EKSPERTYZA

KONSTRUKCJA

dotycząca możliwości przebudowy i rozbudowy krytej pływalni w Szkole Podstawowej Nr 8 w Chełmie przy ul. Połanieckiej 10

II. OBLICZENIA STATYCZNE

Opracował:

mgr inż. Marcin Nosek
upr. bud. SWK/0111/POOK/06

mgr inż. Krzysztof Okła

KIELCE MARZEC 2018r.

Poz. 1. Dach nad basenem

Poz. 1.1. Zebranie obciążeń na dach hali basenowej

nachylenie połaci α = 1,70

$\sin\alpha$ = 0,030

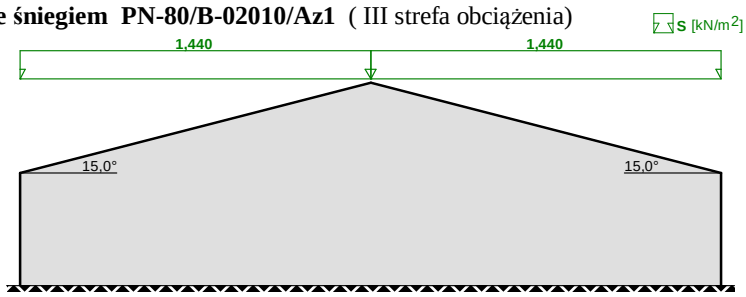
$\cos\alpha$ = 1,000

***Obciążenia stałe**

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_k [kN/m^2]	współcz. obc. obciąż.	obc. obl. g_o [kN/m^2]
2x papa termozgrzewalna		0,20	1,20	0,24
styropian gr.16cm		0,07	1,20	0,09
paroizolacja		0,01	1,20	0,01
blacha trapezowa T160		0,25	1,20	0,30
sufit akustyczny		0,30	1,20	0,36
steżenia, inne		0,05	1,20	0,06
instalacje		0,20	1,20	0,24
RAZEM		**1,08**	**1,20**	**1,30**

***Obciążenia zmienne**

- **obciążenie śniegiem PN-80/B-02010/Az1** (III strefa obciążenia)



A= 300 *m n.p.m.*

- obc. charakterystyczne śniegiem Q_k = 0,006*A-0,6 = 1,2 *kN/m^2*
- współczynnik obciążenia γ_f = 1,5
- współczynnik kształtu dachu C_1 = 0,8
- obciążenie śniegiem dachu

$S_{k1} = Q_k*C_1$= 0,960 kN/m^2 $S_{o1} = S_{k1}*\gamma_f$= 1,440 kN/m^2

Razem na 1m^2 połaci $q_k = g_k+S_{k1}$= 2,04 kN/m^2

$q_o = g_o+S_{o1}$= 2,74 kN/m^2

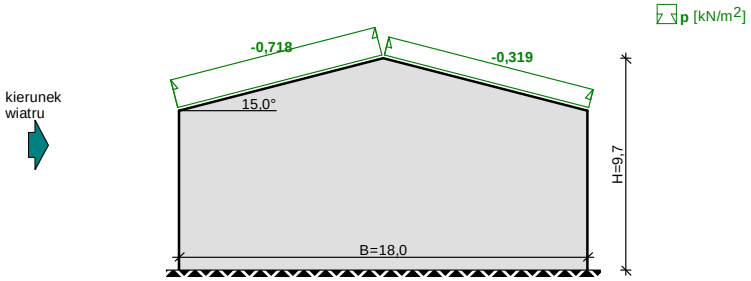
- Obciążenie wiatrem PN-B-02011:1977/Az1:2009 (I strefa obciążenia)

- charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru q_k = 0,300 kN/m^2
- współczynnik ekspozycji: z= 9,70 m

teren A C_e =0,5+0,05*z= 0,985

- współczynnik działania porywów wiatru β = 1,8

<u>Obciążenie wiatrem na połać</u>



a) połać nawietrzna

- współczynnik aerodynamiczny $Cz = -0,9$
- współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

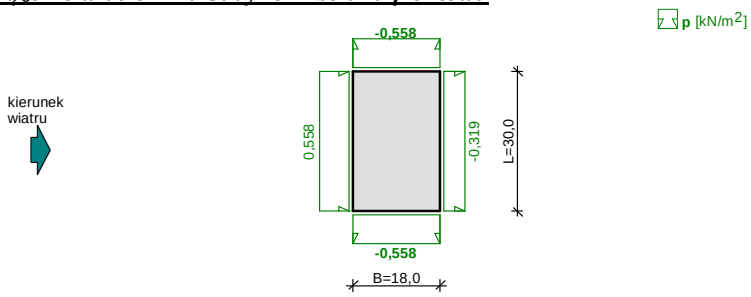
$p_{k1.1} = q_k*C_z*C_e*\beta = -0,479$ kN/m^2 $p_{o1.1}=p_{k1.1}*\gamma_f = -0,718$ kN/m^2

b) połać zawietrzna

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = -0,4$

$p_{k1.2} = q_k*C_z*C_e*\beta = -0,213$ kN/m^2 $p_{o1.2}=p_{k1.2}*\gamma_f = -0,319$ kN/m^2

Obciążenie wiatrem na budynek - ściana frontowa



a) napór wiatru na ścianę (ściana nawietrzna)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = 0,7$

$p_{k2.1} = q_k*C_z*C_e*\beta = 0,372$ kN/m^2 $p_{o2.1}=p_{k2.1}*\gamma_f = 0,558$ kN/m^2

b) ssanie wiatru (ściana zawietrzna)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = -0,4$

$p_{k2.2} = q_k*C_z*C_e*\beta = -0,213$ kN/m^2 $p_{o2.2}=p_{k2.2}*\gamma_f = -0,319$ kN/m^2

c) ssanie wiatru (ściana boczna)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = -0,7$

