

MCAD – styki stalowe doczołowe przekrojów dwuteowych.

Moduł MCAD: MSTAL

nazwa programu i polecenia: SSD lub MCSSD

Obsługiwane programy CAD:

AutoCAD pełny od wersji 2004

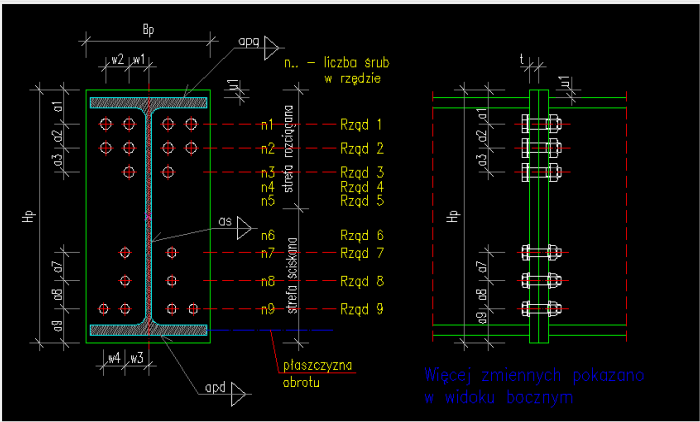
ZWCAD - od wersji 2015

1. Ogólny opis programu SSD:

- Program oblicza i rysuje w widokach przednim, bocznym i górnym styki doczołowe dwuteowe definiowane dowolnie przez Użytkownika
- Obliczenia przeprowadzane są na podstawie normy PN-90/B-03200 "Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie"
- Program obsługuje wszystkie typowe profile dwuteowe walcowane i spawane oraz indywidualnie definiowane blachownice spawane z blach.
- Dla wybranych profili typu HEA, HEB i IPE dostępne są skatalogowane typowe połączenia wg niemieckich wytycznych DSTV / DAST
- Polecenie SSD umożliwia obliczanie styków kategorii D, E i F zarówno sprężanych jak i niesprężanych.
- Śruby dolne i górne mogą być definiowane niezależnie od siebie i mogą być różnych średnic i klas.

2. Główne okno programu SSD z omówieniem kolejności definiowania połączenia:

MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30



Blacha czołowa [mm]:
t 25 Hp 630 Bp 320 u1 20 S235

Żebra:
☐ Pionowe górne t1 h1 L1 p1 p2 p3
☐ Pionowe dolne t2 h2 L2 p6 p5 p4
☐ Poziome dolne t4 B4

Rozmieszczenie śrub [mm]:
Strefa rozciągana - górna: M24 10.9 HV
Strefa ściskana - dolna: M20 8.8

w1 50 w2 60 w3 60 w4 55
a1 85 n1 4 a9 85 n9 4
a2 60 n2 4 a8 70 n8 2
a3 60 n3 2 a7 70 n7 2
a4 0 n4 0 a6 70 n6 2
a5 0 n5 0

Profil [mm]:
HEA 600 S355 H 590 S 300 g 13 tg 25 td 25

Połączenia typowe wg wytycznych niemieckich DSTV/DAST - skatalogowane:

Profil	Średnice śrub [mm]
IH1	30
IH2	27
IH3	24
IH4	24

Średnice śrub [mm]:
30
27
24

Spoiny profilu [mm]:
apg 25 pachw. czoł.
apd 13 pachw. czoł.
as 7 pachw. czoł.

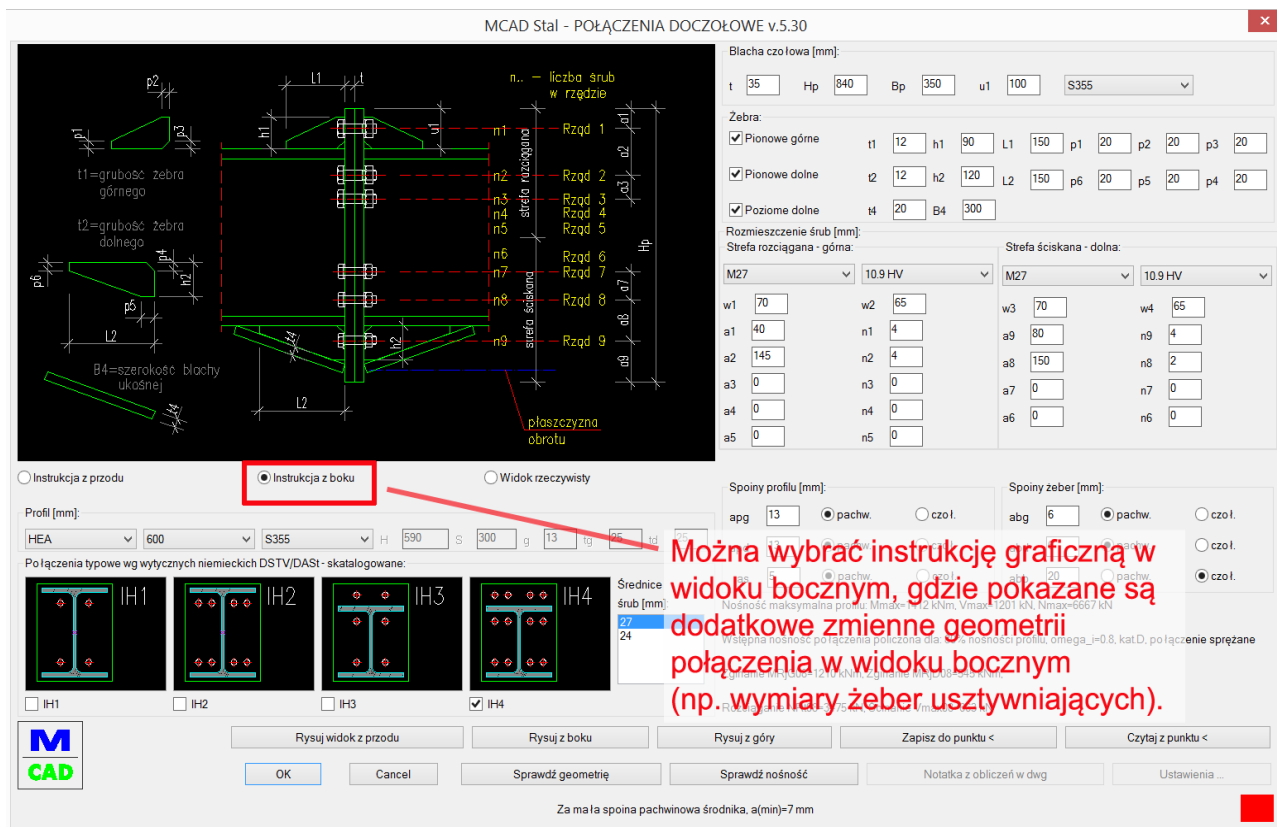
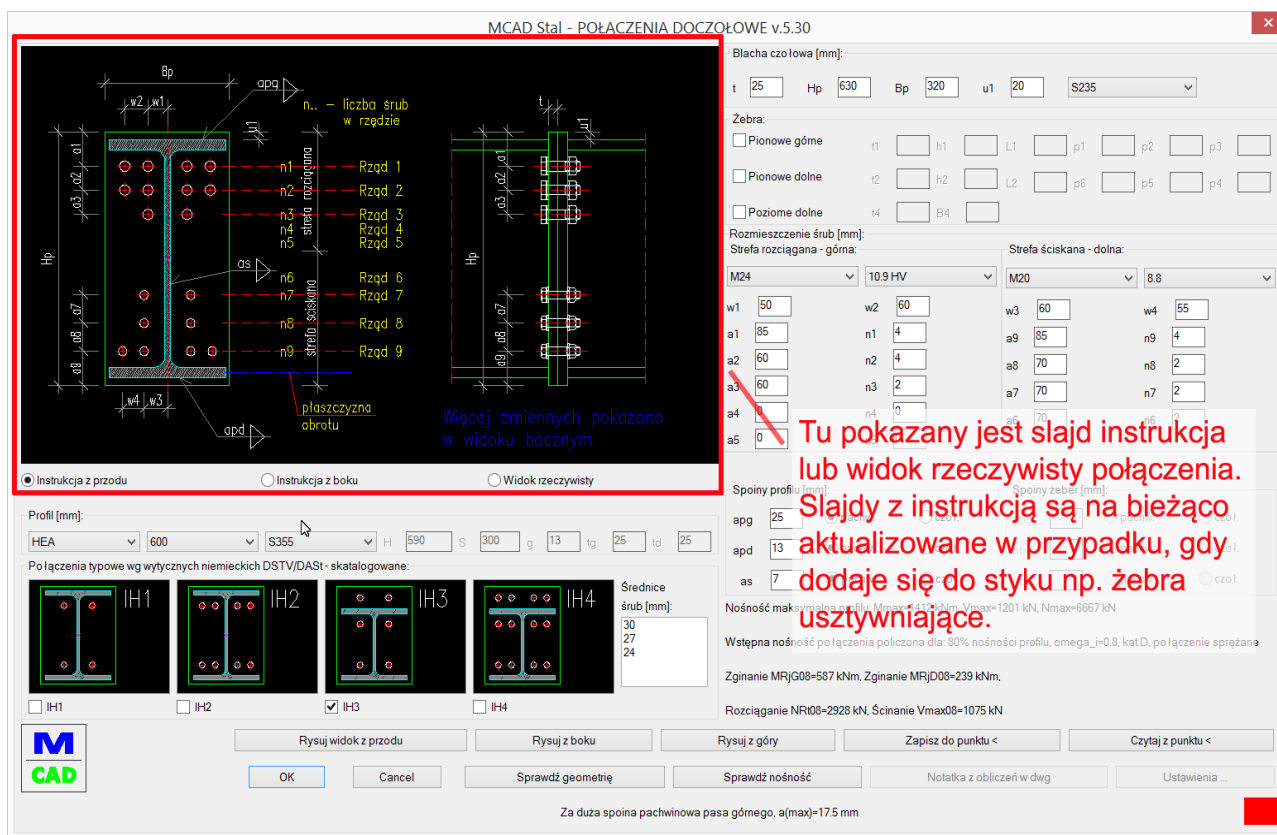
Spoiny zeber [mm]:
abg pachw. czoł.
abd pachw. czoł.
abb pachw. czoł.

