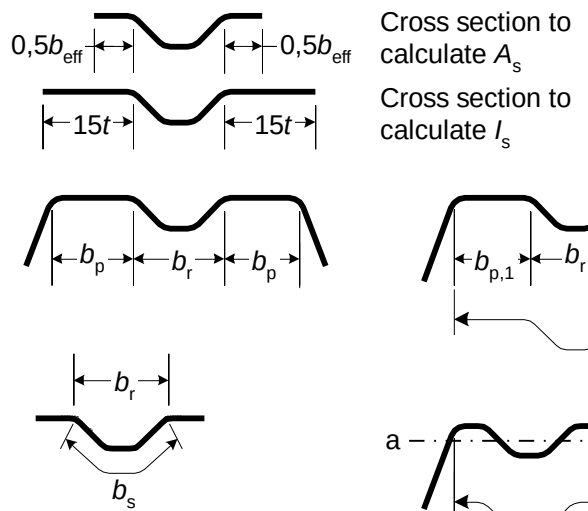
a – rozstaw otworów perforacyjnych (Rysunek 9.1.3.1).

A_{eff} jest sumą efektywnych pól wszystkich elementów.

9.3.1. Krok 1

Efektywne 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".



Rysunek 9.3.1.1 - - Pas z jednym usztywnieniem

napężenie w górnej półce jest $\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 134 \text{ N / mm}^2$

$b_p = 47.5 \text{ mm}$

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

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

$$\lambda_p = 1.374$$

$$\lambda_{pred} = \lambda_p \times \sqrt{\frac{\sigma_{com}}{f_y / \gamma_{M0}}} \rightarrow \lambda_{pred1} = 0.888$$

$$\lambda_{pred} > 0.673 \rightarrow \rho = \frac{1 - 0.055(3 + \psi) / \bar{\lambda}_{p,red}}{\bar{\lambda}_{p,red}} + 0.18 \frac{(\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{p,red})}{(\bar{\lambda}_p - 0.6)} \rightarrow \rho = 0.96$$

$$b_{eff} = \rho * b_p = 45.6 \rightarrow \boxed{0,5 b_{eff} = 22.8 \text{ m}}$$

Usztywnienie górnej półki:

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

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

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

$$b_s = 30.6 \text{ mm}, b_p = 47.5 \text{ mm}$$

Obliczenie A_s

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)
plane part	22.81	16.19
Corner l_{sup}	0.00	0.00
2	15.30	10.86
Corner l_{inf}	0.00	0.00
1	0.00	0.00
Corner l_{inf}	0.00	0.00
2	15.30	10.86
Corner l_{sup}	0.00	0.00
plane part	22.81	16.19
TOTAL		54.1

Tablica 9.3.1.1 – Długości i pola elementów

$$A_s = 54.1 \text{ mm}^2$$

Obliczenie I_s

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	$z0$ (mm)	h	I_i (mm ⁴)
plane part	10.65	7.56	0.00	0.00	0.88	0.71	6.23
Corner l_{sup}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00
2	15.30	10.86	1.50	16.29	-0.62	3.30	13.95
Corner l_{inf}	0.00	0.00	3.00	0.00	-2.12	0.00	0.00
1	0.00	0.00	3.00	0.00	-2.12	0.71	0.00
Corner l_{inf}	0.00	0.00	3.00	0.00	-2.12	0.00	0.00
2	15.30	10.86	1.50	16.29	-0.62	3.30	13.95
Corner l_{sup}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00
plane part	10.65	7.56	0.00	0.00	0.88	0.71	6.23
TOTAL		36.8		32.6	0.88		40.4

Tablica 9.3.1.2 - Długości elementów i momenty bezwładności

$$I_s = 40.4 \text{ mm}^4$$

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

$$I_b = 254.9$$

$$s_w = 73.7$$

$$I_b / s_w = 3.5 \geq 2 \rightarrow k_w = k_{w0}$$

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

$$k_{w0} = 1.54$$

$$\text{Napężenie krytyczne } \sigma_{cr,s} = 74 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\bar{\lambda}_d = 1,77$$

$$\bar{\lambda}_d \geq 1,38 \rightarrow \chi_d = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d}$$