$p_{k2.3} = q_k*C_z*C_e*\beta = -0,372$ kN/m^2 $p_{o2.3}=p_{k2.3}*\gamma_f = -0,558$ kN/m^2

*** Obciążenia pionowe.**

- stałe:

$g_k^v = g_{k1}/\cos\alpha = 1,082$ kN/m^2

$g_o^v = g_{o1}/\cos\alpha = 1,299$ kN/m^2

$g_o^v/g_k^v = 1,20$

- zmienne:

$q_k^v = S_{k1} = 0,960$ kN/m^2

$q_o^v = S_1 = 1,440$ kN/m^2

$q_o^v/q_k^v = 1,50$

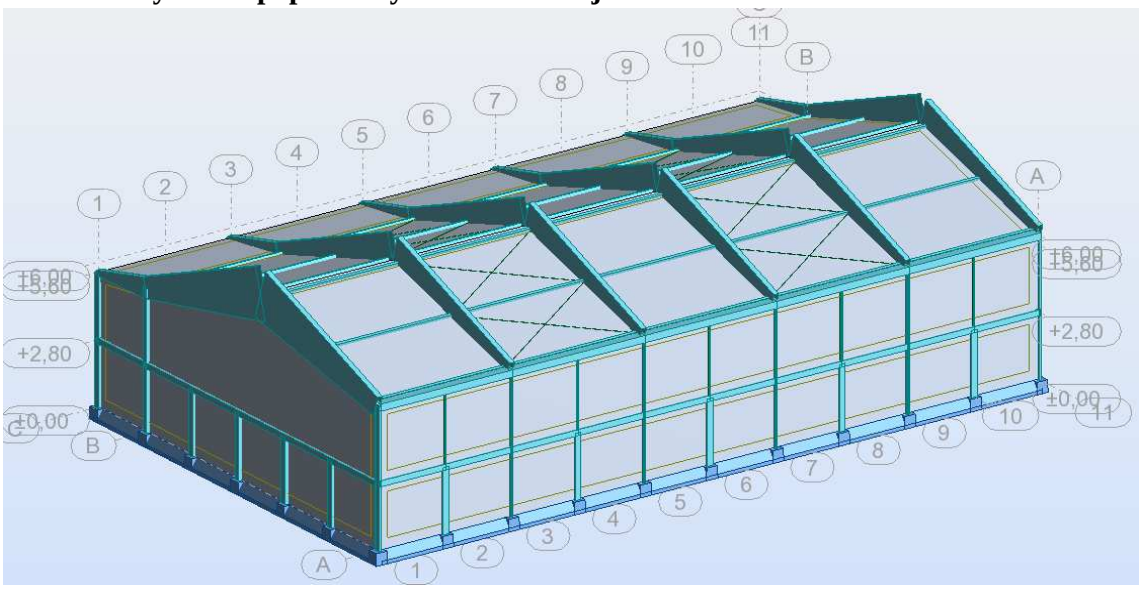
- stałe + zmienne:

