

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE
do projektu technicznego
część konstrukcyjna
przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu
zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia

Lokalizacja: ul. Mickiewicza 3, Białystok, dz. nr identyfikacji działki
206101_1.0011.1777/5, Białystok

Inwestor: Skarb Państwa – Wojewoda Podlaski, ul. Mickiewicza 3, 15-213 Białystok

1.0. Podstawa opracowania:

- projekt budowlany
- obowiązujące przepisy
- polskie normy:

PN-EN 1990 – Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1991-1-1 Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenie użytkowe w budynkach.

PN-EN 1991-1-2 Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru

PN-EN 1991-1-3 Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem

PN-EN 1991-1-4 Oddziaływania ogólne. Oddziaływanie wiatru

PN-EN 1992-1-1 Projektowanie konstrukcji z betonu. Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 1992-1-2 Projektowanie konstrukcji z betonu. Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe

PN-EN 1997-1 Projektowanie geotechniczne

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykonano w programie Robot 2018

2.0. Zebranie obciążeń

ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ - STROPODACH NAD PARTEREM (OBCIĄŻENIE ZMIENNE)				
LP.	Rodzaj obciążenia	obciążenie charakterystyczne	współczynnik obciążenia	obciążenie obliczeniowe
1	papa elastomerowa	0,01	1,00	0,01
2	warstwa spadkowa z betonu 6cm	1,5	1,00	1,50
3	folia PE	0,01	1,00	0,01
4	styropian 30-43cm	0,16	1,00	0,16
5	folia PE	0,01	1,00	0,01

S= 1,69 kN/m² S= 1,69 kN/m²

OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 1 -
-------------------------	---	-----------------

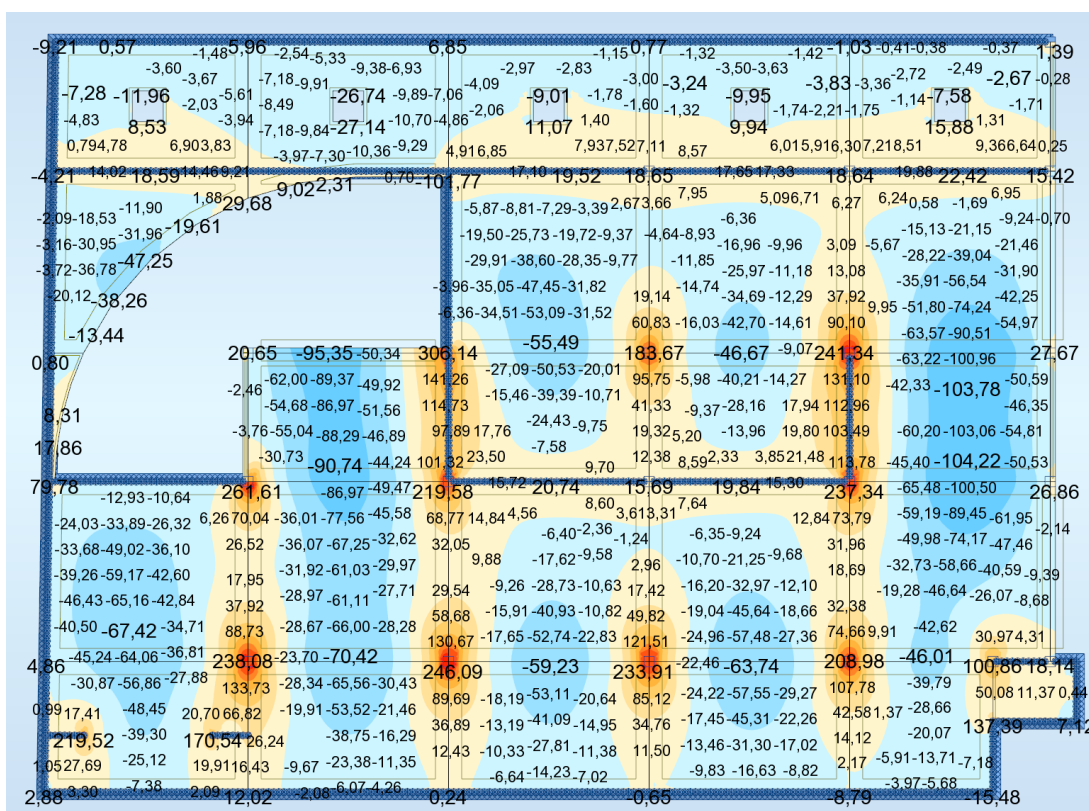
ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ - PŁYTA STROPOWA PARKINGU (OBCIĄŻENIE STAŁE)				
LP.	Rodzaj obciążenia	obciążenie charakterystyczne	współczynnik obciążenia	obciążenie obliczeniowe
1	żywica	0,02	1,00	0,02
2	posadzka gr. 6cm	1,50	1,00	1,50
S=		1,52 kN/m ²	S=	1,52 kN/m ²

W Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 lipca 2025 r. w sprawie warunków organizowania oraz wymagań, jakie powinny spełniać miejsca doraźnego schronienia w Załączniku nr 1 punkt 1 podpunkt 2b wartość oddziaływania obciążenia wyjątkowego od zagruzowania o wartości A_d powinna wynosić co najmniej 10 kN/m^2 powiększona o wartość co najmniej 5 kN/m^2 na każdą kondygnację powyżej drugiej kondygnacji nadziemnej.

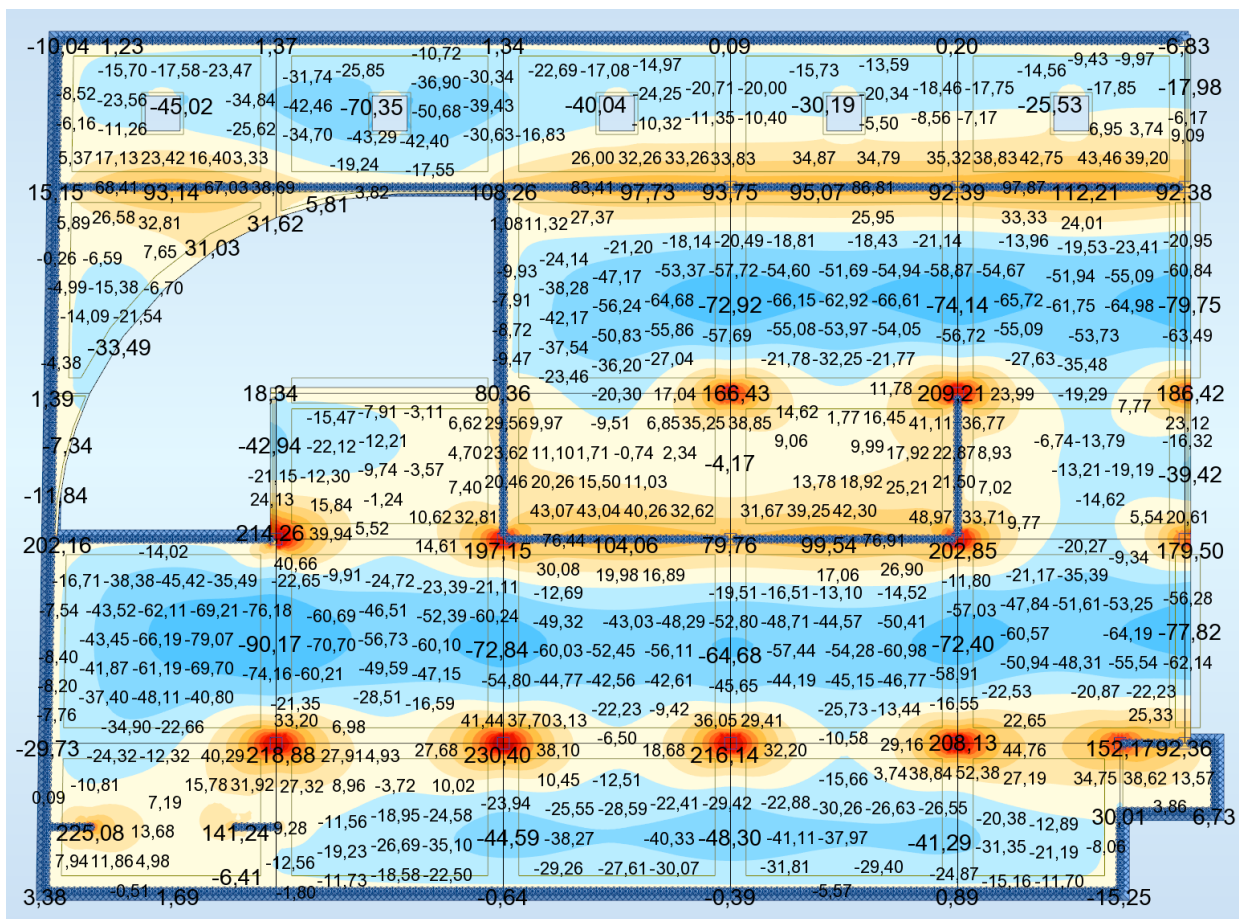
Budynek ma cztery kondygnacje nadziemne: $A_d = 10 \text{ kN/m}^2 + 1 \cdot 5 = 10 \text{ kN/m}^2 + 5 \text{ kN/m}^2 = 15 \text{ kN/m}^2$

ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ - OBCIĄŻENIE WYJĄTKOWE				
LP.	Rodzaj obciążenia	obciążenie charakterystyczne	współczynnik obciążenia	obciążenie obliczeniowe
1	obciążenie wyjątkowe	15,00	1,00	15,00
		15,00 kN/m ²	S=	15,00 kN/m ²

3.0. Obliczenie sił wewnętrznych



Wykres momentów M_{xx} od kombinacji obciążeń wyjątkowych



Wykres momentów M_{yy} od kombinacji od obciążeń wyjątkowych

4.0. Projektowane wzmocnienia stropu za pomocą taśm z włókien węglowych

4.1. Projektowane wzmocnienia stropu pomiędzy osiami 5-6

4.1.1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

4.1.1.1. Geometria

Przekrój = Płyta

Wysokość = 250 mm



4.1.1.2. Beton

OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 3 -
-------------------------	---	-----------------

Nośność betonu na ściskanie
 Nośność betonu (f_{ck}) = 25 MPa
 Próbką walcowa = 25 MPa
 Próbką kostkowa = 30 MPa

4.1.1.3. Stal zbrojeniowa

Warstwy zbrojenia

Warstwa dolna	d_1 mm	Stal f_{yk} (MPa)	E_s (MPa)	Średnica (mm)	Odległość w osiach (mm)
1.	26	(Użytkownik ($f_{yk} = 400.00$ MPa)) 400	200000	12.00	180

4.1.1.4. Współczynnik redukcyjny nośności

Zdefiniowany wg eurokodu

Beton

g_c (Trwały i przejściowy) = 1.50

g_c (Wyjątkowy) = 1.20

g_c (Pożar) = 1.00

$a_{cc} = 1.00$

Stal

g_s (Trwały i przejściowy) = 1.15

g_s (Wyjątkowy) = 1.00

g_s (Pożar) = 1.00

4.1.1.5. Współczynnik obliczeniowy dla obciążeń

Wartości wg użytkownika	Obciążenie stałe	Obciążenie zmienne
Przewidywane obciążenia	1.00	1.00
Zniszczenie wzmocnienia FRP	1.00	0.90
Warunki pożarowe	1.00	0.30
SGU, wartość charakterystyczna	1.00	1.00

4.1.2. PRZEWIDYWANE KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

4.1.2.1 Obciążenie początkowe

(Dodatnia wartość) M_i : 25.00 kN·m/m

4.1.2.2. Spodziewane obciążenia (Projektowanie wzmocnienia)

Obciążenie stałe (Dodatnia wartość) M_G : 25.00 kN·m/m

Obciążenie zmienne (Dodatnia wartość) M_Q : 30.00 kN·m/m

OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 4 -
-------------------------	---	-----------------

4.1.4. WYNIKI

4.1.4.1. Podsumowanie rezultatów

Wartości przewidywanych obciążeń dla SGN			
obciążanie	M_{Ed} (kN·m/m)	M_{Rd} (kN·m/m)	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$ ($N_{Ed} = N_{Rd}$)
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 1.00 \cdot S_Q$	55.00	94.36	Przekrój wzmocniony 94.36 kN·m/m $\geq$ 55.00 kN·m/m ✓

Niespełnione warunki dla zbrojenia w SGN			
obciążanie	M_{Ed} (kN·m/m)	M_{Rd} (kN·m/m)	$M_{Rd} \geq M_{Ed}$ ($N_{Ed} = N_{Rd}$)
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 0.90 \cdot S_Q$	52.00	54.54	Przekrój niewzmocniony 54.54 kN·m/m $\geq$ 52.00 kN·m/m ✓

