

KONSTRUKCJA SCHODÓW – OBLICZENIA STATYCZNE

TYTUŁ PROJEKTU : ZMIANA SPOSOBU UŻYTKOWANIA PODDASZA NIEUŻYTKOWEGO NA CELE ZWIĄZANE Z FUNKCJĄ OŚWIATOWĄ W BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ W MIERZYNIE ORAZ BUDOWA PARKINGU (POWYŻEJ DZIESIĘCIU STANOWISK POSTOJOWYCH) . PLACU MANEWROWEGO I DROGI POŻAROWEJ.

ADRES OBIEKTU BUDOWLANEGO : Mierzyn Nr 134
97-340 Rozprza

NAZWA JEDNOSTKI EWIDENCYJNEJ : Jednostka : Gmina Rozprza
Obręb : 0017 Mierzyn
Działka nr ewid. 1364/2

KAT.OBIEKTU BUDOWLANEGO : IX

INWESTOR : Gmina Rozprza
ADRES INWESTORA : ul. 900.lecia Nr 3, 97-340 Rozprza

JEDNOSTKA PROJEKTOWA : KOWALCZYK ARCHITEKCI
93-402 Łódź
ul. Pabianicka 184/186



Branża	Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
KONSTRUKCJA	Mgr inż. Mieczysław Kowalczyk	BP.IV.-10220/30/79	

Czerwiec - sierpień 2022

Poz. 1.01. Konstrukcja schodów.- obliczenia statyczne

1.01.1. Płyta biegowa – biegu górnego i dolnego.

Przyjęto stopnie $h \times b = 17.25 \times 30.00$ cm

Nachylenie biegu $\tan \alpha = 0.1725 / 0.30 = 0.575$ stąd $\alpha = 30^\circ$ $\cos \alpha = 0.866$

Długość płyty biegowej $L = 8 \times 0.30 = 2.40$ mb.

Grubość płyty biegowej $d = 0.15$ mb

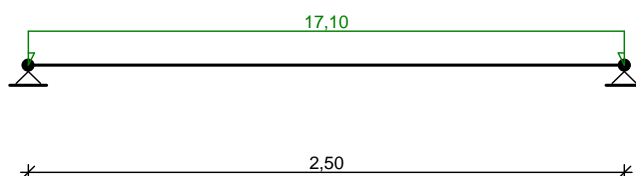
1.01.1.1. Zestawienie obciążeń wg EN-1991-1-1 Eurokod 1

L/p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystycz. [KN/ m ² .]	Współcz. przeciąż	Obciążenie obliczen. [KN/ m ² .]
1	ciężar płytek ceramicznych	0.44	1.35	0.59
2	ciężar płyty biegowej gr 15.0 cm	$0.15 \times 25.00 : 0.866 =$	1.35	5.85
3	ciężar stopni	$0.1725 \times 0.30 / 2 \times 25.0 : 0.30 = 2.18$	1.35	2.94
4	ciężar tynku gr 1.2 cm	$0.012 \times 12.0 / 0.866 =$	1.35	0.22
	Razem g_t	7.13		9.60
5	obciążenie zmienne kat.C 5	5.00	1.5	7.50
		12.13		17.10

1.01.1.2. Wymiarowanie:

- schemat belka jednoprzęsłowa obciążona równomiernie o rozpiętości obliczeniowej

$$L_0 = 1.05 \times L = 1.05 \times 2.40 = 2.496 = 2.50 \text{ mb.}$$



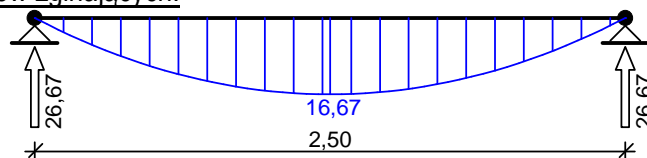
Szacunkowa wielkość momentu $M = 0.125 \times 17.10 \times 2.50^2 = 13.36$ KNmb

Wysokość użyteczna a płyty $d = (M_{Ed} / b \times f_{Cd})^{1/3} = (13.36 / 1.00 \times 17860)^{1/3} = 0.091$ mb.