$g_k^v + q_k^v = 2,042$ kN/m^2

$g_o^v + q_o^v = 2,739$ kN/m^2

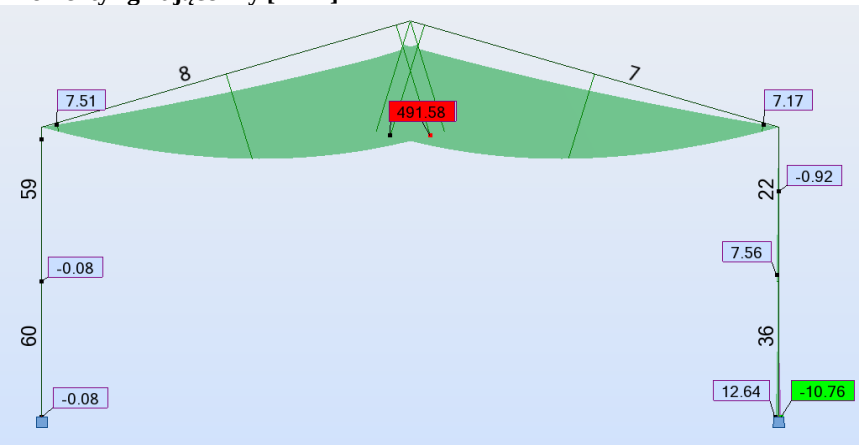
$(g_o^v+q_o^v)/(g_k^{v+}q_k^v) = 1,34$

Poz. 1.2. Nośny układ poprzeczny hali basenowej

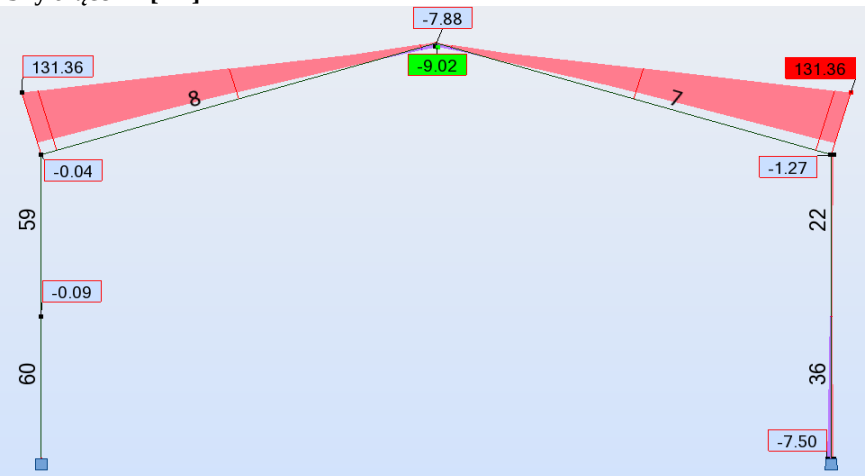


***Siły wewnętrzne**

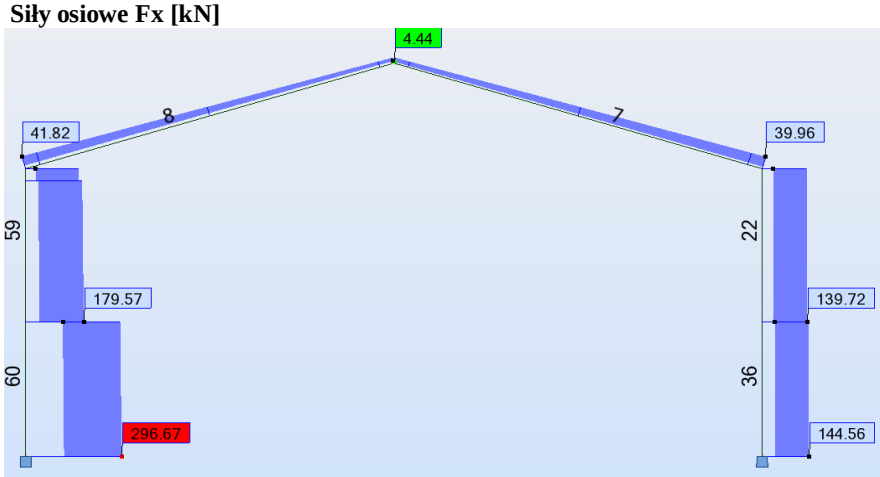
Momenty zginające My [kNm]



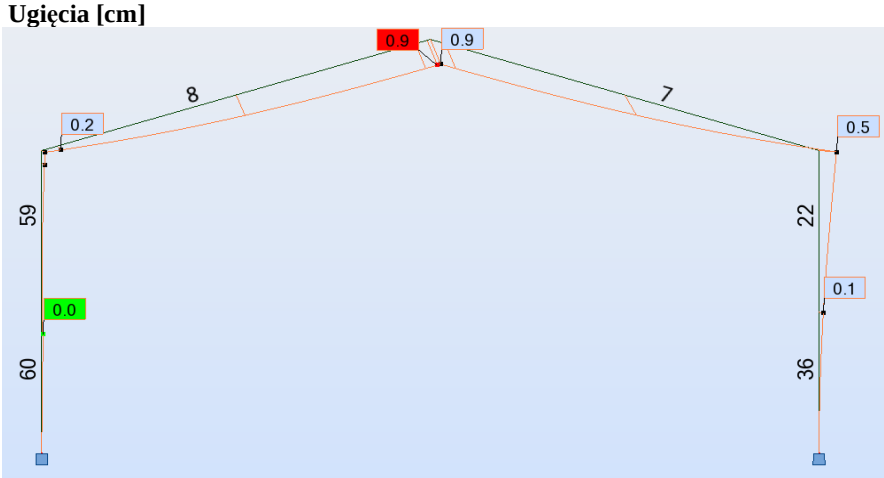
Siły tnące Fz [kN]



Siły osiowe Fx [kN]



Ugięcia [cm]



Obliczenia dla drewnianego dźwigara dachowego

OBLICZENIA KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

NORMA: *PN-B-03150:2000*
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:
PRĘT: 7 Dźwigar drewniany_7 **PUNKT:** 1 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

OBCIĄŻENIA:
Decydujący przypadek obciążenia: 7 KOMB1 1*1.10+2*1.20+3*1.30+4*1.50

MATERIAŁ
GL28h

PARAMETRY PRZEKROJU: 22x87/220cm

ht=87.0 cm	Ay=386.31 cm2	Az=1527.69 cm2	Ax=1914.00 cm2
bf=22.0 cm	Iy=1207255.48 cm4	Iz=77198.00 cm4	Ix=259580.63 cm4
	Wely=27753.00 cm3	Welz=7018.00 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU
N = 39.96 kN Vy = -0.21 kN
Vz = 131.36 kN

NAPRĘŻENIA W ROZPATRYWANYM PRZEKROJU
Sig c,0,d = 0.21 MPa Tau y,d = -0.00 MPa
Tau z,d = 1.03 MPa

WYTRZYMAŁOŚCI
f c,0,d = 16.31 MPa f v,d = 1.97 MPa

WSPÓŁCZYNNIKI I PARAMETRY DODATKOWE
km = 0.70 kmod = 0.80

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y przekroju

ly = 14.50 m	Lam,y = 30.50	lz = 7.70 m	Lam,z = 4.72
Lam rel,y = 0.49	ky = 0.62	Lam rel,z = 0.08	kz = 0.48
lc,y = 14.50 m	kc,y = 1.00	lc,z = 0.30 m	kc,z = 1.00

względem osi z przekroju

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:
Sig c,0,d/f c,0,d = 0.21/16.31 = 0.01 < 1.00 [4.1.3]
Sig c,0,d/(kc*f c,0,d) = 0.21/(1.00*16.31) = 0.01 < 1.00 [4.1.3(1)]
Tau y,d/f v,d = 0.00/1.97 = 0.00 < 1.00 Tau z,d/f v,d = 1.03/1.97 = 0.52 < 1.00 [4.1.8.1(1)]

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia
u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/300.00 = 2.6 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.8)*1 + 1(1+0.8)*2 + 1*6
u fin,z = 0.4 cm < u fin,max,z = L/300.00 = 2.6 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.8)*1 + 1(1+0.8)*2 + 1(1+0.25)*3 + 1(1+0.25)*4
u fin,yz = 0.4 cm < u fin,max,yz = L/300.00 = 2.6 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 1(1+0.8)*1 + 1(1+0.8)*2 + 1(1+0.25)*3 + 1(1+0.25)*4

Przemieszczenia

Profil poprawny !!!