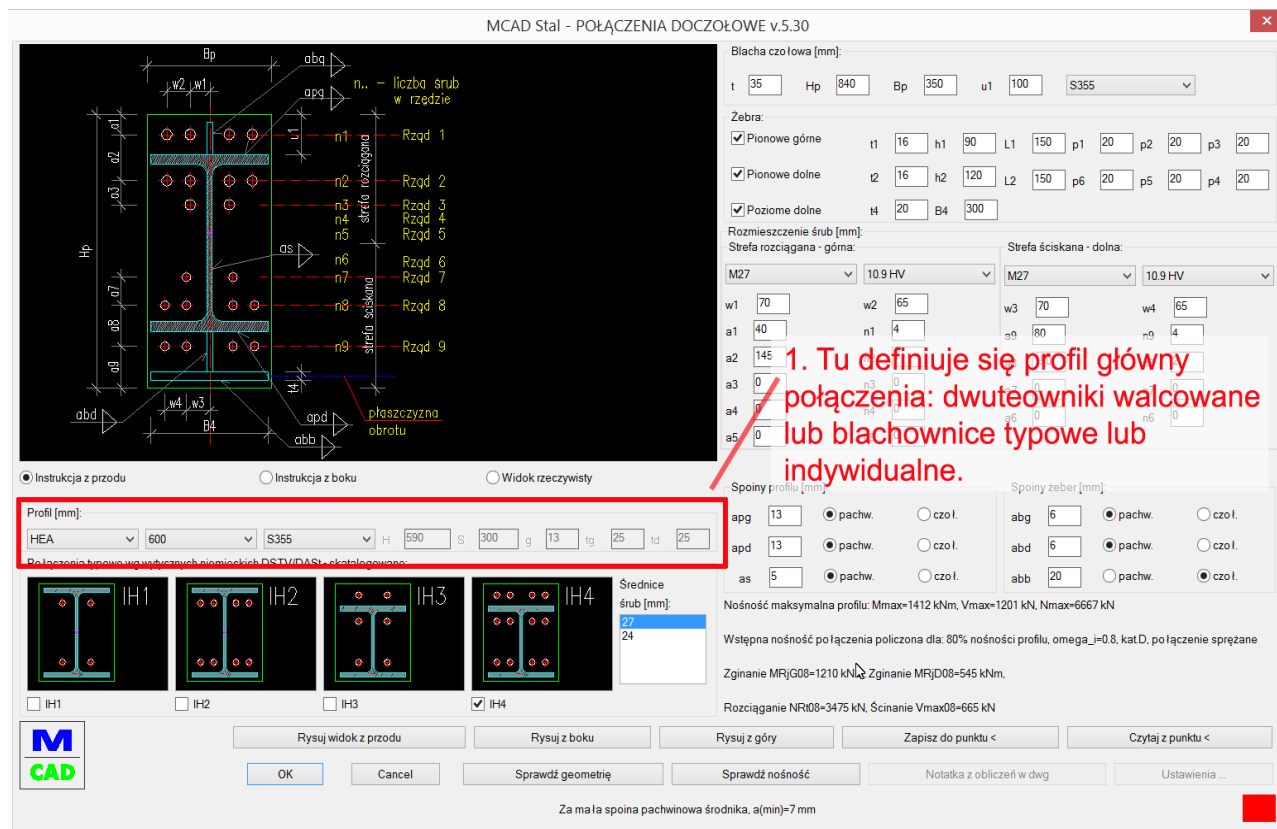
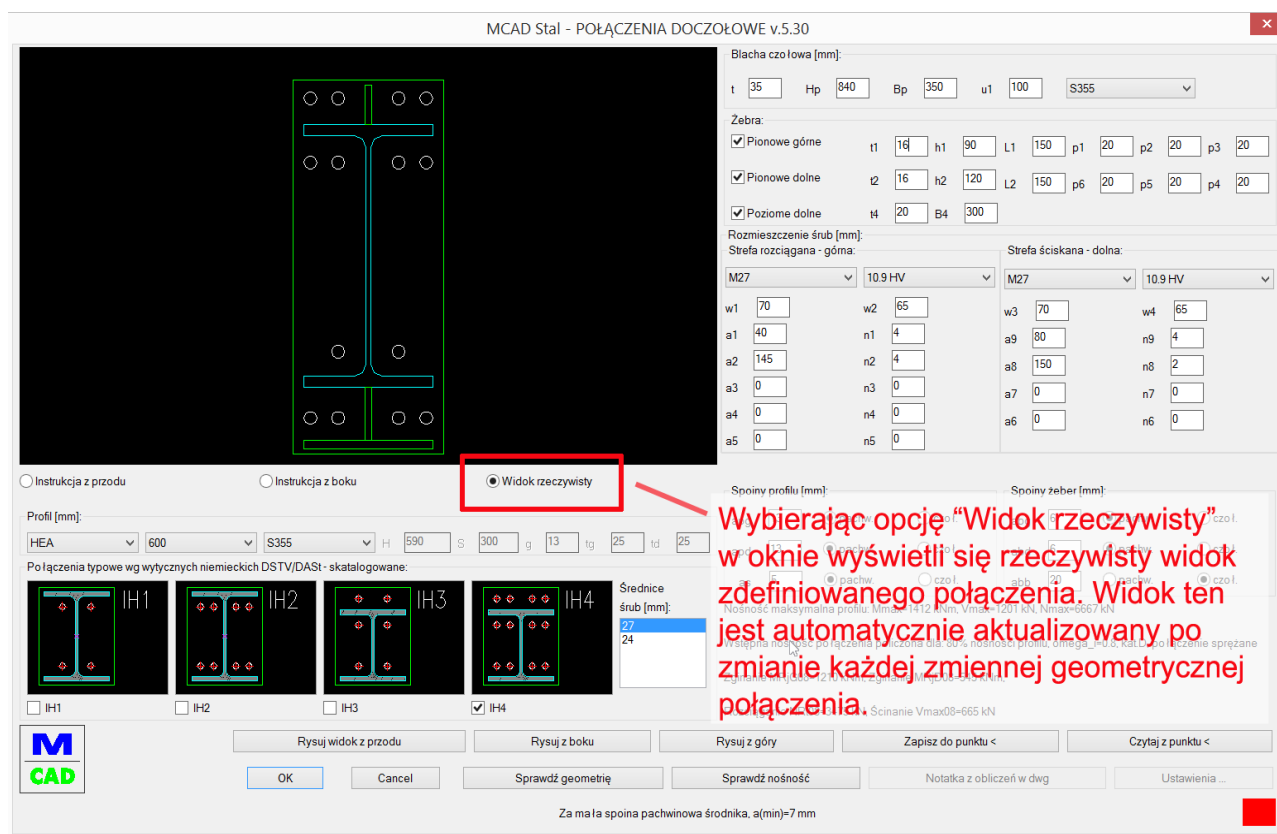
Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN
Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane
Zginanie MRJG08=587 kNm, Zginanie MRJD08=239 kNm
Rozciąganie NRJ08=2928 kN, Ścinanie Vmax08=1075 kN

Rysuj widok z przodu Rysuj z boku Rysuj z góry Zapisz do punktu < Czytaj z punktu >
OK Cancel Sprawdź geometrię Sprawdź nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia...

Za duża spoina pachwinowa pasa górnego, a(max)=175 mm

Okno programu SSD posiada czytelną instrukcję graficzną z pokazaniem wszystkich zmiennych definiowanych przez Użytkownika. Można też wybrać widok rzeczywisty połączenia:





MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30

Blacha czołowa [mm]:

t 25 Hp 630 Bp 320 u1 20 S235

Zebra:

☐ Pionowe górne t1 h1 L1 p1 p2 p3

☐ Pionowe dolne i2 h2 L2 p6 p5 p4

☐ Poziome dolne i4 B4

Rozmieszczenie śrub [mm]:

Strefa rozciągana - górna: M24 10.9 HV

Strefa ściskana - dolna: M20 8.8

w1 50 w2 60 w3 60 w4 55

a1 85 a2 60 a3 60 a4 0 a5 0

n1 4 n2 4 n3 2 n4 2 n5 2 n6 2 n7 2 n8 2 n9 2

Spoiny profilu [mm]:

apq 25 ☒ pachw. ☐ czoł.

apd 13 ☒ pachw. ☐ czoł.

as 7 ☒ pachw. ☐ czoł.

Spoiny zebra [mm]:

abg ☐ pachw. ☐ czoł.

abd ☐ pachw. ☐ czoł.

abb ☐ pachw. ☐ czoł.

Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN

Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane

Zginanie MRyG08=587 kNm, Zginanie MRJD08=239 kNm.

Rozciąganie NRi08=2928 kN, Ścinanie Vmax08=1075 kN

Za duża spoina pachwinowa pasa górnego, a(max)=175 mm

Profil [mm]:

HEA 600 S355 H 590 S 300 a 13 tg 25 td 25

Połączenia typowe wg wytycznych niemieckich DSTV/DAST - skatalogowane:

IH1 IH2 IH3 IH4

☐ IH1 ☐ IH2 ☒ IH3 ☐ IH4

Srednice śrub [mm]:

30

27

24

OK Cancel Sprawdz geometrię Sprawdz nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia ...

2. Tu można wybrać typowe połączenie wg niemieckich wytycznych DSTV/DAST.

MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30

Blacha czołowa [mm]:

t 35 Hp 840 Bp 350 u1 100 S355

Zebra:

☒ Pionowe górne t1 16 h1 90 L1 150 p1 20 p2 20 p3 20

☒ Pionowe dolne i2 16 h2 120 L2 150 p6 20 p5 20 p4 20

☒ Poziome dolne i4 20 B4 300

Rozmieszczenie śrub [mm]:

Strefa rozciągana - górna: M27 10.9 HV

Strefa ściskana - dolna: M27 10.9 HV

w1 70 w2 65 w3 70 w4 65

a1 40 a2 145 a3 0 a4 0 a5 0

n1 4 n2 4 n3 2 n4 2 n5 2 n6 2 n7 2 n8 2 n9 2

Spoiny profilu [mm]:

apq 13 ☒ pachw. ☐ czoł.

apd 13 ☒ pachw. ☐ czoł.

as 5 ☒ pachw. ☐ czoł.

Spoiny zebra [mm]:

abg 6 ☒ pachw. ☐ czoł.

abd 6 ☒ pachw. ☐ czoł.

abb 20 ☐ pachw. ☒ czoł.

Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN

Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane

Zginanie MRyG08=1210 kNm, Zginanie MRJD08=545 kNm.

