forGeo
rozwiązania dla geotechniki

PaleZbrojenie wersja 5.0

Program **PaleZbrojenie** służy do obliczania nośności konstrukcyjnej trzonu żelbetowych pali fundamentowych o przekroju okrągłym i kwadratowym.

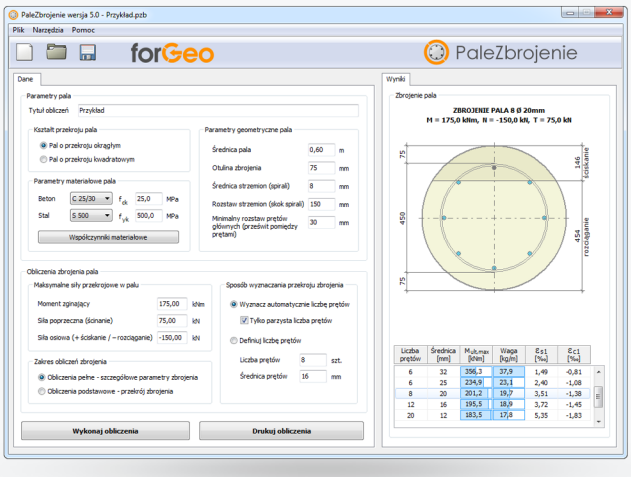
Obliczanie zbrojenia pala w zależności od siły poprzecznej, siły osiowej oraz momentu zginającego zgodnie z Eurokodem 2.

Zakres obliczeń

Program służy do obliczania **nośności konstrukcyjnej** trzonu żelbetowych pali fundamentowych o przekroju okrągłym i kwadratowym w zależności od siły poprzecznej, siły osiowej oraz momentu zginającego. Obliczenia obejmują zbrojenie główne pala, strzemiona (spiralę) oraz betonowy trzon pala.

Obliczenia zbrojenia głównego przeprowadzane są wariantowo, jednocześnie dla różnych średnic prętów zbrojeniowych. Umożliwia to optymalny dobór rodzaju zbrojenia. Program automatycznie wyznacza wymaganą liczbę prętów zbrojenia głównego.

Obliczenia zbrojenia poprzecznego obejmują analizę rozstawu strzemion (dopuszczalnego skoku spirali) w odniesieniu do wytrzymałości przekroju pala na ścinanie.



Metoda obliczeń

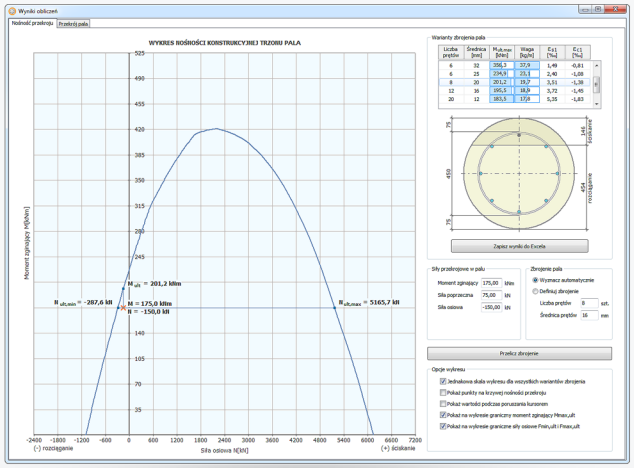
Obliczenia zbrojenia przeprowadzane są zgodnie z **Eurokodem 2**.

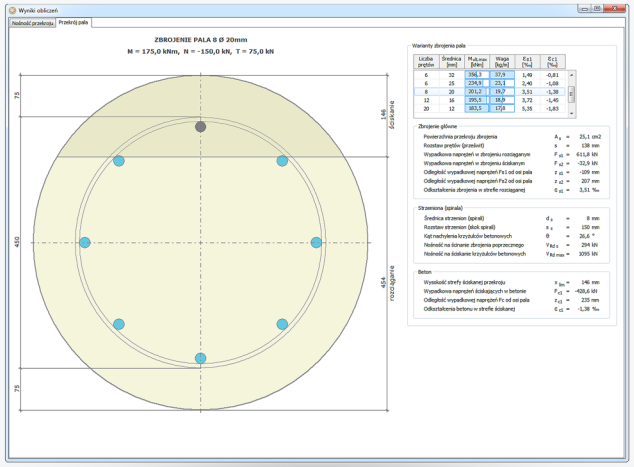
Do wymiarowania zbrojenia głównego zastosowano **model odkształceniowy** z uwzględnieniem nieliniowych związków pomiędzy odkształceniami a naprężeniami w strefie ściskanej. Odkształcenia w stali zbrojeniowej oraz w betonie porównywane są z normowymi wartościami granicznymi.