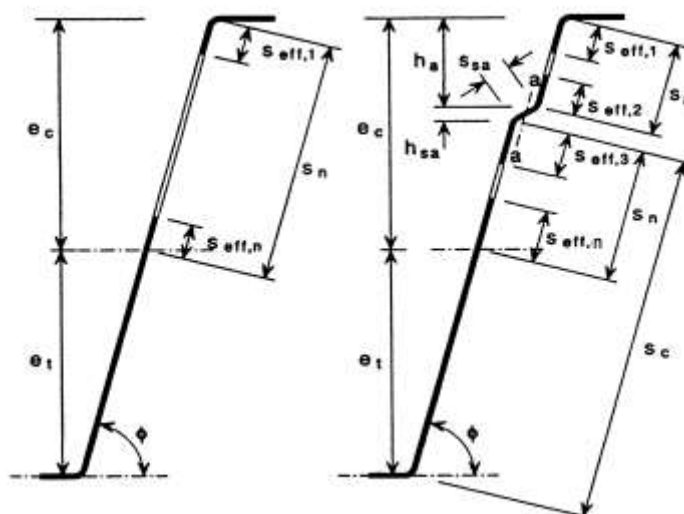
Współczynnik redukcyjny ze względu na wyboczenie dystorsyjne $\chi_d = 0,317$

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

Zredukowana grubość $t_{red} = 0.54 \text{ mm}$

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 9.3.1.2 - Pole efektywne środnika

$z_g = 51.5 \text{ mm}$ i $h_a = 45 \text{ mm}$ usztywnienie środnika jest usytuowane poniżej osi głównej więc nie jest ściskane i efektywne pole przekroju środnika liczy się jako środnik bez usztywnienia.

$$e_c = h_w - z_g = 21,5 \text{ mm} \rightarrow s_n = 21,3 \text{ mm}$$

$$\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_g) / z_g = 134 \text{ N / mm}^2$$

wartości efektywnego pola określone iteracyjnie $\rightarrow$

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

$$\rightarrow s_{\text{eff},0} = 22,0 \text{ mm}$$

$$s_{\text{eff},1} = s_{\text{eff},0} \rightarrow s_{\text{eff},1} = 22,0 \text{ mm}$$

$$s_{\text{eff},n} = 1,5 s_{\text{eff},0} \rightarrow s_{\text{eff},n} = 33,0 \text{ mm} \rightarrow s_{\text{eff},1} + s_{\text{eff},n} \geq s_n \text{ cały \u015brodnik jest efektywny}$$