Rozciąganie NRi08=3475 kN, Ścinanie Vmax08=665 kN

Za mała spoina pachwinowa środka, a(min)=7 mm

Profil [mm]:

HEA 600 S355 H 590 S 300 g 13 tg 25 td 25

Połączenia typowe wg wytycznych niemieckich DSTV/DAST - skatalogowane:

IH1 IH2 IH3 IH4

☐ IH1 ☐ IH2 ☐ IH3 ☒ IH4

Srednice śrub [mm]:

27

24

OK Cancel Sprawdz geometrię Sprawdz nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia ...

3. Tu definiuje się blachę czołową oraz uzębowanie połączenia.

MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30

4. Tu definiuje się niezależnie śruby dolne i górne oraz ich rozmieszczenie w połączeniu.

Blacha czołowa [mm]:
t 35 H_p 630 B_p 320 u₁ 20 S235

Zebra:
☒ Pionowe górne
☒ Pionowe dolne
☒ Poziome dolne

Rozmieszczenie śrub [mm]:
Strefa rozciągana - górna:
M27 10.9 HV
w1 70 w2 65 w3 70 w4 65
a1 40 a2 145 a3 0 a4 0 a5 0
n1 4 n2 4 n3 0 n4 0 n5 0

Strefa ściskana - dolna:
M27 10.9 HV
w3 70 w4 65
a9 80 a8 150 a7 0 a6 0
n9 4 n8 2 n7 0 n6 0

Spoiny profilu [mm]:
apq 13 apd 13 as 5
☒ pachw. ☐ czoł.
☒ pachw. ☐ czoł.
☒ pachw. ☐ czoł.

Spoiny zeber [mm]:
abg 6 abd 6 abb 20
☒ pachw. ☐ czoł.
☒ pachw. ☐ czoł.
☐ pachw. ☒ czoł.

Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN
Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane
Zginanie MRjG08=1210 kNm, Zginanie MRjD08=545 kNm
Rozciąganie NRi08=3475 kN, Ścinanie Vmax08=665 kN

Rysuj widok z przodu Rysuj z boku Rysuj z góry Zapisz do punktu < Czytaj z punktu <
OK Cancel Sprawdź geometrię Sprawdź nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia ...

Za mała spoina pachwinowa środka, a(min)=7 mm

MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30

5. Tu definiuje się wszystkie spoiny. Mogą być zarówno czołowe jak i pachwinowe.

Blacha czołowa [mm]:
t 25 H_p 630 B_p 320 u₁ 20 S235

Zebra:
☐ Pionowe górne
☐ Pionowe dolne
☐ Poziome dolne

Rozmieszczenie śrub [mm]:
Strefa rozciągana - górna:
M24 10.9 HV
w1 50 w2 60 w3 60 w4 55
a1 85 a2 60 a3 60 a4 0 a5 0
n1 4 n2 4 n3 2 n4 0 n5 0

Strefa ściskana - dolna:
M24 10.9 HV
w3 60 w4 55
a9 85 a8 70 a7 70 a6 70
n9 4 n8 2 n7 2 n6 2

Spoiny profilu [mm]:
apq 25 apd 13 as 7
☒ pachw. ☐ czoł.
☒ pachw. ☐ czoł.
☒ pachw. ☐ czoł.

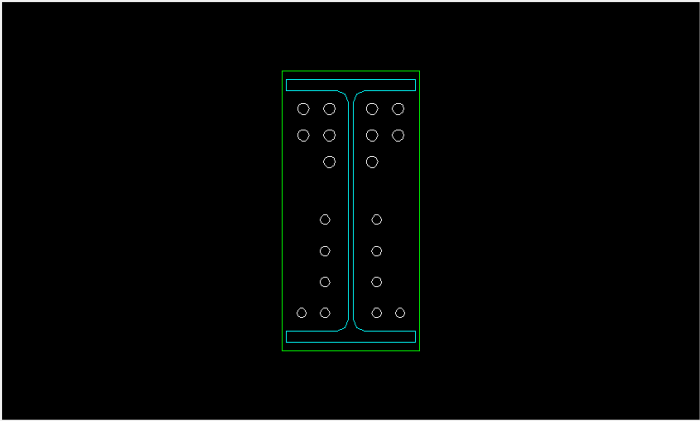
Spoiny zeber [mm]:
abg abd abb
☐ pachw. ☐ czoł.
☐ pachw. ☐ czoł.
☐ pachw. ☐ czoł.

Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN
Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane
Zginanie MRjG08=587 kNm, Zginanie MRjD08=239 kNm
Rozciąganie NRi08=2928 kN, Ścinanie Vmax08=1075 kN

Rysuj widok z przodu Rysuj z boku Rysuj z góry Zapisz do punktu < Czytaj z punktu <
OK Cancel Sprawdź geometrię Sprawdź nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia ...

Za duża spoina pachwinowa pasa górnego, a(max)=175 mm

MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30



Blacha czołowa [mm]:

t 25 Hp 630 Bp 320 u1 20 S235

Żebra:

☐ Pionowe górne t1 h1 L1 p1 p2 p3

☐ Pionowe dolne t2 h2 L2 p6 p5 p4

☐ Poziome dolne t4 B4

Rozmieszczenie śrub [mm]:

Strefa rozciągana - górna:

M24 10.9 HV

w1 50 w2 60 w3 60 w4 55

a1 85 n1 4 a9 85 n9 4

a2 60 n2 4 a8 70 n8 2

a3 60 n3 2 a7 70 n7 2

a4 0 n4 0 a6 70 n6 2

a5 0 n5 0

Strefa ściskana - dolna:

M20 8.8

Stopy profilu [mm]:

apg 25 pachw. czoł. abg pachw. czoł.

apd 13 pachw. czoł. abd pachw. czoł.

as 7 pachw. czoł. abb pachw. czoł.

Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN

Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane

Zginanie MRjG08=587 kNm, Zginanie MRjD08=239 kNm,

Rozciąganie NRi08=2928 kN, Ścinanie Vmax08=1075 kN

Profil [mm]:

HEA 600 S355 H 590 S 300 g 13 tg 25 td 25

Połączenia typowe wg wytycznych niemieckich DSTV/DAST - skatalogowane:

IH1 IH2 **IH3** IH4

Średnice śrub [mm]:

30
27
24

☐ IH1 ☐ IH2 ☒ IH3 ☐ IH4

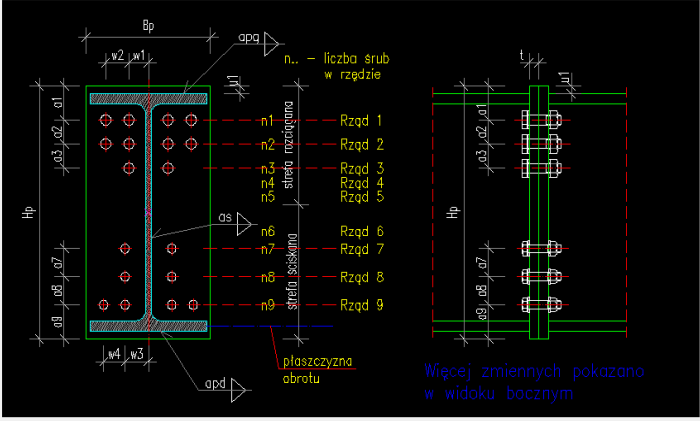
Rysuj widok z przodu Rysuj z boku Rysuj z góry Zapisz do punktu < Czytaj z punktu <

OK Cancel Sprawdź geometrię Sprawdź nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia ...

Za duża spoina pachwinowa pasa górnego, a(max)=175 mm

6. Tu automatycznie pojawia się informacja o orientacyjnej nośności połączenia sprężanego kat. D

MCAD Stal - POŁĄCZENIA DOCZOŁOWE v.5.30



Blacha czołowa [mm]:

t 25 Hp 630 Bp 320 u1 20 S235

Żebra:

☐ Pionowe górne t1 h1 L1 p1 p2 p3

☐ Pionowe dolne t2 h2 L2 p6 p5 p4

☐ Poziome dolne t4 B4

Rozmieszczenie śrub [mm]:

Strefa rozciągana - górna:

M24 10.9 HV

w1 50 w2 60 w3 60 w4 55

a1 85 n1 4 a9 85 n9 4

a2 60 n2 4 a8 70 n8 2

a3 60 n3 2 a7 70 n7 2

a4 0 n4 0 a6 70 n6 2

a5 0 n5 0

Strefa ściskana - dolna:

M20 8.8

Stopy profilu [mm]:

apg 25 pachw. czoł. abg pachw. czoł.

apd 13 pachw. czoł. abd pachw. czoł.

as 7 pachw. czoł. abb pachw. czoł.

Nośność maksymalna profilu: Mmax=1412 kNm, Vmax=1201 kN, Nmax=6667 kN

Wstępna nośność połączenia policzona dla: 80% nośności profilu, omega_i=0.8, kat.D, połączenie sprężane

Zginanie MRjG08=587 kNm, Zginanie MRjD08=239 kNm,

Rozciąganie NRi08=2928 kN, Ścinanie Vmax08=1075 kN

Profil [mm]:

HEA 600 S355 H 590 S 300 g 13 tg 25 td 25

Połączenia typowe wg wytycznych niemieckich DSTV/DAST - skatalogowane:

IH1 IH2 **IH3** IH4

Średnice śrub [mm]:

30
27
24

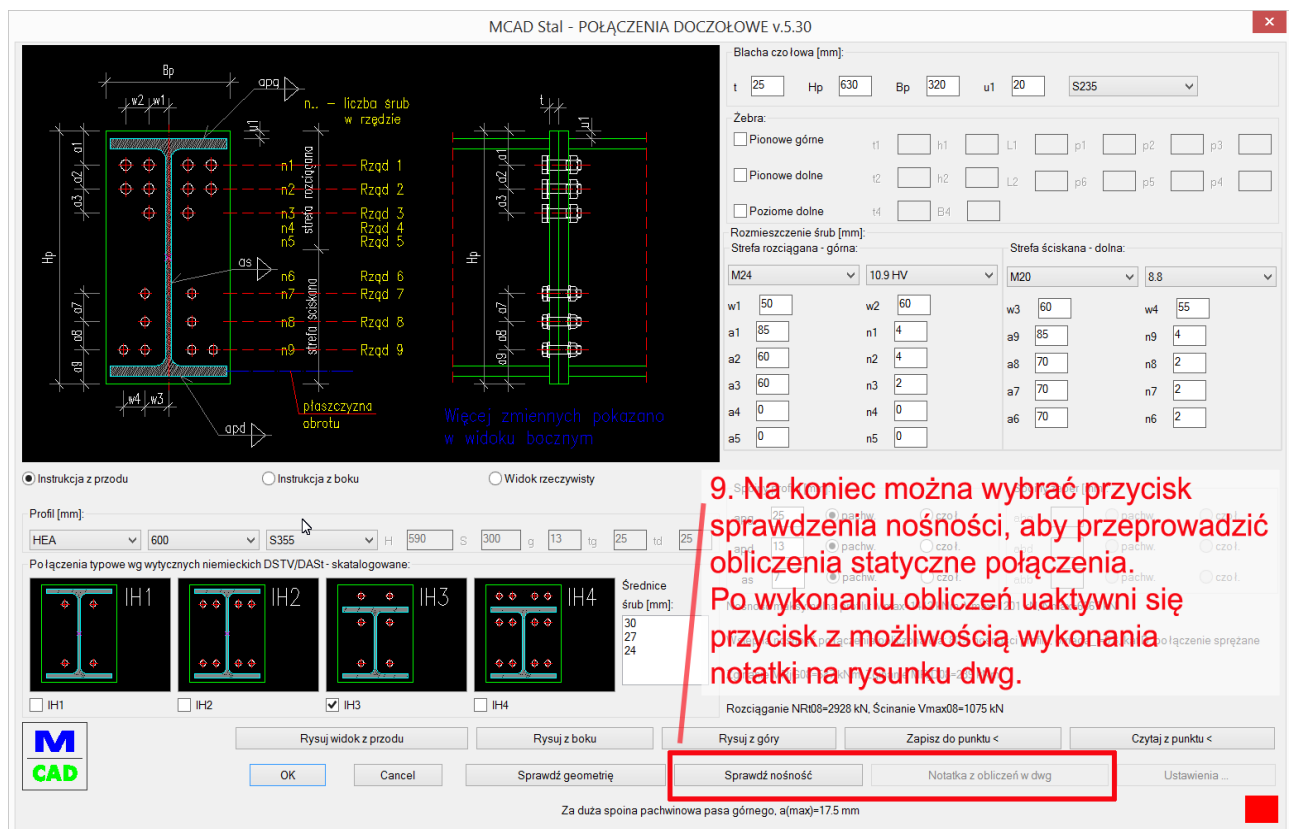
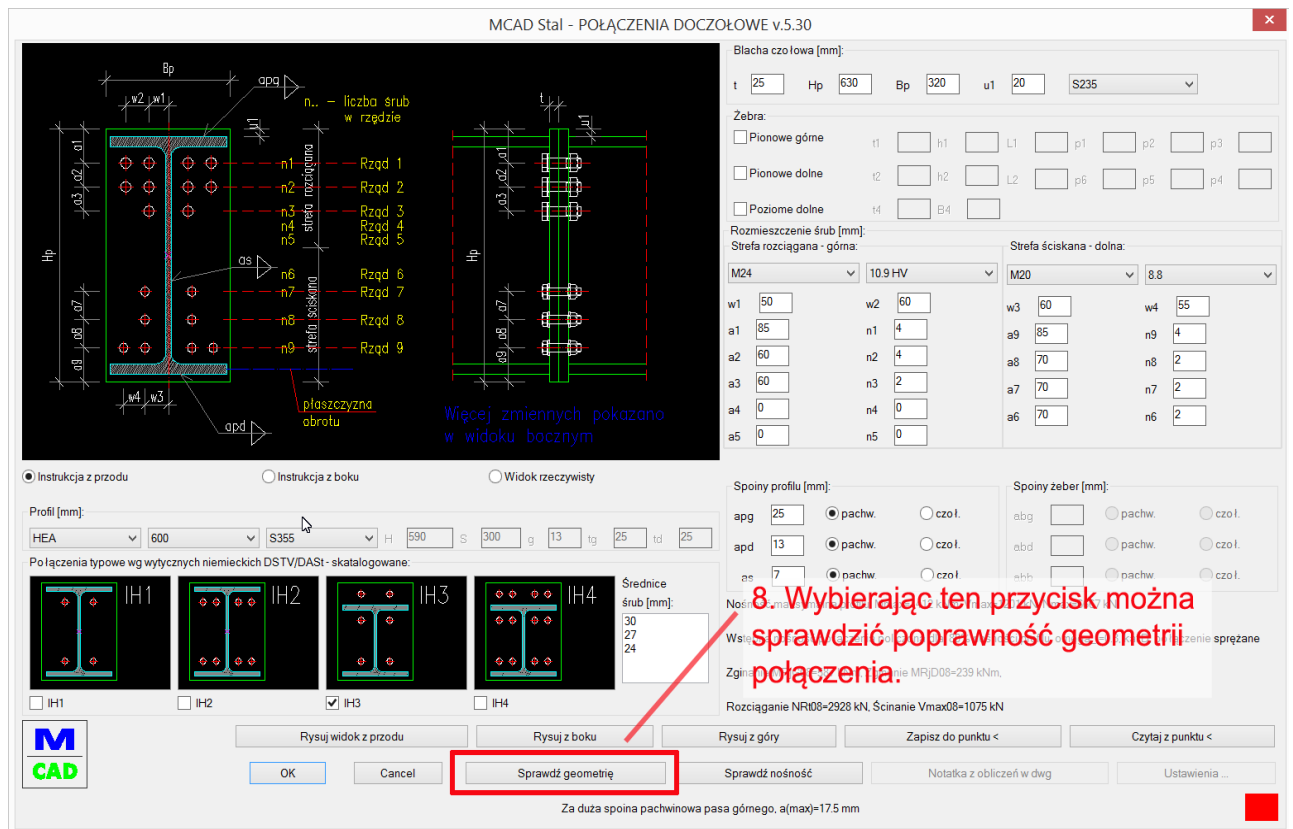
☐ IH1 ☐ IH2 ☒ IH3 ☐ IH4

Rysuj widok z przodu Rysuj z boku Rysuj z góry Zapisz do punktu < Czytaj z punktu <

OK Cancel Sprawdź geometrię Sprawdź nośność Notatka z obliczeń w dwg Ustawienia ...

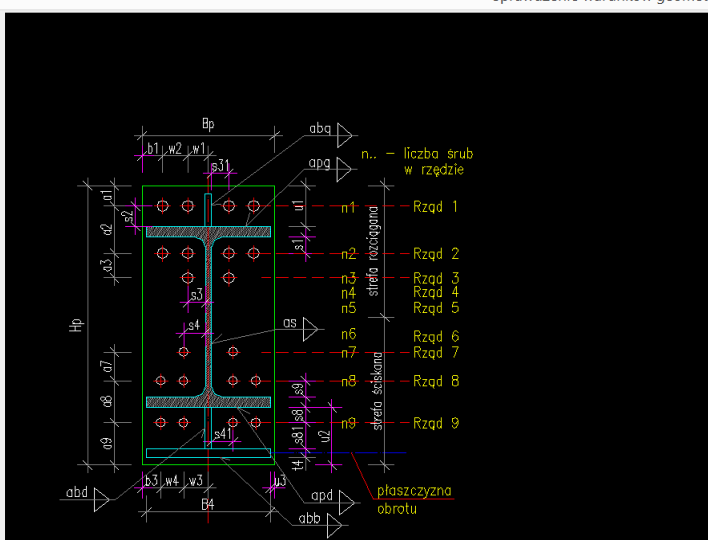
Za duża spoina pachwinowa pasa górnego, a(max)=175 mm

7. Tu pojawiają się na bieżąco informacje o ewentualnych błędach w definicji parametrów połączenia.



Okno programu SSD ze sprawdzeniem geometrii połączenia:

Sprawdzenie warunków geometrycznych.



W prawym panelu pokazane są analizowane warunki geometryczne połączenia. Warunki poprawne wyświetlane są na zielono. Warunki błędne wyświetlane są na czerwono. Na żółto wyświetlane są warunki wymagające indywidualnego sprawdzenia.

Legenda:

- Rozstawy śrub strefy górnej:**
 - w1=70 >= 1.25d=33.8 - odcinek w1 jest OK
 - w2=65 < 2.5d=67.5 - odcinek w2 jest za mały
 - b1=40 < 1.5d=40.5 - odcinek b1 jest za mały
 - a1=40 < 1.5d=40.5 - odcinek a1 jest za mały
 - a2=145 >= 2.5d=67.5 - odcinek a2 jest OK
 - Brak zmiennej a3
 - Brak zmiennej a4
 - Brak zmiennej a5
- Rozstawy śrub strefy dolnej:**
 - w3=70 >= 1.25d=33.8 - odcinek w3 jest OK
 - w4=65 < 2.5d=67.5 - odcinek w4 jest za mały
 - b3=40 < 1.5d=40.5 - odcinek b3 jest za mały
 - a9=80 >= 1.5d=40.5 - odcinek a9 jest OK
 - a8=150 >= 2.5d=67.5 - odcinek a8 jest OK
 - Brak zmiennej a7
 - Brak zmiennej a6
- Odległości śrub od ścianek dla strefy górnej:**
 - s1=60
 - s2=60
 - s3=63.5
 - s31=62
- Odległości śrub od ścianek dla strefy dolnej:**
 - s9=55
 - s8=70
 - s81=50 (sprawdź czy śruba nie koliduje ze spoiną czołową !!)
 - Brak zmiennej s82
 - s4=63.5
 - s41=62
- Pozostałe wymiary:**
 - u2=150 mm, u3=25 mm
 - Grubość blachy czołowej:
 - t=35 >= tmin=27.8 - warunek (82) dla śrub górnych jest OK
 - t=35 >= tmin=27.4 - warunek (83) dla śrub górnych jest OK
 - t=35 >= tmin=25 - warunek (82) dla śrub dolnych jest OK
 - t=35 >= tmin=27.4 - warunek (83) dla śrub dolnych jest OK

Okno programu SSD ze sprawdzeniem nośności połączenia:

Sprawdzenie nośności połączenia wg PN-90/B-03200

Wartości obliczeniowe sił [kN, kNm]

M 655 V 1213 N 678 wsp. obc. 1.15

Slajd instrukcja

Rodzaj połączenia: Kat D ☐ Sprężane ☐ Obc. dyn.