Obliczenia strzemion (spirali) obejmują porównanie siły poprzecznej w palu z siłami granicznymi. Wyznaczana jest siła graniczna ze względu na zbrojenie oraz ze względu na nośność ukośnych krzyżulców betonowych.

Prezentacja wyników

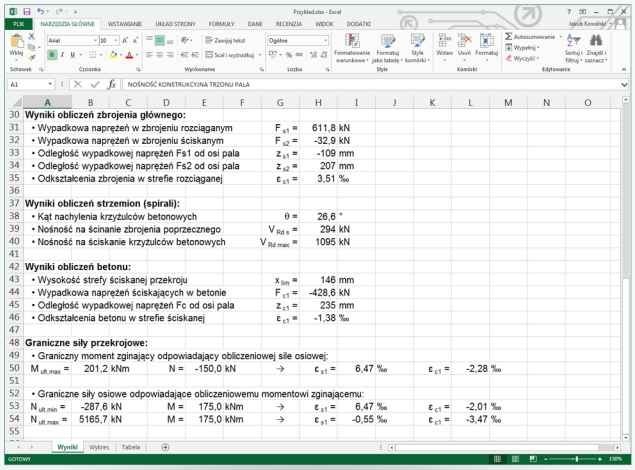
- Prezentowane jest zestawienie wariantów zbrojenia zawierające **wymaganą liczbę prętów w zależności od ich średnicy** wraz z wartościami odkształceń w stali i betonie. W tabeli graficznie prezentowany jest **stopień wykorzystania przekroju pala** (jako stosunek momentu zginającego w palu do momentu granicznego) oraz waga zbrojenia. Umożliwia to optymalny wybór rodzaju zbrojenia.
- Program umożliwia także wyświetlenie na wykresie nośności konstrukcyjnej pala **wszystkich punktów granicznych**. Prezentowane są kombinacje granicznych wartości momentu zginającego i siły osiowej wraz z odkształceniami stali i betonu.
- Dla każdego wariantu zbrojenia prezentowane są **szczegółowe wyniki obliczeń** zbrojenia głównego, strzemion i betonu pala. Na przekroju pala graficznie przedstawiana jest strefa ściskana i rozciągana. Wyniki szczegółowe obejmują między innymi wartości **naprężeń** i **odkształceń** w stali i betonie.





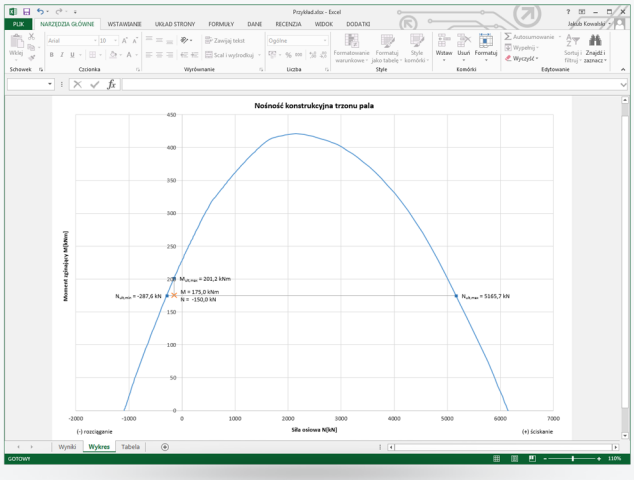
Eksport wyników do Excela

Część tekstowa eksportu obejmuje parametry pala oraz szczegółowe wyniki obliczeń zbrojenia głównego, strzemion i betonu.