Obliczenia dla stalowego słupka nośnego złożonego z C260 i bl.10

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: *PN-90/B-03200*
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:
PRĘT: 36 Słup żelbetowy_36 **PUNKT:** 3 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 1.00 L = 2.80 m

OBCIĄŻENIA:
Decydujący przypadek obciążenia: 9 KOMB3 1*1.10+2*1.20+3*1.30+(4+6)*1.50

MATERIAŁ: STAL St3S
fd = 215.00 MPa E = 205000.00 MPa

PARAMETRY PRZEKROJU: C+bl 260x100x10

h=26.0 cm			
b=10.0 cm	Ay=26.21 cm2	Az=48.39 cm2	Ax=73.33 cm2
tw=0.0 cm	Iy=6240.20 cm4	Iz=1152.36 cm4	Ix=3058.57 cm4
tf=0.0 cm	Wely=480.02 cm3	Welz=222.65 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 127.24 kN	My = 12.64 kN*m	Mz = 0.00 kN*m	Vy = -0.00 kN
Nrc = 1576.66 kN	Mry = 103.20 kN*m	Mrz = 47.87 kN*m	Vry = 326.80 kN
	Mry_v = 103.20 kN*m	Mrz_v = 47.87 kN*m	Vz = 4.81 kN
KLASA PRZEKROJU = 1	By*Mymax = 12.64 kN*m	Bz*Mzmax = 0.00 kN*m	Vrz = 603.40 kN

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y: względem osi Z:

Ly = 6.00 m	Lambda_y = 1.54	Lz = 2.80 m	Lambda_z = 0.59
Lwy = 12.00 m	Ncr y = 876.78 kN	Lwz = 1.96 m	Ncr z = 6069.15 kN
Lambda y = 130.09	fi y = 0.33	Lambda z = 49.44	fi z = 0.82

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:
N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.25 + 0.12 + 0.00 = 0.37 < 1.00 - Delta y = 0.99 (58)
Vy/Vry = 0.00 < 1.00 Vz/Vrz = 0.01 < 1.00 (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia *Nie analizowano*

Przemieszczenia
vx = 0.0 cm < vx max = L/150.00 = 1.9 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 14 KOMB8 (1+2+6)*1.00
vy = 0.2 cm < vy max = L/150.00 = 1.9 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 14 KOMB8 (1+2+6)*1.00

Profil poprawny !!!

Obliczenia dla stalowego słupka pośredniego złożonego z 2x LN150x100x8

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: *PN-90/B-03200*
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:
PRĘT: 27 Słup pośredni_27 **PUNKT:** 2 **WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L = 1.60 m

OBCIĄŻENIA:
Decydujący przypadek obciążenia: 8 KOMB2 1*1.10+2*1.20+3*1.30+(4+5)*1.50

MATERIAŁ: STAL St3S
fd = 215.00 MPa E = 205000.00 MPa

PARAMETRY PRZEKROJU: L+L 150x100x8

h=10.9 cm			
b=5.2 cm	Ay=0.00 cm2	Az=0.00 cm2	Ax=22.86 cm2
tw=0.0 cm	Iy=306.76 cm4	Iz=82.34 cm4	Ix=205.68 cm4
tf=0.0 cm	Wely=56.44 cm3	Welz=31.96 cm3	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 17.37 kN	My = 2.13 kN*m	Mz = 0.03 kN*m
Nrc = 491.43 kN	Mry = 12.14 kN*m	Mrz = 6.87 kN*m
	Mry_v = 12.14 kN*m	Mrz_v = 6.87 kN*m
KLASA PRZEKROJU = 1	By*Mymax = 2.13 kN*m	Bz*Mzmax = 0.03 kN*m

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

Ly = 3.20 m	Lambda_y = 1.04
Lwy = 3.20 m	Ncr y = 606.12 kN
Lambda y = 87.35	fi y = 0.54

względem osi Z:

Lz = 3.20 m	Lambda_z = 2.00
Lwz = 3.20 m	Ncr z = 162.70 kN
Lambda z = 168.60	fi z = 0.22

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:
N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.16 + 0.18 + 0.00 = 0.34 < 1.00 - Delta z = 1.00 (58)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia *Nie analizowano*

Przemieszczenia
vx = 0.0 cm < vx max = L/150.00 = 2.1 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 12 KOMB6 (1+2+3+4)*1.00
vy = 0.4 cm < vy max = L/150.00 = 2.1 cm Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 12 KOMB6 (1+2+3+4)*1.00

Profil poprawny !!!

Poz. 2. Strop miedzykondygnacyjny
Poz. 2.1. Wspornik balkonowy

***Zebranie obciążeń**

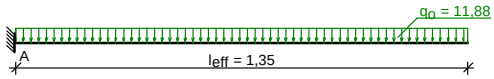
Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_k [kN/m^2]	współcz. obc. obciąż.	obc. obl. g_o [kN/m^2]
Obc. stałe				
lastryko 2,5cm		0,44	1,30	0,57
wylewka betonowa		1,08	1,30	1,40
ciężar płyty żelbetowej		2,75	1,10	3,03
tynk cem-wap.		0,29	1,30	0,37
Razem obc. stałe		**4,56**	**1,18**	**5,37**
Obc. zmienne				
obc. użytkowe		5,00	1,30	6,50
Razem obc. zmienne		**5,00**	**1,30**	**6,50**
Razem obc. stałe + zmienne		**9,56**	**1,24**	**11,87**

charakterystyki geometryczne przekroju

h [cm]	a [cm]	b [cm]	d [cm]	z [cm]
11	3	100	8,0	5,0

dane betonu i stali

Beton	B15				zbrojenie gł.	A-II
f_{cd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{ctm}	E_{cm}	f_{yd}	f_{yk}
0,8	1,2	0,073	0,16	2700	31	36



WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd,p}$ = 10,90 kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny M_{Sk} = 8,78 kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt}$ = 8,78 kNm/m

Reakcja podporowa obliczeniowa R_A = 16,09 kN/m

SPRAWDZENIE wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona)

Podpora:

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd,p}$ = 10,90 kNm/mb < $M_{Rd,p}$ = 14,67 kNm/mb (74,3%)

Warunek nośności na ścinanie: V_{Sd} = 16,09 kN/mb < V_{Rd1} = 44,75 kN/mb (36,0%)

Szerokość rys prostopadłych: w_k = 0,219 mm < w_{lim} = 0,3 mm (73,2%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: a($M_{Sk,lt}$) = 10,22 mm > a_{lim} = 9,03 mm (113,2%) **(!!!)**

Uwaga: Odkrywki potwierdziły występowanie w płycie wspornikowej żebrowanych prętów zbrojeniowych #10 w rozstawie co 12cm. Zakładane zbrojenie spełnia stany graniczne nośności. We wsporniku nieznacznie przekroczono graniczne ugięcie (o 1mm). W celu uniknięcia nadmiernego ugięcia zaleca się wykonanie lżejszych warstw wykończeniowych posadzki.

Poz. 3. Strop podbasenia

Poz. 3.1. Płyta plaży basenowej

***Zebranie obciążeń**

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_k [kN/m^2]	współcz. obc. obciąż.	obc. obl. g_o [kN/m^2]
Obc. stałe				
płytki na kleju		0,38	1,20	0,46
jastrych cementowy gr.4,5cm		1,08	1,30	1,40
2x papa		0,20	1,20	0,24
ciężar płyty żelbetowej		2,50	1,10	2,75
styropian 2cm		0,01	1,20	0,01
tynk cem-wap.		0,29	1,30	0,37
Razem obc. stałe		**4,45**	**1,17**	**5,23**
Obc. zmienne				
obc. użytkowe		2,00	1,40	2,80
Razem obc. zmienne		**2,00**	**1,40**	**2,80**
Razem obc. stałe + zmienne		**6,45**	**1,24**	**8,03**