Wsp. tarcia u: 0.4 Info z tablicy Z2-1:

Liczba śrub do obliczeń i współczynniki rozdziału

n_i - liczba śrub przyjęta do obliczeń w rzędzie i

rzęd	n _i	zginanie		rozciąganie	
		ω _{ti}	ω _{ri}	ω _{ti}	ω _{ri}
rzęd 1	4	0.7	0.6	1	1
rzęd 2	4	0.8	0.7	1	1
rzęd 3	0	0.8	0.7	0.8	0.8
rzęd 4	0	0	0	0	0
rzęd 5	0	0	0	0	0
rzęd 6	0	0	0	0	0
rzęd 7	0	0.8	0.7	0.8	0.8
rzęd 8	2	0.8	0.7	1	1
rzęd 9	4	0.7	0.6	1	1

Z < 1 Z < 1/beta Z < Norm

R < 1 R < 1/beta R < Norm

Własne omega: 0.8 -> Z -> R

Wg PN tab.17 przy zginaniu przyjmuje się tylko 3 rzędy śrub

1/beta Góra = 0.709, 1/beta Dół = 0.786

Siły w osi ciężkości styku: Mo=596.8 kNm, Vo=1213 kN, No=678 kN, miódred eYo=85.8 mm

Nośność śrub:

As=459 mm², Av=572.56 mm², Rm=1040 MPa, Re=940 MPa

SRT=min {0.65*Rm*As; 0.85*Re*As}, SRT=310.3 kN

SRv=0.45*Rm*Av, SRv=268 kN

Blacha czołowa (warunki dla śrub górnych):

Grubość blachy czołowej t=35 >= 27.8=tmin z wzoru (82) dla c=26.62 - OK warunek spe lniony

Współczynnik efektu dźwigni beta dla śrub górnych:

beta=2.67/tmin, beta=1.41, dla śrub górnych nie zachodzi efekt dźwigni.

Nośność połączenia na zginanie od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ---

MRj=SRT*suma(mi*wi*yi) wzór (89), MRj=1125.1 kNm

M=596.8 <= 1125.1=MRj - OK warunek spe lniony, wykorzystanie w 53%

Nośność na ścinanie dla styku nie sprężonego (wzór 74) ---

Dla śrub górnych (74): (St/SRT)^2 + (Sv/SRv)^2 = 0.3 <= 1 - OK warunek spe lniony

Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym zerwania łączników ---

NRT=suma(SRTi*ni*wi) (wzór 87), NRT=4344 kN

N=678 <= 4344=NRT - OK warunek spe lniony, wykorzystanie w 15.6%

Obliczenia nośności spoin:

Geometria spoin: A=247.23 cm², Av=76.08 cm², Jx=212039.6 cm⁴, WxD=6548.1 cm³, WxG=4029.8 cm³

Napężenia [MPa]: Tau=V/Av=159.4, Sigma(M)D=-91.1, Sigma(M)G=148.1, Sigma(N)=N/A=27.4

SigmaMax=Sigma(M)+Sigma(N)=175.5 MPa, SigmaProst= TauProst=124.1 MPa

Obliczenia spoin przeprowadzono jak dla spoin pachwinowych, obowiązuje wzór (93):

Kappa=0.85 dla stali o Re=335 MPa

Warunek (93)=315.6 MPa > 285 MPa = fd - ŻLE warunek nie spe lniony, wykorzystanie w 110.7%

SigmaProstodole=124.1 MPa <= 285 MPa = fd - OK warunek spe lniony, wykorzystanie w 43.6%

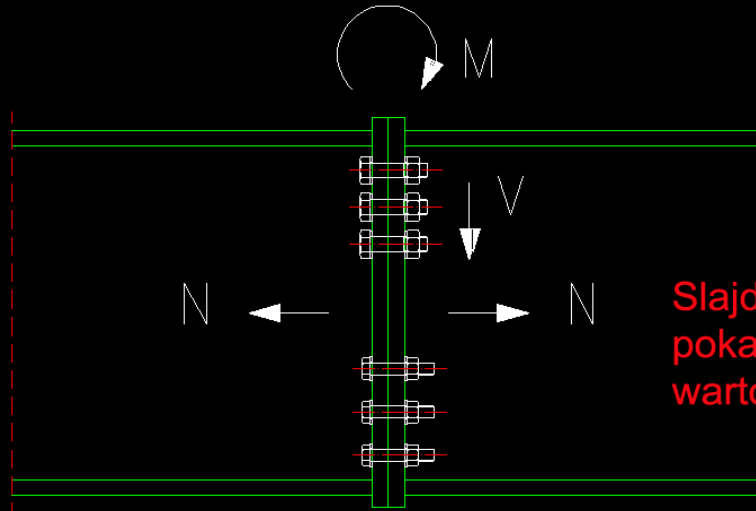
N1. Tu definiuje się obliczeniowe wartości sił i wsp. obciążenia. Moment dodatni rozciąga śruby górne. Normalna dodatnia rozciąga styk.

Dodatnie wartości sił działających na styk:
(moment M dodatni rozciąga śruby górne)
 γ – współczynnik obciążeń

$$M = M_k * \gamma$$

$$V = V_k * \gamma$$

$$N = N_k * \gamma$$



Slajd instruktażowy
pokazujący dodatnie
wartości sił w styku.

Sprawdzenie nośności połączenia wg PN-90/B-03200

Wartości obliczeniowe sił [kN, kNm]

M 655 V 1213 N 678 wsp. obc. 1.15

Slajd instrukcja

Rodzaj połączenia:

Kat. D ☒ Sprężane ☐ Obc. dyn.

Wsp. tarcia u: 0.4

Info z tablicy Z2-1:

Liczba śrub do obliczeń i współczynniki rozdziału

n_i - liczba śrub przyjęta do obliczeń w rzędzie i

zginanie rozciąganie

n_i ω_{ti} ω_{ri} ω_{ti} ω_{ri}

rzęd 1 4 0.7 0.6 1 1

rzęd 2 4 0.8 0.7 1 1

rzęd 3 0 0.8 0.7 0.8 0.8

rzęd 4 0 0 0 0 0

rzęd 5 0 0 0 0 0

.....

rzęd 6 0 0 0 0 0

rzęd 7 0 0.8 0.7 0.8 0.8

rzęd 8 2 0.8 0.7 1 1

rzęd 9 4 0.7 0.6 1 1

Z < 1 Z < 1/beta Z < Norm

R < 1 R < 1/beta R < Norm

Własne omega: 0.8 -> Z -> R

Wg PN tab.17 przy zginaniu przyjmuje się tylko 3 rzędy śrub

1/beta Górn = 0.709, 1/beta Dół = 0.786

Siły w osi ciężkości styku: Mo=596.8 kNm, Vo=1213 kN, No=678 kN, miód eYo=-85.8 mm

..... Nośność śrub:

As=459 mm², Av=572.56 mm², Rm=1040 MPa, Re=940 MPa

SRT=min {0.65*Rm*As; 0.85*Re*As}, SRT=310.3 kN

SRr=0.85*SRT, SRr=263.7 kN, SRv=0.45*Rm*Av, SRv=268 kN

SRs=alfas*u*(SRT-St)*m (wzór z tab.16 normy), SRs=73.6 kN dla Stmax=126.2kN

Siła sprężająca So=0.75*Rm*As, So=334.2 kN

..... Blacha czołowa (warunki dla śrub górnych):

Grubość blachy czołowej t=35 >= 27.4=tmin w wzoru (83) - OK warunek spełniony

..... Współczynnik efektu dźwigni beta dla śrub górnych:

beta=2.67/tmin, beta=1.41, dla śrub górnych nie zachodzi efekt dźwigni.

..... Nośność połączenia na zginanie od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

MRj=SRT*suma(mi*wi*yi) wzór (89), MRj=1125.1 kNm

M=596.8 <= 1125.1=MRj - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 53%

..... Nośność na poślizg styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

VRs=Suma(ni*SRSi), gdzie ni - liczba śrub w poszczególnych rzędach a SRSi z normy tab.16

VRs=1227.7 kN

V=1213 <= 1227.7=VRs - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 98.8%

..... Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym zerwania łączników

NRT=Suma(SRTi*ni*wti) (wzór 87), NRT=4344 kN

N=678 <= 4344=NRT - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 15.6%

..... Obliczenia nośności spoin:

Geometria spoin: A=247.23 cm², Av=76.08 cm², Jx=212039.6 cm⁴, WxD=-6548.1 cm³, WxG=4029.8 cm³

Napężenia [MPa]: Tau=V/Av=159.4, Sigma(M)D=-91.1, Sigma(M)G=148.1, Sigma(N)=N/A=27.4

SigmaMax=Sigma(M)+Sigma(N)=175.5 MPa, SigmaProst=TauProst=124.1 MPa

Obliczenia spoin przeprowadzono jak dla spoin pachwinowych, obowiązuje wzór (93):

Kappa=0.85 dla stali o Re=335 MPa

Warunek (93)=315.6 MPa > 285 MPa = fd - ŻLE warunek nie spełniony, wykorzystanie w 110.7%

SigmaProstpad=124.1 MPa <= 285 MPa = fd - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 43.6%

N2. Tu definiuje się kategorię połączenia oraz współczynnik tarcia. Można też wywołać okno informacyjne z tab.Z2-1 normy z informacją o wsp. tarcia.



OK

Cancel

Instrukcja w PDF

Tablica Z2-1 normy PN-90-B-03200

Rodzaj i sposób przygotowania powierzchni ¹⁾		Współczynnik tarcia, u
Nie malowana ²⁾	Powierzchnia bez specjalnego przygotowania, nie zaoliwiona	0,2
	Oczyszczenie ręczne szczotką drucianą z usunięciem zardzy i rdzy	0,3
	Opalanie płomieniem acetylenowo-tlenowym	0,4
	Śrutowanie lub piaskowanie	0,45
Malowana natryskowo (po śrutowaniu lub piaskowaniu)	Powłoka krzemianowo-cynkowa alkaliczna o grubości 60 ± 80 mikrometrów	0,2
	Powłoka krzemianowo-cynkowa "KORSIL" o grubości $60 \pm 80 \mu\text{m}$	0,45 ³⁾
Metalizowana (po śrutowaniu lub piaskowaniu)	Cynkowanie ogniowe	0,1 (0,3) ⁴⁾
	Natrysk cynku o grubości $50 \pm 70 \mu\text{m}$	0,25 (0,4) ⁴⁾
	Natrysk aluminium o grubości $\geq 50 \mu\text{m}$	0,5

¹⁾ W przypadku połączeń, które wymagają specjalnych zabiegów wykonawczych warunki techniczne wykonania i odbioru powinny być uzgodnione z wykonawcą. W uzasadnionych przypadkach zaleca się eksperymentalną weryfikację skuteczności metod wykonawczych na budowie.
²⁾ Wykonanie połączenia bezpośrednio po przygotowaniu powierzchni.
³⁾ Przy malowaniu pędzlem $u = 0,40$
⁴⁾ Przy obciążeniu statycznym można przyjąć wartości podane w nawiasach.