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

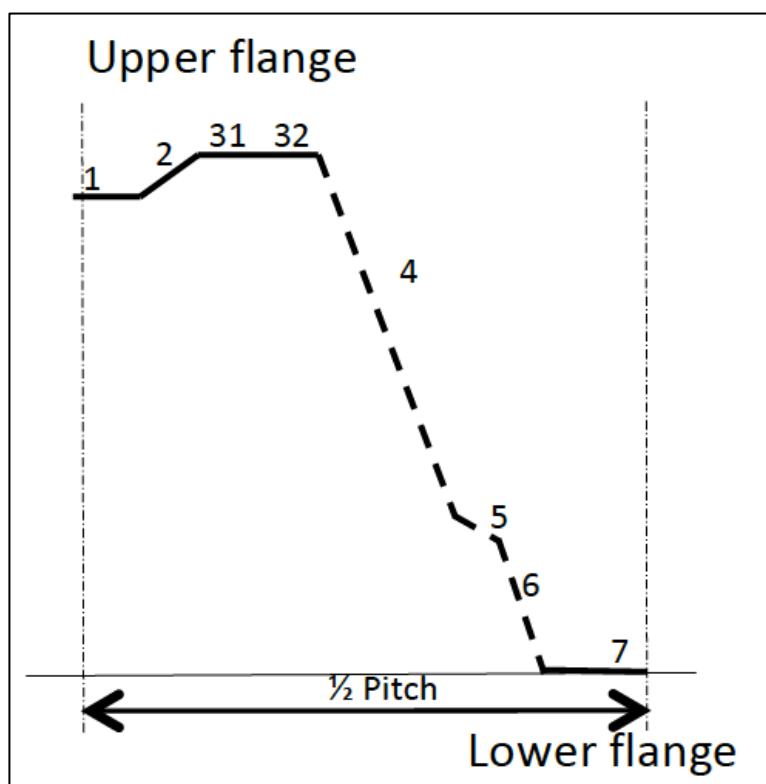
$$s_{\text{eff},n} = 0,6s_n$$

Efektywne pole przekroju dolnej p\u00f3tki

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 9.3.1.3 – Numeracja element\u00f3w

Element	l_i (mm)	t_{eff} (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	$z0$ (mm)
1	0.0	0.54	0.00	70.00	0.00	-21.94
Corner 1 _{inf}	0.0	0.54	0.00	70.00	0.00	-21.94
2	15.3	0.54	8.24	71.50	589.16	-23.44
Corner 1 _{sup}	0.0	0.54	0.00	73.00	0.00	-24.94
31	23.8	0.54	12.79	73.00	933.91	-24.94
32	19.2	0.71	13.60	73.00	992.85	-24.94
Corner 2 _{sup}	7.9	0.71	5.58	71.43	398.30	-23.36
4	40.4	0.58	23.53	50.50	1188.30	-2.44
Corner 3 _{sup}	3.0	0.58	1.74	28.00	48.70	20.06
5	7.5	0.58	4.36	23.50	102.48	24.56
Corner 3 _{inf}	3.0	0.58	1.74	19.00	33.05	29.06
6	13.4	0.58	7.84	9.50	74.44	38.56
Corner 2 _{inf}	7.9	0.71	5.58	1.57	8.77	46.49
7	8.3	0.71	5.93	0.00	0.00	48.06
TOTAL			90.9		4370.0	48.1

Tablica 9.3.1.3 – Długości i pola elementów

$$A_{eff} = 90.9 \text{ mm}^2$$

Położenie osi głównej efektywnego pola : $z_G = 48.1 \text{ mm}$

9.3.2. 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 środnika 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}	166	177	179
	ρ	0.875	0.851	0.844
	$0,5 b_{1,\text{eff}}$	20.78	20.20	20.05
Upper flange stiffener	$\sigma_{\text{cr,s}}$	77.75	79.02	79.35
	χ_{st}	0.33	0.33	0.33
	t_{red}	0.45	0.42	0.42
Web	e_c	24.9	26.0	26.2
	s_n	24.9	25.9	26.2
	$s_{\text{eff},0}$	19.7	19.1	19.0
	$s_{\text{eff},1}$	19.7	19.1	19.0
	$s_{\text{eff},n}$	29.6	28.7	28.4
	$s_{\text{eff},1} + s_{\text{eff},n}$	49.3	47.8	47.4
		entire web is effective	entire web is effective	entire web is effective
	$s_{\text{eff},1}$	0,4sn	0,4sn	0,4sn
	$s_{\text{eff},n}$	0,6sn	0,6sn	0,6sn
Total effective Area	A_{eff}	87.3	86.4	86.1
Position of neutral axis	z_c	47.0	46.8	46.7

Tablica 9.3.2.1 – Wartości dla kroków 2, 3 i 4

9.4. Obliczenie wytrzymałości na moment przęsłowy

Moment przęsłowy jest obliczony z wartościami kroku 4.