Stan graniczny użytkowalności	
obciążanie	Naprężenie w momencie użytkowania / Naprężenia w SGU
$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 1.00 \cdot S_Q$	$\sigma_s \leq 0.8 \cdot f_{yk}$
	378.14 MPa $\leq$ 320.00 MPa ✗

4.1.4.2. Stan graniczny nośności

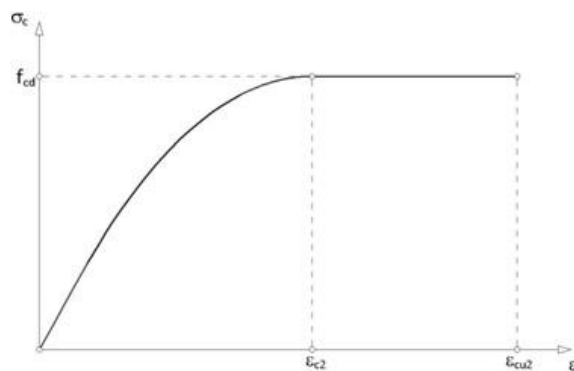
Podczas analizy przekroju w celu określenia jego obliczeniowej nośności na zginanie obowiązują następujące założenia:

Rozkład odkształceń w ściskany beton oraz odkształceń w ściskany i rozciągany zbrojeniu stalowy jest określany w oparciu o założenia płaskich przekrojów oraz braku poślizgu pomiędzy betonem a zbrojeniem

Naprężenia w ściskany beton są określane z wykresu zależności naprężenia-odkształcenia wg PN-EN 1992-1-1, rozdział 3.1.7

Z

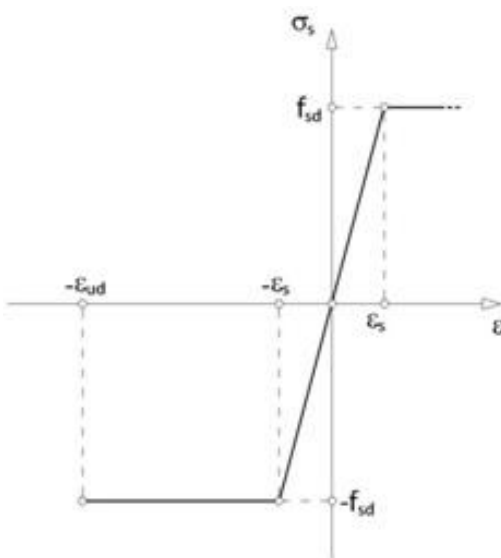
OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 5 -
-------------------------	---	-----------------



f_{cd} (MPa)	ϵ_{c2}	ϵ_{cu2}	n
16.7	0.0020	0.0035	2

Wytrzymałość betonu na rozciąganie jest pomijana

Naprężenia w zbrojeniu stalowym są określone z wykresu zależności naprężenia-odkształcenia wg PN-EN 1992-1-1, rozdział 3.2

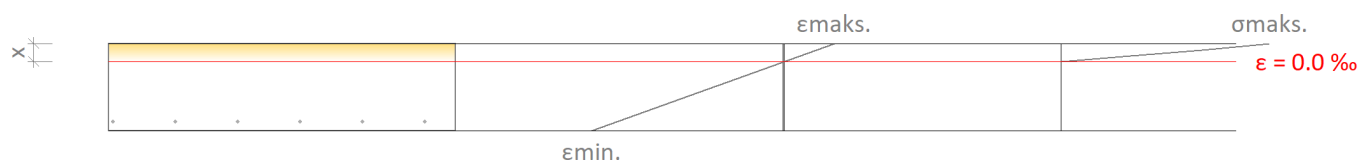


Odkształcenia w przekroju powinny uwzględniać odkształcenia w przekroju obecne w nim w momencie aplikacji wzmocnienia FRP

Naprężenia we wzmocnieniu FRP są określone przy założeniu liniowego przebiegu wykresu zależności naprężenie-odkształcenie dla FRP aż do momentu zniszczenia

OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 6 -
-------------------------	---	-----------------

Równowaga sił w przekroju. Obciążenie początkowe
 $M_i = 25.00 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$



Maksymalne i minimalne odkształcenie

$$\epsilon_{\text{maks.}} = 0.29 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{\text{min.}} = -1.11 \text{ ‰}$$