Slajd instruktażowy
pokazujący normowe
współczynniki tarcia z tab. Z2-1 normy

OK

Sprawdzenie nośności połączenia wg PN-90/B-03200

Wartości obliczeniowe sił [kN, kNm]

M 655 V 1213 N 678 wsp. obc. 1.15

Slajd instrukcja

Rodzaj połączenia:

Kat. E ☒ Sprężane ☐ Obc. dyn.

Wsp. tarcia u: 0.4

Info z tablicy Z2-1:

Liczba śrub do obliczeń i współczynniki rozdziału

n_i – liczba śrub przyjęta do obliczeń w rzędzie i

zginanie rozciąganie

n_i ω_{ti} ω_{ri} ω_{ti} ω_{ri}

rzęd 1 4 0.7 0.6 1 1

rzęd 2 4 0.8 0.7 1 1

rzęd 3 0 0.8 0.7 0.8 0.8

rzęd 4 0 0 0 0 0

rzęd 5 0 0 0 0 0

.....

rzęd 6 0 0 0 0 0

rzęd 7 0 0.8 0.7 0.8 0.8

rzęd 8 2 0.8 0.7 1 1

rzęd 9 4 0.7 0.6 1 1

Z < 1 Z < 1/beta Z < Norm

R < 1 R < 1/beta R < Norm

Własne omega: 0.8 -> Z -> R

Wg PN tab.17 przy zginaniu przyjmuje się tylko 3 rzędy śrub

1/beta Góra = 0.709, 1/beta Dół = 0.786

Siły w osi ciężkości styku: $M_o=596.8$ kNm, $V_o=1213$ kN, $N_o=678$ kN, $e_{Yo}=-85.8$ mm

..... $A_s=459$ mm², $A_v=572.56$ mm², $R_m=1040$ MPa, $R_e=940$ MPa

$S_{Rtmin}=0.65 \cdot S_{Rt}$ (z wyjątkiem śrub z gwintem z wyjątkiem śrub z gwintem z wyjątkiem śrub z gwintem)

$S_{Rt}=0.85 \cdot S_{Rt}$, $S_{Rt}=263.7$ kN, $S_{Rv}=0.45 \cdot R_m \cdot A_v$, $S_{Rv}=268$ kN

$S_{Rs}=alpha \cdot u \cdot R_e \cdot S_{Rt}$, $S_{Rs}=1125.1$ kN, $S_{Rs}=1125.1$ kN

Siła sprężająca $S_o=0.75 \cdot R_m \cdot A_s$, $S_o=334.2$ kN

..... E_{la} (moduł Younga) = 210000 MPa

Grubość blachy czołowej $t=35$ mm, $t=35$ mm, $t=35$ mm - OK warunek spełniony

..... W_{s1} (moment bezwładności) = 1125.1 kNm, $W_{s1}=1125.1$ kNm

$beta=2.67$, t_{min} , $beta=1.41$, dla śrub górnych nie zachodzi efekt dźwigni

..... W_{s2} (moment bezwładności) = 1125.1 kNm, $W_{s2}=1125.1$ kNm

$MRj=S_{Rt} \cdot \sum(n_i \cdot w_i^2)$ (wzór 83), $MRj=1125.1$ kNm

$M=596.8$ kNm <= 1125.1 kNm - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 53%

..... Nośność na rozwarcie styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

Przy braku efektu dźwigni obowiązuje wzór (90)

$MRr=743.5$ kNm (z wzoru 90)

$Mk=519$ kNm <= 743.5 kNm - OK warunek II stanu granicznego spełniony, wykorzystanie w 69.8%

..... Nośność na poślizg styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

$VRs=\sum(n_i \cdot S_{Rt})$, gdzie n_i – liczba śrub w poszczególnych rzędach a S_{Rt} z normy tab.16

$VRs=1227.7$ kN

$V=1213$ kN <= 1227.7 kN - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 98.8%

..... Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym zerwania łączników ----

$N_{Rt}=\sum(n_i \cdot S_{Rt})$ (wzór 87), $N_{Rt}=4344$ kN

$N=678$ kN <= 4344 kN - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 15.6%

..... Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym rozwarcia styku ----

$N_{Rr}=\sum(n_i \cdot S_{Rt} \cdot w_i)$ (wzór 87), $N_{Rr}=3692.4$ kN

$Nk=589.6$ kN <= 3692.4 kN - OK warunek II stanu granicznego spełniony, wykorzystanie w 16%

..... Obliczenia nośności spoin: ----

Geometria spoin: $A=247.23$ cm², $A_v=76.08$ cm², $J_x=212039.6$ cm⁴, $W_{xD}=6548.1$ cm³, $W_{xG}=4029.8$ cm³

Napężenia [MPa]: $Tau=V/A_v=159.4$, $Sigma(M)D=-91.1$, $Sigma(M)G=148.1$, $Sigma(N)=N/A=27.4$

$SigmaMax=Sigma(M)+Sigma(N)=175.5$ MPa, $SigmaProst=TauProst=124.1$ MPa

Obliczenia spoin przeprowadzono jak dla spoin pachwinowych, obowiązuje wzór (93):

$Kappa=0.85$ dla stali o $R_e=335$ MPa

Warunek (93): 315.6 MPa > 285 MPa = f_d - ŻŁE warunek nie spełniony, wykorzystanie w 110.7%

$SigmaProstpadle=124.1$ MPa <= 285 MPa = f_d - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 43.6%



OK

Cancel

Instrukcja w PDF

Sprawdzenie nośności połączenia wg PN-90/B-03200

Wartości obliczeniowe sił [kN, kNm]

M 655 V 1213 N 678 wsp. obc. 1.15

Slajd instrukcja

Rodzaj połączenia:

Kat. F ☒ Sprężane ☒ Obc. dyn.

Wsp. tarcia u: 0.4

Info z tablicy Z2-1:

Liczba śrub do obliczeń i współczynniki rozdziału

n_i – liczba śrub przyjęta do obliczeń w rzędzie i

		zginanie		rozciąganie	
	n_i	ω_{ti}	ω_{ri}	ω_{ti}	ω_{ri}
rzęd 1	4	0.7	0.6	1	1
rzęd 2	4	0.8	0.7	1	1
rzęd 3	0	0.8	0.7	0.8	0.8
rzęd 4	0	0	0	0	0
rzęd 5	0	0	0	0	0
rzęd 6	0	0	0	0	0
rzęd 7	0	0.8	0.7	0.8	0.8
rzęd 8	2	0.8	0.7	1	1
rzęd 9	4	0.7	0.6	1	1

Z < 1

Z < 1/beta

Z < Norm

R < 1

R < 1/beta

R < Norm

Własne omega:

0.8

-> Z

-> R

Wg PN tab.17 przy zginaniu przyjmuje się tylko 3 rzędy śrub

1/beta Góra = 0.709, 1/beta Dół = 0.786

Siły w osi ciężkości styku: Mo=596.8 kNm, Vo=1213 kN, No=678 kN, miódśród eYo=-85.8 mm

Nośność śrub: -----

As=459 mm², A=572.5 mm², Re=520 MPa, Rm=550 MPa, nie spełniony

SRT=min {0.65*Rm*As; 0.85*Re*As}, SRT=310.3 kN

SRr=0.85*SRT, SRr=263.8 kN, SRr=126.9 kN dla SRT=126.9 kN

SRs=alfas*u*(SRT-St)*m (wzór z tab. 16 normy), SRs=73.6 kN dla Smax=126.2 kN

Siła sprężająca So=0.75*Rm*As, So=334.2 kN

----- Blacha czołowa (warunki dla śrub górnych): -----

Grubość blachy czołowej t=10 mm < 1.25*tmin z wzoru (83) - OK warunek spełniony

Grubość blachy czołowej t=10 mm > 1.25*tmin z wzoru (83) - OK warunek spełniony

Współczynniki rozdziału dla zginania: beta=2.67*tmin, beta=1.41, dla śrub górnych nie zachodzi efekt dźwigni.

Nośność na poślóg styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) -----

MRj=SRT*suma(mi*wi) wzór (89), MRj=1125.1 kNm

M=596.8 kNm <= 1125.1=MRj - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 53%

Nośność na rozciąganie styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) -----

Przy braku efektu dźwigni: N=678 kN <= 1213 kN - OK warunek spełniony

MRr=524.8 kNm (z wzoru 90)

Mo=596.8 kNm > 524.8=MRr - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 100%

Nośność na poślóg styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) -----

VRs=Suma(ni*Si) wzór (91), VRs=1227.7 kN

VRs=1227.7 kN

V=1213 kN <= 1227.7=VRs - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 98.8%

Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym zerwania łączników -----

NRT=Suma(SRr)

N=678 kN <= 4344=NRT - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 15.6%

Nośność na poślóg styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) -----

NRr=Suma(SRr*wi) wzór (87), NRr=2606.4 kN

No=678 kN <= 2606.4=NRr - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 26%

Obliczenia nośności spoin: -----

Geometria spoin: A=247.23 cm², Av=76.08 cm², Jx=212039.6 cm⁴, WxD=6548.1 cm³, WxG=4029.8 cm³

Napężenia [MPa]: Tau=V/Av=159.4, Sigma(M)D=91.1, Sigma(M)G=148.1, Sigma(N)=N/A=27.4

SigmaMax=Sigma(M)+Sigma(N)=175.5 MPa, SigmaProst=TauProst=124.1 MPa

Obliczenia spoin przeprowadzono jak dla spoin pachwinowych, obowiązuje wzór (93):

Kappa=0.85 dla stali o Re=335 MPa

Warunek (93)=315.6 MPa > 285 MPa = fd - ŻŁE warunek nie spełniony, wykorzystanie w 110.7%



OK

Cancel

Instrukcja w PDF

Sprawdzenie nośności połączenia wg PN-90/B-03200

Wartości obliczeniowe sił [kN, kNm]

M 655 V 1213 N 678 wsp. obc. 1.15

Slajd instrukcja

Rodzaj połączenia:

N4. W prawym panelu

na bieżąco pojawiają się
wyniki obliczeń zależnych
od kategorii połączenia.