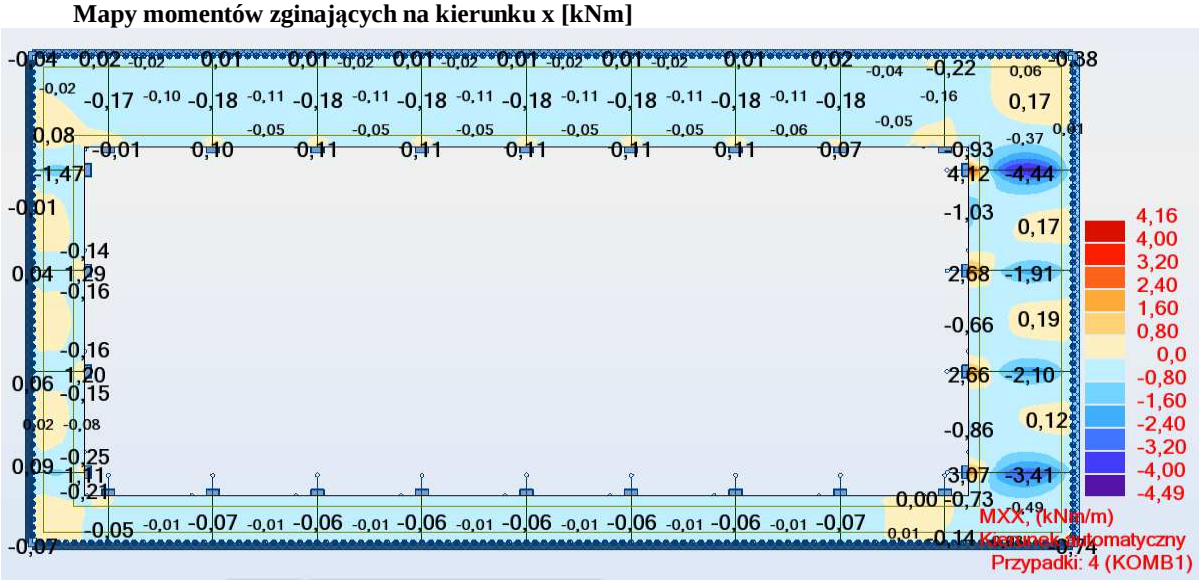
charakterystyki geometryczne przekroju

h [cm]	a [cm]	b [cm]	d [cm]	z [cm]
10	3	100	7,0	4,0

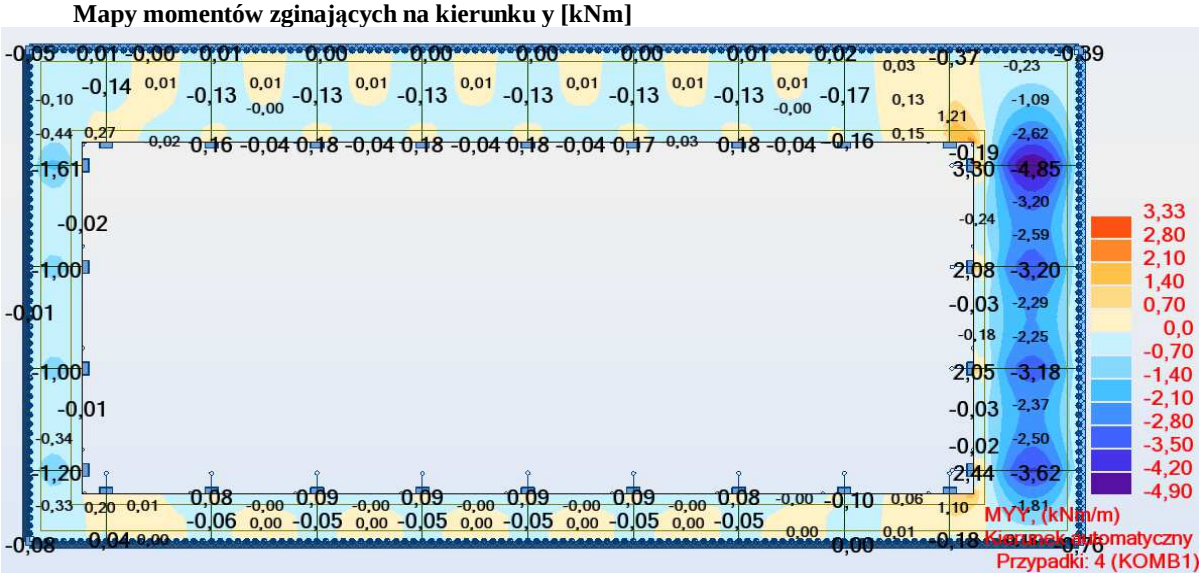
dane betonu i stali

Beton	B15				zbrojenie gł.	A-I
f_{cd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{ctm}	E_{cm}	f_{yd}	f_{yk}
0,8	1,2	0,073	0,16	2700	21	24

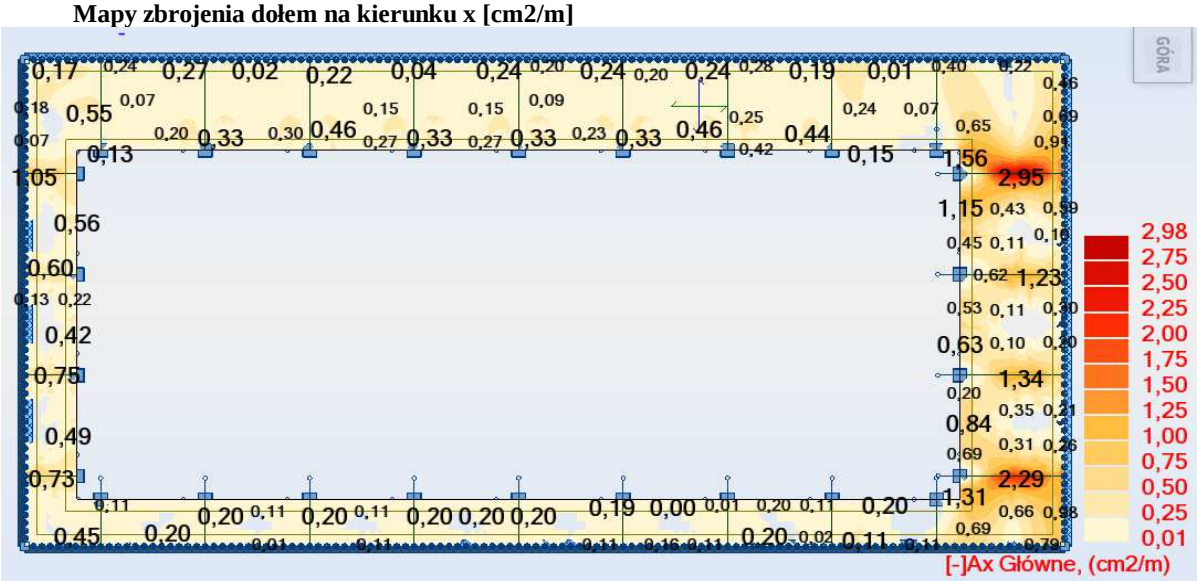
Mapy momentów zginających na kierunku x [kNm]



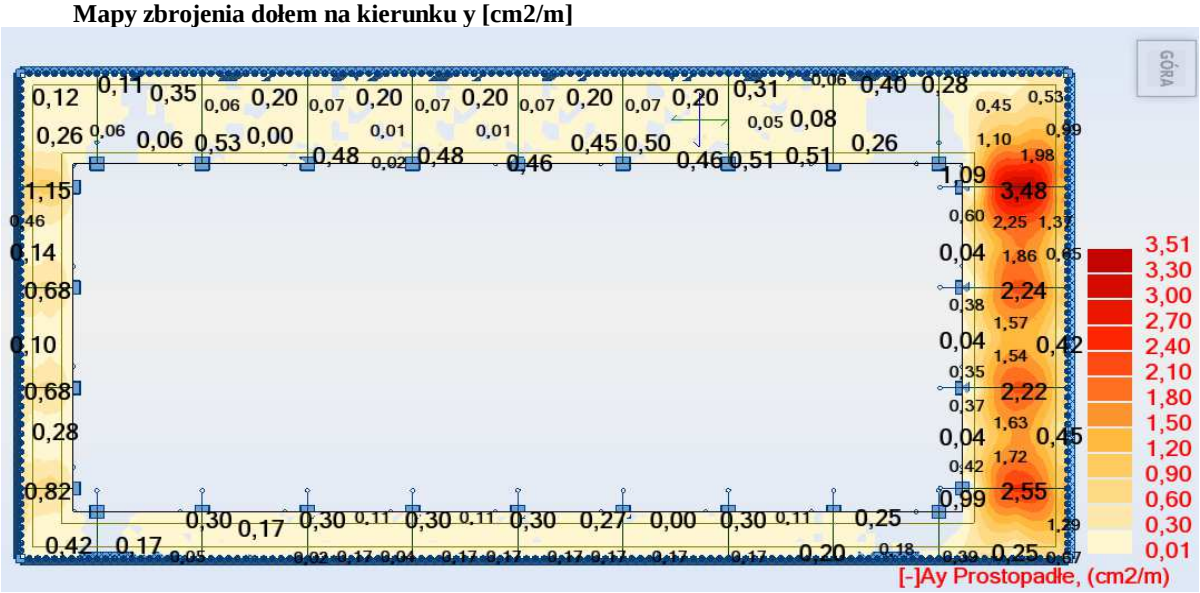
Mapy momentów zginających na kierunku y [kNm]