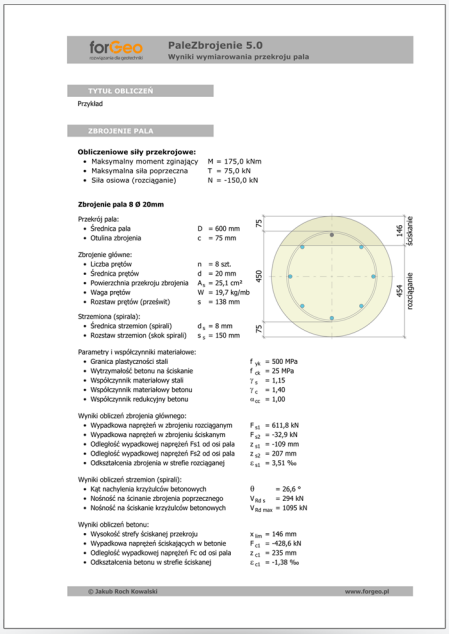
Wyniki obliczeń zbrojenia głównego:											
• Wypadkowa naprężeń w zbrojeniu rozciąganym				F_{s1} =	611,8	kN					
• Wypadkowa naprężeń w zbrojeniu ściskanym				F_{s2} =	-32,9	kN					
• Odległość wypadkowej naprężeń Fs1 od osi pala				z_{s1} =	-109	mm					
• Odległość wypadkowej naprężeń Fs2 od osi pala				z_{s2} =	207	mm					
• Odkształcenia zbrojenia w strefie rozciąganej				ε_{s1} =	3,51	‰					
Wyniki obliczeń strzemion (spirali):											
• Kąt nachylenia krzyżulców betonowych				θ =	26,6	°					
• Nośność na ścinanie zbrojenia poprzecznego				$V_{Rd\,s}$ =	294	kN					
• Nośność na ściskanie krzyżulców betonowych				$V_{Rd\,max}$ =	1095	kN					
Wyniki obliczeń betonu:											
• Wysokość strefy ściskanej przekroju				x_{lim} =	146	mm					
• Wypadkowa naprężeń ściskających w betonie				F_{c1} =	-428,6	kN					
• Odległość wypadkowej naprężeń Fc od osi pala				z_{c1} =	235	mm					
• Odkształcenia betonu w strefie ściskanej				ε_{c1} =	-1,38	‰					
Graniczne siły przekrojowe:											
• Graniczny moment zginający odpowiadający obliczeniowej sile osiowej:											
$M_{ult,max}$ =	201,2	kNm	N =	-150,0	kN	→	ε_{s1} =	6,47	‰	ε_{c1} =	-2,28 ‰
• Graniczne siły osiowe odpowiadające obliczeniowemu momentowi zginającemu:											
$N_{ult,min}$ =	-287,6	kN	M =	175,0	kNm	→	ε_{s1} =	6,47	‰	ε_{c1} =	-2,01 ‰
$N_{ult,max}$ =	5165,7	kN	M =	175,0	kNm	→	ε_{s1} =	-0,55	‰	ε_{c1} =	-3,47 ‰

Część graficzna eksportu obejmuje wykres nośności konstrukcyjnej trzonu pala oraz graniczne siły przekrojowe.



Wydruk wyników

Wydruk wyników obejmuje parametry pala oraz szczegółowe wyniki obliczeń zbrojenia głównego, strzemion i betonu. Dostępny jest także wydruk wykresu nośności konstrukcyjnej trzonu pala z granicznymi wartościami momentu zginającego i siły osiowej.



forGeo — PaleZbrojenie 5.0
Wyniki wymiarowania przekroju pala

TYTUŁ OBLICZEŃ
Przykład

ZBROJENIE PALA

Obliczeniowe siły przekrojowe:
- Maksymalny moment zginający M = 175,0 kNm
- Maksymalna siła poprzeczna T = 75,0 kN
- Siła osiowa (rozciąganie) N = -150,0 kN

Zbrojenie pala 8 ø 20mm

Przekrój pala:
- Średnica pala D = 600 mm
- Otulina zbrojenia c = 75 mm

Zbrojenie główne:
- Liczba prętów n = 8 szt.
- Średnica prętów d = 20 mm
- Powierzchnia przekroju zbrojenia A_s = 25,1 cm²
- Waga prętów W = 19,7 kg/mb
- Rozstaw prętów (prześwit) s = 138 mm

Strzemiona (spirala):
- Średnica strzemion (spirali) d_s = 8 mm
- Rozstaw strzemion (skok spirali) s_s = 150 mm