Warunki poprawne
wyświetlane są na zielono.

Warunki błędne
wyświetlane są na
czerwono

	n_i	ω_{ti}	ω_{ri}	ω_{ti}	ω_{ri}
rzad 1	4	0.7	0.6	1	1
rzad 2	4	0.7	0.6	1	1
rzad 4	0	0	0	0	0
rzad 5	0	0	0	0	0
rzad 6	0	0	0	0	0
rzad 7	0	0.7	0.6	0.8	0.8
rzad 9	4	0.7	0.6	1	1

Z < 1

Z < 1/beta

Z < Norm

R < 1

R < 1/beta

R < Norm

Własne omega:

0.8

-> Z

-> R

Wg PN tab.17 przy zginaniu przyjmuje się tylko 3 rzędy śrub

1/beta Góra = 0.709, 1/beta Dół = 0.786



OK

Cancel

Instrukcja w PDF

Siły w osi ciężkości styku: Mo=596.8 kNm, Vo=1213 kN, No=678 kN, środek eYo=-85.8 mm

----- Nośność śrub: -----

As=459 mm², Av=572.56 mm², Rm=1040 MPa, Re=940 MPa

SRT=min [0.65*Rm*As; 0.85*Re*As], SRT=310.3 kN

SRr=0.85*SRT, SRr=186.2 kN, SRv=0.45*Rm*Av, SRv=268 kN

SRs=alfas*u*(SRT-Stj)*m (wzór z tab.16 normy), SRs=73.6 kN dla Stmax=126.2kN

Siła sprężająca So=0.75*Rm*As, So=334.2 kN

----- Blacha czy ława (warunki dla śrub górnych): -----

Grubość blachy czy ławy t=35 < 45=1.62*tmin z wzoru (82) dla c=26.62 - ŻŁE warunek nie spełniony

Grubość blachy czy ławy t=35 >= 34.2=1.25*tmin z wzoru (83) - OK warunek spełniony

----- Współczynnik efektu dźwigni beta dla śrub górnych: -----

beta=2.67*tmin, beta=1.41, dla śrub górnych nie zachodzi efekt dźwigni.

----- Nośność połączenia na zginanie od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

MRj=SRT*suma(mi*wi*yi) wzór (89), MRj=1125.1 kNm

M=596.8 <= 1125.1=MRj - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 53%

----- Nośność na rozwarcie styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

Przy braku efektu dźwigni obowiązuje wzór (90)

MRr=524.8 kNm (z wzoru 90)

M=596.8 > 524.8=MRr - ŻŁE warunek i stanu granicznego nie spełniony, wykorzystanie w 113.7%

----- Nośność na poślizg styku od momentu dodatniego (śruby górne rozciągane) ----

VRs=Suma(ni*SRSi), gdzie ni - liczba śrub w poszczególnych rzędach a SRSi z normy tab.16

VRs=1227.7 kN

V=1213 <= 1227.7=VRs - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 98.8%

----- Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym zerwania łączników -----

NRT=suma(SRTi*ni*wti) (wzór 87), NRT=4344 kN

N=678 <= 4344=NRT - OK warunek spełniony, wykorzystanie w 15.6%

----- Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym rozwarcia styku -----

NRr=suma(SRTi*ni*wti) (wzór 87), NRr=2606.4 kN

No=678 <= 2606.4=NRr - OK warunek i stanu granicznego spełniony, wykorzystanie w 26%

----- Obliczenia nośności spoin: -----

Geometria spoin: A=247.23 cm², Av=76.08 cm², Jx=212039.6 cm⁴, WxD=6548.1 cm³, WxG=4029.8 cm³

Napężenia [MPa]: Tau=V/Av=159.4, Sigma(M)D=91.1, Sigma(M)G=148.1, Sigma(N)=N/A=27.4

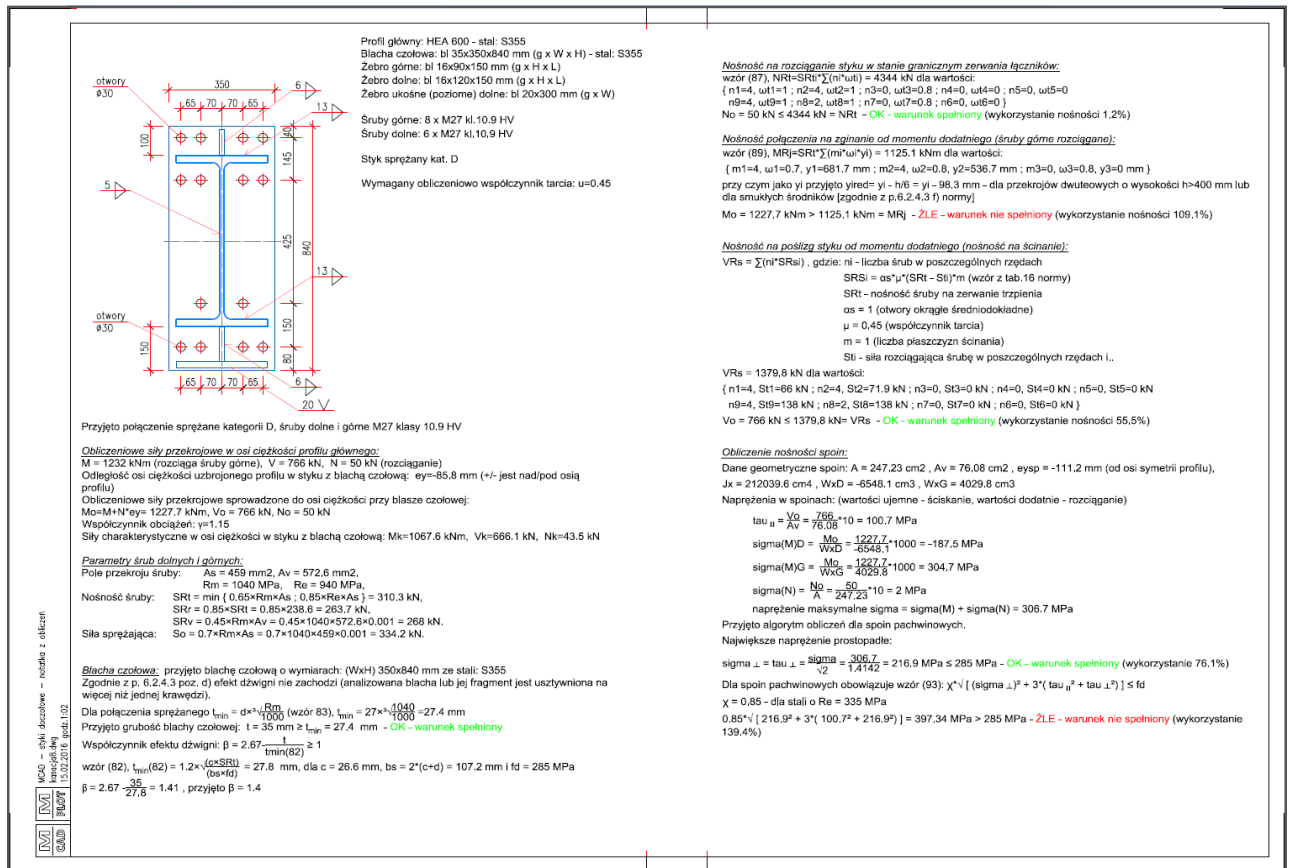
SigmaMax=Sigma(M)+Sigma(N)=175.5 MPa, SigmaProst=TauProst=124.1 MPa

Obliczenia spoin przeprowadzono jak dla spoin pachwinowych, obowiązuje wzór (93):

Kappa=0.85 dla stali o Re=335 MPa

Warunek (93)=315.6 MPa > 285 MPa = fd - ŻŁE warunek nie spełniony, wykorzystanie w 110.7%

Przykładowa notatka z obliczeń wygenerowana w pliku dwg:



3. Warunki obliczeniowe nośności i użytkowania obliczane przez program SSD:

3.1. Obliczanie wymaganej grubości blachy czołowej:

Dobór grubości blachy i parametrów styku obliczany jest na podstawie śrub, które rozciągane są momentem zginającym. Moment rozciągający śruby górne ma wartość dodatnią a rozciągający śruby dolne ma wartość ujemną.

Jeśli w styku doczołowym panuje głównie siła rozciągająca a połączenie jest niesymetryczne to należy wprowadzić w obliczeniach moment zginający o niewielkiej wartości i odpowiednim znaku, żeby algorytm obliczeniowy przeprowadzony został dla właściwych śrub (górnych lub dolnych)

3.1.1. Połączenia sprężane kategorii D, E i F przy obciążeniach statycznych:

Grubość minimalna blachy czołowej obliczana jest z wzoru:

$$t_{\min} = t_{\min}(83) = d \sqrt[3]{R_m/1000} - \text{wzór (83) normy}$$

3.1.2. Połączenia niesprężane kategorii D przy obciążeniach statycznych:

Grubość minimalna blachy czołowej obliczana jest z wzoru:

$$t_{\min} = t_{\min}(82) = 1.2 \sqrt{\frac{c S_{Rt}}{b_s f_d}} - \text{wzór (82) normy, gdzie:}$$

c - odległość między brzegiem otworu na śrubę a krawędzią spoiny lub początku wyokrąglenia profilu

b_s - szerokość współpracująca: b_s ≤ 2*(c+d), gdzie d - średnica śruby

S_{Rt} - nośność śrub na zerwanie trzpienia w analizowanej strefie styku

f_d - wytrzymałość obliczeniowa stali blachy czołowej

3.1.3. Połączenia kategorii D, E i F przy obciążeniach dynamicznych:

Grubość minimalna blachy czołowej obliczana jest z warunku:

$$t_{\min} = \max \{ 1.62 * t_{\min}(82) ; 1.25 * t_{\min}(83) \}$$

3.2. Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym zerwania łączników - I stan graniczny nośności:

$$N_{Rt} = S_{Rti} * \sum (n_i * w_{ti}) - \text{wzór (87) normy, gdzie:}$$

n_i - liczba śrub w poszczególnych rzędach górnych i dolnych

w_{ti} - współczynniki rozdziału dobierane przez program automatycznie na podstawie rys. 17 lub wprowadzone indywidualnie przez Użytkownika