Maksymalne naprężenie w betonie

$$f_c = 4.52 \text{ MPa}$$

Odległość od osi obojętnej do ściskanej krawędzi przekroju

$$x = 52.19 \text{ mm}$$

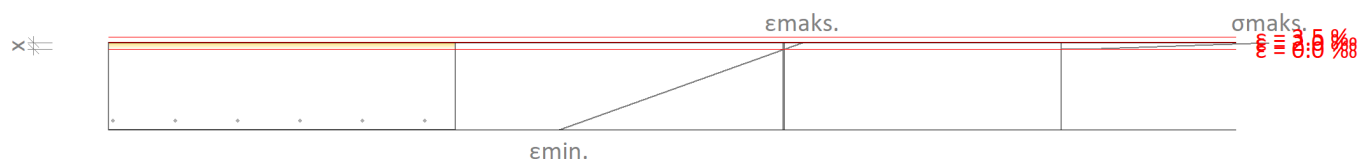
Naprężenia i odkształcenia w zbrojeniu stalowym			
Odn.	Współrzędna y (mm)	f (MPa)	ε (‰)
No. 11.55	-99	-192.79	-0.96

Zniszczenie wzmocnienia FRP. Wartość minimalnej kombinacji obciążeń, która może być przeniesiona przez niewzmocniony element.

$$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 0.90 \cdot S_Q$$

$$54.54 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \text{ } ^3 \text{ } 52.00 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \checkmark$$

$$M_{Rd} : \underline{54.54 \text{ kN}\cdot\text{m/m}}$$



Maksymalne i minimalne odkształcenie

$$\epsilon_{\text{maks.}} = 1.84 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{\text{min.}} = -22.42 \text{ ‰}$$

Maksymalne naprężenie w betonie

$$f_c = 20.69 \text{ MPa}$$

Odległość od osi obojętnej do ściskanej krawędzi przekroju

$$x = 18.93 \text{ mm}$$

Naprężenia i odkształcenia w zbrojeniu stalowym			
Odn.	Współrzędna y (mm)	f (MPa)	ε (‰)
No. 11.55	-99	-400.00	-19.90

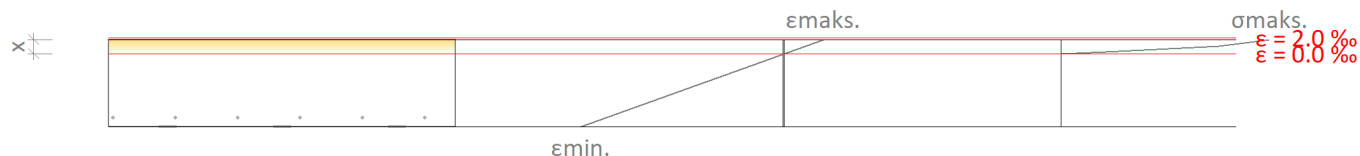
Wzmocniony przekrój i spodziewane obciążenia.

OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 7 -
-------------------------	---	-----------------

$$S_{Ed} = 1.00 \cdot S_G + 1.00 \cdot S_Q$$

$$94.36 \text{ kN}\cdot\text{m/m}^3 \text{ } 55.00 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \checkmark$$

$$M_{Rd} : 94.36 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$



Maksymalne i minimalne odkształcenie

$$\epsilon_{maks.} = 1.77 \text{ ‰}$$

$$\epsilon_{min.} = -9.05 \text{ ‰}$$

Maksymalne naprężenie w betonie

$$f_c = 16.45 \text{ MPa}$$

Odległość od osi obojętnej do ściskanej krawędzi przekroju

$$x = 40.90 \text{ mm}$$

Naprężenia i odkształcenia w zbrojeniu stalowym			
Odn.	Współrzędna y (mm)	f (MPa)	ε (‰)
No. 11.55	-99	-347.83	-7.92
FRP	-126	-1137.14	-7.96

Wniosek:

Stan graniczny nośności nie jest przekroczony.

4.0. Wnioski końcowe

Wykonane obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykazały, że stan graniczny nośności i użytkowania nie jest przekroczony. Przyjęte przekroje elementów konstrukcyjnych są poprawne.

Projektant:
mgr inż. Kamil Zimiński

OBLICZENIA STATYCZNE	Przebudowa i rozbudowa budynku garażu wielopoziomowego w celu zorganizowania w nim miejsc doraźnego schronienia	STRONA - 8 -
-------------------------	---	-----------------