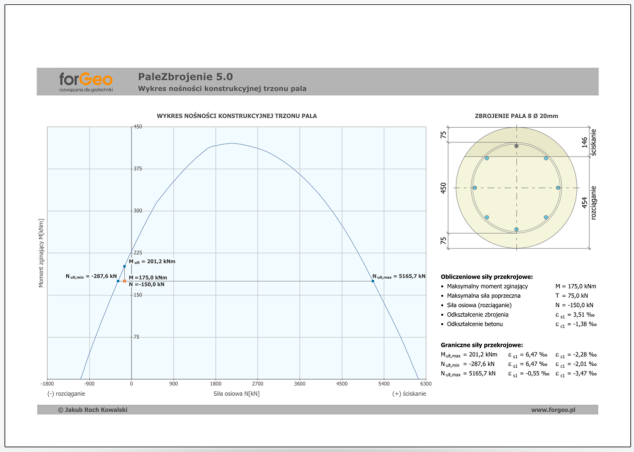
Parametry i współczynniki materiałowe:
- Granica plastyczności stali f_{yk} = 500 MPa
- Wytrzymałość betonu na ściskanie f_{ck} = 25 MPa
- Współczynnik materiałowy stali γ_s = 1,15
- Współczynnik materiałowy betonu γ_c = 1,40
- Współczynnik redukcyjny betonu α_{cc} = 1,00

Wyniki obliczeń zbrojenia głównego:
- Wypadkowa naprężeń w zbrojeniu rozciąganym F_{s1} = 611,8 kN
- Wypadkowa naprężeń w zbrojeniu ściskanym F_{s2} = -32,9 kN
- Odległość wypadkowej naprężeń Fs1 od osi pala z_{s1} = -109 mm
- Odległość wypadkowej naprężeń Fs2 od osi pala z_{s2} = 207 mm
- Odkształcenia zbrojenia w strefie rozciąganej ε_{s1} = 3,51 ‰

Wyniki obliczeń strzemion (spirali):
- Kąt nachylenia krzyżulców betonowych θ = 26,6 °
- Nośność na ścinanie zbrojenia poprzecznego $V_{Rd\,s}$ = 294 kN
- Nośność na ściskanie krzyżulców betonowych $V_{Rd\,max}$ = 1095 kN

Wyniki obliczeń betonu:
- Wysokość strefy ściskanej przekroju x_{lim} = 146 mm
- Wypadkowa naprężeń ściskających w betonie F_{c1} = -428,6 kN
- Odległość wypadkowej naprężeń Fc od osi pala z_{c1} = 235 mm
- Odkształcenia betonu w strefie ściskanej ε_{c1} = -1,38 ‰

© Jakub Roch Kowalski www.forgeo.pl



forGeo — PaleZbrojenie 5.0
Wykres nośności konstrukcyjnej trzonu pala

WYKRES NOŚNOŚCI KONSTRUKCYJNEJ TRZONU PALA
Moment zginający M[kNm]
Siła osiowa N[kN]
(-) rozciąganie
(+) ściskanie
M_ult,max = 201,2 kNm
M = 175,0 kNm
N = -150,0 kN
N_ult,min = -287,6 kN
N_ult,max = 5165,7 kN

ZBROJENIE PALA 8 ø 20mm
146 ściskanie
454 rozciąganie
450
75

Obliczeniowe siły przekrojowe:
- Maksymalny moment zginający M = 175,0 kNm
- Maksymalna siła poprzeczna T = 75,0 kN
- Siła osiowa (rozciąganie) N = -150,0 kN
- Odkształcenie zbrojenia ε_{s1} = 3,51 ‰
- Odkształcenie betonu ε_{c1} = -1,38 ‰

Graniczne siły przekrojowe:

$M_{ult,max}$ = 201,2 kNm	ε_{s1} = 6,47 ‰	ε_{c1} = -2,28 ‰
$N_{ult,min}$ = -287,6 kN	ε_{s1} = 6,47 ‰	ε_{c1} = -2,01 ‰
$N_{ult,max}$ = 5165,7 kN	ε_{s1} = -0,55 ‰	ε_{c1} = -3,47 ‰

© Jakub Roch Kowalski www.forgeo.pl