Element	I_1 (mm)	t_{eff} (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	$z0$ (mm)	h	I_i (mm ⁴)
1	0.0	0.42	0.0	70.00	0.00	-23.29	0.71	0.00
Corner 1 _{inf}	0.0	0.42	0.0	70.00	0.00	-23.29	0.00	0.00
2	15.3	0.42	6.4	71.50	455.37	-24.79	3.30	3918.40
Corner 1 _{sup}	0.0	0.42	0.0	73.00	0.00	-26.29	0.00	0.00
31	23.8	0.42	9.9	73.00	721.84	-26.29	0.71	6832.62
32	19.2	0.71	13.6	73.00	992.85	-26.29	0.71	9397.89
Corner 2 _{sup}	7.9	0.71	5.6	71.43	398.30	-24.71	0.00	3405.73
4	40.4	0.58	23.5	50.50	1188.30	-3.79	38.98	3316.80
Corner 3 _{sup}	3.0	0.58	1.7	28.00	48.70	18.71	0.00	609.15
5	7.5	0.58	4.4	23.50	102.48	23.21	6.27	2364.40
Corner 3 _{inf}	3.0	0.58	1.7	19.00	33.05	27.71	0.00	1335.93
6	13.4	0.58	7.8	9.50	74.44	37.21	12.98	10961.71
Corner 2 _{inf}	7.9	0.71	5.6	1.57	8.77	45.14	0.00	11363.27
7	8.3	0.71	5.9	0.00	0.00	46.71	0.71	12933.53
TOTAL			86.1		4024.1	46.7		66439.4

Tablica 9.4.1 – Wartości kroku 4

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

Dla 1/2 modułu $I_{\text{eff}} = 66439 \text{ mm}^4$

Dla blachy $I_{\text{eff}} = 681 \text{ mm}^3$

$$v = \max(46,7; 26,3) = 46,7 \text{ mm}$$

$$W_{\text{eff}} = I_{\text{eff}} / v = 14.6 \text{ mm}^3$$

$$M_{\text{span}} = 4,7 \text{ kNm/m}$$

9.5. Obliczenie nośności środnika

Nośność poprzeczna jednego środnika blach perforowanych z otworami na siatce kwadratowej blachy oblicza się według wzoru (6.18) z EN 1993-1-3

$$R_{w,Rd} = \alpha t^2 \sqrt{f_{yb} E} \left(1 - 0,1 \sqrt{r/t} \right) \left[0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t} \right] \left(2,4 + (\phi/90)^2 \right) / \gamma_{M1} \quad (6.18)$$

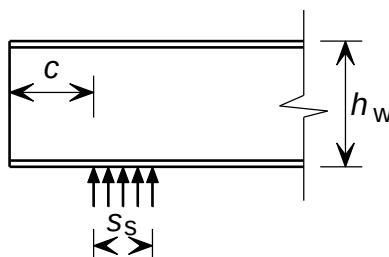
przyjmując zamiast t grubość zastępcza $t_{c,\text{eff}}$ określona wzorem:

$$t_{c,\text{eff}} = t \left[1 - (d/a)^2 s_{\text{per}} / s_w \right]^{3/2}$$

Gdzie : s_{per} – wysokość ukośna perforowanej części środnika

s_w – wysokość ukośna środnika.

W tym przypadku reakcja podpory jest w odległości $c \leq 1,5 h_w$ więc to jest Kategoria 1



Rysunek 9.5.1 – Reakcja podpory w odległości $c \leq 1,5 h_w$: Kategoria 1

Dla kategorii 1 dla blach $\alpha = 0,075$ i $l_a = 10\text{mm}$

Środnik jest usztywniony więc mnoży się wytrzymałość przez współczynnik $\kappa_{a,s}$ dany wzorem