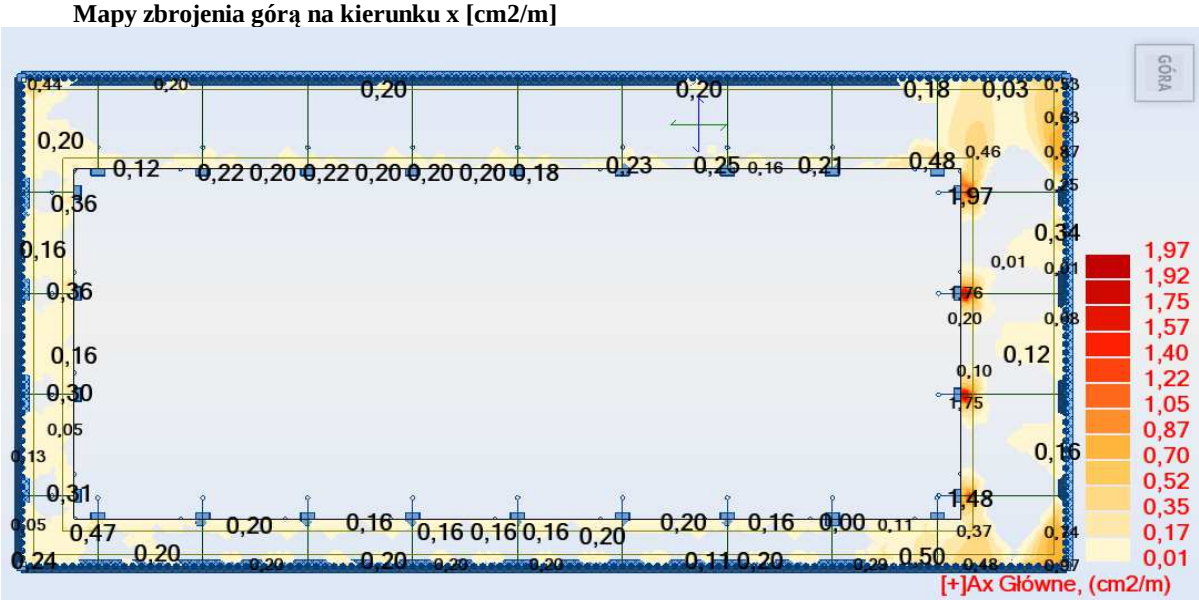
Mapy zbrojenia dołem na kierunku x [cm2/m]



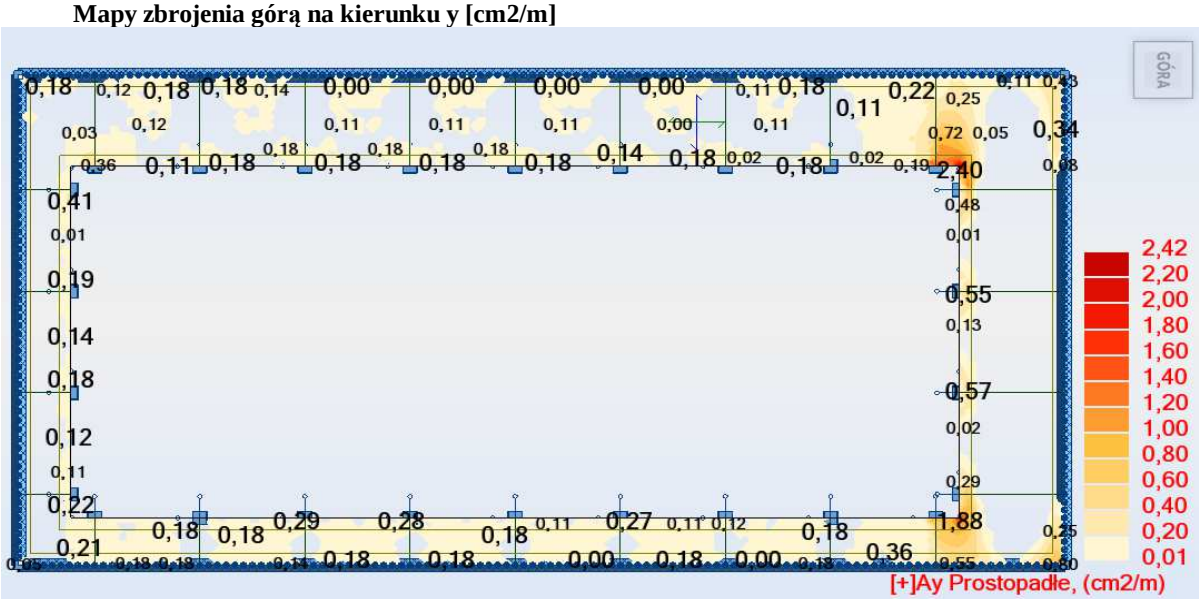
Mapy zbrojenia dołem na kierunku y [cm2/m]