S_{Rti} - nośność śrub na zerwanie trzpienia w poszczególnych rzędach styku

3.3. Nośność na rozciąganie styku w stanie granicznym rozwarcia styku:

$$N_{Rr} = S_{Rri} * \sum (n_i * w_{ri}) - \text{wzór (87) normy, gdzie:}$$

n_i - liczba śrub w poszczególnych rzędach górnych i dolnych

w_{ri} - współczynniki rozdziału dobierane przez program automatycznie na podstawie rys. 17 lub wprowadzone indywidualnie przez Użytkownika

S_{Rri} - nośność śrub na zerwanie trzpienia w strefie styku rozciąganej

momentem zginającym (strefa górna lub dolna) w stanie granicznym rozwarcia styku

3.4. Nośność na zginanie styku - I stan graniczny nośności:

$M_{Rj} = S_{Rt} \cdot \sum (m_i \cdot \omega_i \cdot y_i)$ - wzór (89) normy, gdzie:

m_i - liczba śrub w poszczególnych rzędach rozciąganych śrub
 ω_i - współczynniki rozdziału dobierane przez program automatycznie na podstawie tab. 17 lub wprowadzone indywidualnie przez Użytkownika
 S_{Rt} - nośność śrub na zerwanie trzpienia w strefie styku rozciąganej momentem zginającym (strefa górna lub dolna)
 y_i - odległości poszczególnych rzędów śrub od potencjalnej osi obrotu styku (dobierana przez program ściśle wg zapisów normowych)

3.5. Nośność na zginanie w stanie granicznym rozwarcia styku:

3.5.1. W przypadku braku efektu dźwigni w styku:

$M_{Rr} = S_{Rr} \cdot \sum (m_i \cdot \omega_{ri} \cdot y_i^2 / y_{\max})$ - wzór (90) normy

3.5.2. W przypadku gdy zachodzi efekt dźwigni w styku:

$M_{Rr} = S_{Rr} \cdot (m_1 \cdot \omega_{r1} \cdot y_1 + \sum (m_i \cdot \omega_{ri} \cdot y_i^2 / y_2))$ - wzór (91) normy

gdzie: m_i - liczba śrub w poszczególnych rzędach rozciąganych śrub
 ω_{ri} - współczynniki rozdziału dobierane przez program automatycznie na podstawie tab. 17 lub wprowadzone indywidualnie przez Użytkownika
 S_{Rr} - nośność śrub na zerwanie trzpienia w strefie styku rozciąganej momentem zginającym (strefa górna lub dolna) w stanie granicznym rozwarcia styku
 y_i - odległości poszczególnych rzędów śrub od potencjalnej osi obrotu styku (dobierana przez program ściśle wg zapisów normowych).

UWAGA.

Efekt dźwigni zachodzi, gdy występuje w styku zewnętrzny szereg śrub (powyżej lub poniżej profilu głównego) oraz jednocześnie brak na zewnątrz profilu pionowego żebra usztywniającego blachę czołową.

3.6. Nośność na poślizg styku sprężonego (nośność na ścinanie) - I stan graniczny nośności:

$V_{Rs} = \sum (n_i \cdot S_{Rsi})$, gdzie:

n_i - liczba śrub w poszczególnych rzędach

$S_{Rsi} = \alpha_s \cdot \mu \cdot (S_{Rt} - S_{ti}) \cdot m$ (wzór z tab.16 normy)

S_{Rt} - nośność śruby na zerwanie trzpienia

$\alpha_s = 1$ (otwory okrągłe średniokładne)

μ = współczynnik tarcia definiowany przez Użytkownika

$m = 1$ (liczba płaszczyzn ścinania)

Sti - siła rozciągająca śrubę w poszczególnych rzędach i..

- Program liczy poślizg styku dla zespołu wszystkich śrub.
- Przyjęto założenie, że cała siła poprzeczna przenoszona jest przez tarcie między blachami czołowymi styku.
- Obliczana jest nośność na poślizg dla każdego rzędu śrub osobno w styku a następnie jako łączną nośność na poślizg całego styku obliczana jest suma nośności wszystkich rzędów śrub.
- Siła rozciągająca poszczególne śruby Sti obliczana jest przez program indywidualnie na podstawie panującej w styku siły normalnej jak i momentu zginającego, przy czym siła normalna ściskająca połączenie jest ignorowana i do obliczeń przyjmowana jest wartość $N=0$.
- Program rozdziela siłę normalną rozciągającą na poszczególne rzędy śrub proporcjonalnie do nośności śrub górnych i dolnych w zależności od wartości SR_{ti} poszczególnych śrub. Wynikiem tego są wartości sił określone jako $Sti(N)$
- Rozdział siły rozciągającej od działania momentu zginającego przeprowadzany jest na podstawie zdefiniowanych współczynników rozdziału ω_{ti} dla zginania. Wynikiem tego są wartości sił określone jako $Sti(M)$. Strefa styku ściskana momentem zginającym ma wartości $Sti(M)=0$
- Sumaryczna siła Sti w pojedynczej śrubie w rzędzie i obliczana jest z wzoru: $Sti = Sti(M) + Sti(N)$

3.7. Nośność na ścinanie dla styku nie sprężonego - I stan graniczny nośności:

W przypadku styku nie sprężonego zgodnie z zapisem normowym obliczona będzie nośność na ścinanie śruby maksymalnie wyjętej zgodnie z wzorem:

$(St/S_{Rt})^2 + (Sv/S_{Rv})^2 \leq 1$ - wzór (74) normy, gdzie:

St - maksymalna siła normalna w analizowanej śrubie

Sv - maksymalna siła poprzeczna w analizowanej śrubie

S_{Rt} - nośność śruby na zerwanie trzpienia

S_{Rv} - nośność śruby na ścięcie trzpienia

Siły poprzeczną V_o i normalną N_o rozdzielono na pojedyncze śruby proporcjonalnie do nośności na ścinanie i rozciąganie, niezależnych dla śrub dolnych i górnych z warunków:

$V_{max} = nG * SR_{vG} + nD * SR_{vD}$ - wzór (V1) na rozdział siły poprzecznej

$N_{max} = nG * SR_{tG} + nD * SR_{tD}$ - wzór (N1) na rozdział siły normalnej

gdzie: nG i nD - liczba śrub Górnych i Dolnych

SR_{vG} i SR_{vD} - nośności na ścinanie pojedynczych śrub w [kN]

SR_{tG} i SR_{tD} - nośności na rozciąganie pojedynczych śrub w [kN]

Dla pojedynczej śruby najbardziej wyjętej:

siła poprzeczna: Sv - obliczona proporcjonalnie z wzoru (V1)

siła normalna: St = St(N) + St(M), gdzie:

St(N) - obliczona proporcjonalnie z wzoru (N1)

St(M) - maksymalna siła rozciągająca w śrubie od działania momentu zginającego obliczona na podstawie przyjętych współczynników rozdziału oraz odległości yi dla poszczególnych rzędów śrub od potencjalnej osi obrotu

3.8. Nośność spoin:

Możliwe jest zadanie w styku spoin czołowych i pachwinowych. Warunki grubości normowych spoin obliczane są na bieżąco podczas wprowadzania danych. Informacja o spoinach za małych jak i za dużych jest podawana w głównym oknie dialogowym programu.

Podczas obliczeń program oblicza parametry geometryczne układu spoin:

- A - całkowite pole powierzchni spoin
- Av - pole powierzchni spoin przenoszących siłę poprzeczną
- Jx - moment bezwładności spoin
- WxD - dolny wskaźnik wytrzymałości spoin
- WxG - górny wskaźnik wytrzymałości spoin
- eyo - położenie osi obojętnej od osi symetrii profilu głównego w mm

Nośność spoin czołowych obliczana jest na podstawie wzoru:

$$\sqrt{(\sigma / \alpha_{\perp})^2 + (\tau / \alpha_{\parallel})^2} \leq f_d - \text{wzór (93) normy}$$

Nośność spoin pachwinowych obliczana jest na podstawie wzoru:

$$\chi \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq f_d - \text{wzór (92) normy}$$

O wyborze, czy spoiny będą liczone jako pachwinowe czy czołowe decydują spoiny pasów. W przypadku, gdy pasy będą spawane czołowo a środnik pachwinowo program obliczy spoiny jak czołowe z wzoru (93) normy przyjmując współczynnik α_{\parallel} środnika jak dla spoiny pachwinowej.

4. Kategorie połączeń - warunki obliczeniowe

4.1. Połączenia sprężane kategorii D:

- Nośność na rozciąganie styku w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.2
- Nośność na zginanie styku od momentu dodatniego lub ujemnego w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.4
- Nośność na poślizg styku (nośność na ścinanie) w I stanie granicznym nośności wg p.3.6
- Nośność spoin wg p.3.8

4.2. Połączenia niesprężane kategorii D:

- Nośność na rozciąganie styku w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.2
- Nośność na zginanie styku od momentu dodatniego lub ujemnego w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.4

- Nośność na ścinanie dla styku nie sprężonego - I stan graniczny wg p.3.7
- Nośność spoin wg p.3.8

4.3. Połączenia sprężane kategorii E:

- Nośność na rozciąganie styku w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.2.2
- Nośność na rozciąganie styku w II stanie granicznym rozwarcia styku wg p.3.3
- Nośność na zginanie styku od momentu dodatniego lub ujemnego w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.4
- Nośność na zginanie styku od momentu dodatniego lub ujemnego w II stanie granicznym rozwarcia styku wg p.3.5
- Nośność na poślizg styku (nośność na ścinanie) w I stanie granicznym nośności wg p.3.6
- Nośność spoin wg p.3.8

4.4. Połączenia sprężane kategorii F:

- Nośność na rozciąganie styku w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.2
- Nośność na rozciąganie styku w I stanie granicznym rozwarcia styku wg p.3.3
- Nośność na zginanie styku od momentu dodatniego lub ujemnego w I stanie granicznym zerwania łączników wg p.3.4
- Nośność na zginanie styku od momentu dodatniego lub ujemnego w I stanie granicznym rozwarcia styku wg p.3.5
- Nośność na poślizg styku (nośność na ścinanie) w I stanie granicznym nośności wg p.3.6
- Nośność spoin wg p.3.8