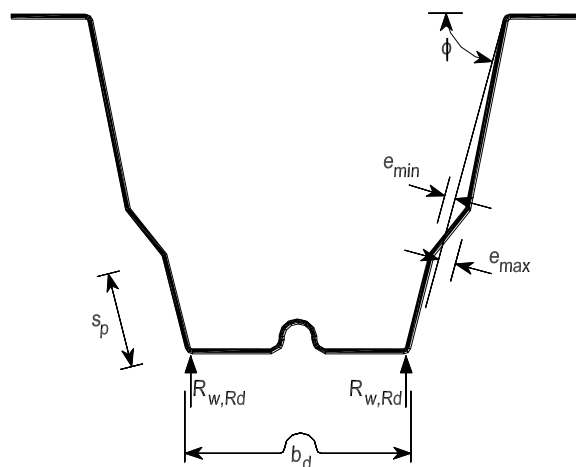
$$\kappa_{a,s} = 1,45 - 0,05 e_{\text{max}} / t \quad \text{lecz} \quad \kappa_{a,s} \leq 0,95 + 35\,000 t^2 e_{\text{min}} / (b_d^2 s_p)$$

gdzie:

b_d szerokość w rozwinięciu obciążonego pasa (Rysunek 9.5.2);

e_{min} mniejszy mimośród fałdy względem cięciwy środnika (Rysunek 9.5.2);

s_p ukośna wysokość części płaskiej środnika przy pasie obciążonym (Rysunek 9.5.2).



Rysunek 9.5.2 – Usztywniony środek

$$t = 0,71 \text{ mm}$$

$$r = 5 \text{ mm}$$

$$\phi = 72$$

$$e_{\min} = 0.804 \text{ mm}$$

$$b_d = 24$$

$$\kappa_{a,s} = 1.278$$

$$\text{Dla środnika : } R_{w,Rd} = 713 \text{ N}$$

$$\text{Moduł} = 195 \text{ mm}$$

$$\text{Dla pasma o szerokości 1 m:}$$

$$\boxed{R_{w,Rd} = 6,5 \text{ kN/m}}$$

10. SAMOSPRAWDZENIE OPROGRAMOWANIA

Samosprawdzenie jest oparte na poprzednim przykładzie.

10.1. Obliczenie wytrzymałości na moment zginający:

Obliczona wytrzymałość na reakcje na moment zginający w poprzednim przykładzie jest

$$M_{span} = 4.7 \text{ kNm/m}$$

Wynik oprogramowania jest

$$M_{span} = 4.7 \text{ kNm/m}$$

Wynik jest zgodny z wynikiem programu

10.2. Obliczenie wytrzymałości na reakcje na podporze skrajnej:

Obliczona wytrzymałość na reakcje na podporze skrajnej w poprzednim przykładzie jest

$$R_{w,Rd} = 6.5 \text{ kN/m}$$

Wynik oprogramowania jest

$$R_{endsupport} = 6.5 \text{ kN/m}$$

Wynik jest zgodny z wynikiem programu

11. BIBLIOGRAFIA

- [1] Baik S.C, Han H.N, Lee S.H, Oh K.H, Lee D.N, Plastic behaviour of perforated sheets under biaxial stress state, LNT J. Mech. Sc., vol39, No7, pp781-793, 1997.
- [2] Misiek T. and Saal H. Load bearing capacity of perforated trapezoidal sheeting, stability and ductility of steel structure, Rio de Janeiro, Brazil, Sept. 2010.
- [3] Kathage K., Misiek T., Saal H., Stiffness and critical buckling load of perforated sheeting, Thin-Walled Structures, 44, 2006.
- [4] Lee Y.C., Chen F.K., Yield criterion for a perforated sheet with a uniform triangular pattern of round holes and a low ligament ratio, NTU Publ., Febr. 1999.
- [5] Degtyarev V.V, Degtyareva N.V., Elastic stability of uniformly compressed plates perforated in triangular pattern, Thin-Walled Structures, 52, 2012,

ZAŁĄCZNIK 1

Background nowej metody obliczania blach stalowych perforowanych z otworami na siatce kwadratowej

D3.1	GRISPE WP3 Background document	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D3.2	GRISPE WP3 Test programme definition	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D3.3	GRISPE Test report	Christian FAUTH (KIT)
D3.4	GRISPE WP3 Test analysis and interpretation	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D3.5	GRISPE WP3 Background guidance for EN 1993-1-3 to design of sheeting with perforations or with a hole	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)