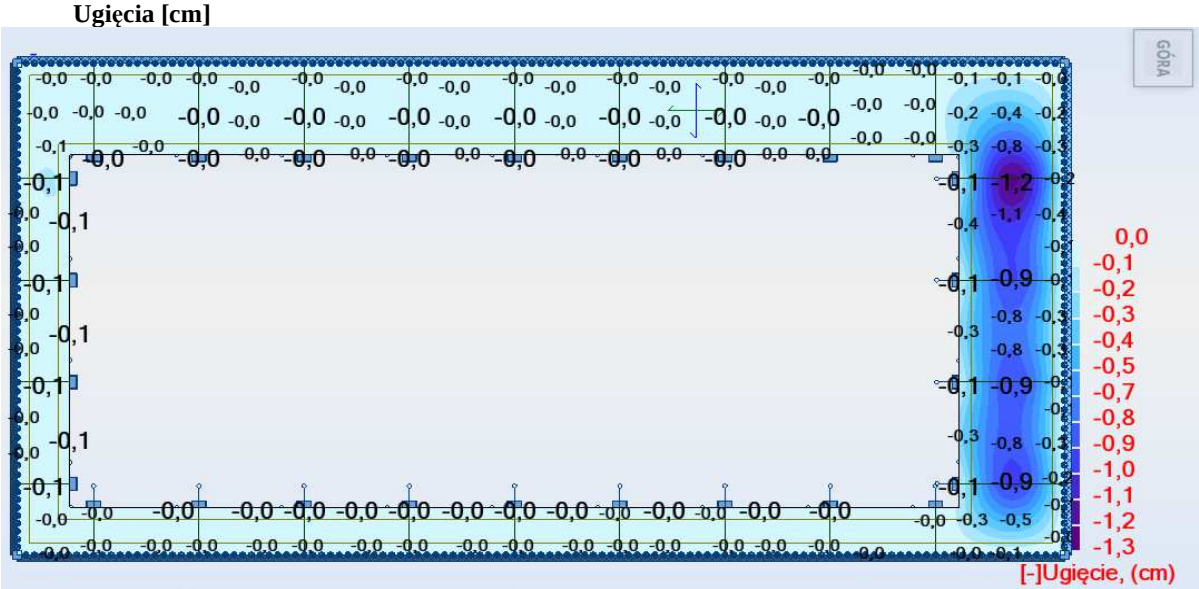
Mapy zbrojenia górą na kierunku x [cm2/m]



Mapy zbrojenia górą na kierunku y [cm2/m]



Ugięcia [cm]



L/200= 1,2 cm -ugięcie graniczne nie zostało przekroczone

Uwaga: Wykonane odkrywki potwierdziły występowanie w płycie plaży basenowej zbrojenia w postaci prętów gładkich (stal A-I wg dokumentacji archiwalnej projektu wykonawczego) o średnicy 6mm w rozstawie co 15cm na kierunku pracujacym co daje pole porzeczne zbrojenia As=1,88cm^2 oraz co 30cm jako zbrojenie rozdzielcze. Biorąc pod uwagę lokalizację odkrywki istniejąca płyta żelbetowa plaży basenowej spełnia stany graniczne nośności i użytkowania (wymagane zbr. min.1,21cm^2).

Poz.3.2. Belka żelbetowa plaży basenowej

Zestawienie obciążeń

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
belka żelbetowa	25*0,25*0,25=	1,56	1,10	1,72
z plaży basenowej; pasmo 4,25	4,454*4,25=	18,93	1,17	22,23
stałe bez ciężaru własnego		18,93	1,17	22,23
Razem stałe		**20,49**	**1,17**	**23,95**
obciążenia zmienne				
plaży basenowej; pasmo 4,25	2*4,25=	8,50	1,40	11,90
Razem zmienne		**8,50**	**1,40**	**11,90**
Razem, zmienne + stałe	**q_k =**	**28,99**	**1,24**	**35,85**

charakterystyki geometryczne przekroju

h [cm]	a [cm]	b_w [cm]	d [cm]	z [cm]
25	4	25	21,0	17,0

dane betonu i stali

Beton	B15			zbrojenie gł.	A-II	strzemiona	A-0	
f_{cd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{yd}	f_{yk}	f_{ydl}	E_s	
0,8	1,2	0,073	0,16	31	36	19	20000	kN/cm^2

siły wewnętrzne, belka swobodnie podparta

l_{eff1}= 1,20 m $M_{sd}=q*l_{eff}^2/8$= 6,45 kN*m

$V_a=q*l_{eff}/2$= 21,51 kN

Wymiarowanie na zginanie

$x_{eff}=d-(d^2-2*M_{sd}/(f_{cd}*b_w))^{-2}$ $\xi_{eff}=x_{eff}/d$ ρ_{min} = 0,13% $\xi_{eff,lim}$= 0,55

	M_{sd} [kNm]	x_{eff} [cm]	ξ_{eff} [cm]	$A_{s1,reg}$ [cm^2]	$A_{s1,prov}$[cm^2]	ρ	zbrojenie-pręty
podpora 1	0,00	0,00	0,00	0,00	**1,13**	0,22%	4#6
przęsło 1	6,45	1,60	0,08	1,03	**3,08**	0,59%	2#14
podpora 2	0,00	0,00	0,00	0,00	**1,13**	0,22%	4#6

Sprawdzenie nośności na ścinanie

$V_{a,\,max}$= 21,51 kN

obciążenie obliczeniowe q = 35,85 kN/m

$V_{sd}=V_{a,\,max}-0,2/2*q$= 17,93 kN

stopień zbrojenia (zakładam dobre zakotwienie) 4Φ6

ρ_l = 0,0022

współczynnik określający efekt skali k = 1.6 - d= 1,39

naprężenia normalne σ_{cp} = 0

współczynnik efektywności $v = 0,6*(1-f_{ck} / 250)$= 0,571

-graniczna siła poprzeczna

$\mathbf{V_{Rd1}}$ = $[0,35*k*f_{ctd}*(1.2+40*\rho_l)+0.15*\sigma_{cp}]*b_w*d$= **23,98** **kN** > $\mathbf{V_{sd}}$

Nie ma potrzeby projektować zbrojenia

-nośność ściskanych krzyżulcy betonowych

$\mathbf{V_{Rd2}}$ = $0.5*v*f_{cd}*b_w*0.9*d$= **107,96** **kN** > $\mathbf{V_{sd}}$

Uwaga: Istniejące zbrojenie w belce żelbetowej (2#14) podbasenia spełnia stany graniczne nosnści i użytkowania.