Otulenie płyty $a = c_{min} + \Delta c = 3.00 + 1.00 = 4.00$ cm

Ostateczna wysokość płyty $d = 9.1 + 4.00 = 13.1$ cm Do obliczeń przyjęto płytę o grubości $d = 15.0$ cm. oraz otulenie $a = 4.0$ cm Stąd $h_0 = 15.0 - 4.0 = 11.0$ cm

1.01.1.2.1. Wykres momentów zginających:



1.01.1.2.1.1. Zbrojenie płyty biegowej

$$\mu_{cs} = 16.67 / 1.00 \times 0.11^2 \times 17860 = 0.077$$

$$\xi = 0.8 - (0.64 - 1.28 \times 0.077)^{1/2} / 0.64 = 0.10 < 0.617$$

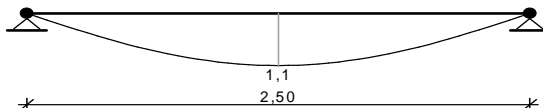
$$\zeta = 1 - 0.4 \times 0.10 = 0.96$$

$$A_{s1} = 16.67 / 0.96 \times 0.11 \times 435000 = 0.000363 \text{ m}^2 = 3.63 \text{ cm}^2.$$

Przyjęto zbrojenie: # 10 co 15.00 cm o $A_{sr} = 5.23 \text{ cm}^2$

1.01.1.3. Ugięcia [mm]:

Wykres przemieszczeń:



$$u_{dop.} = 300.00 / 200 = 1.50 \text{ cm} > u_{rzecz.} = 0.11 \text{ cm}$$

1.01.2. Żebro żelbetowe płyty spocznikowej o przekroju 20.0 x 35.0 cm.

1.01.2.1. Zestawienie obciążeń wg EN-1991-1-1 Eurokod 1

Obciążenie żebra:

- Obciążenie płytą biegową $q_{p,b} = 0.5 \times 17.10 \times 2.50 = 21.38$ KN/mb.

- Obciążenie płytą spocznikową $q_{p,b} = 0.5 \times 1.55 \times 17.10 = 13.25$ KN/mb.

Razem $q = 34.63 \text{ KN/mb.}$

1.01.2.2. Wymiarowanie żebra.

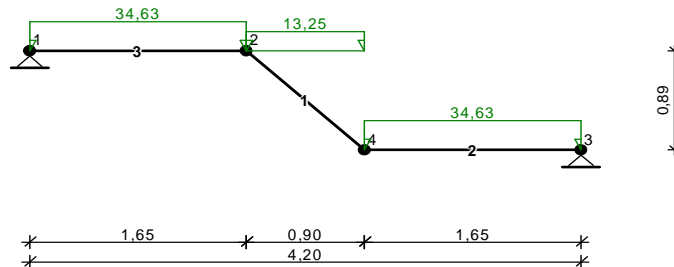
1.01.2.2.1. Klasyfikacja żebra i dane materiałowe;

- konstrukcja wewnątrz budynku - klasa ekspozycji XC1
- klasa konstrukcji – S4 (użytkowanie nakres 50 lat)
- schemat statyczny-

1.01.2.2.1.1. Dane materiałowe

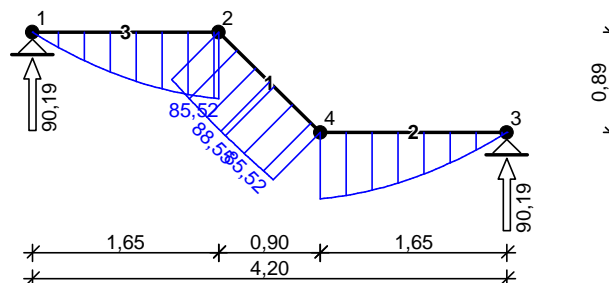
- beton C 20/25 B-25, XC1, XF1, XM1, $f_{ck}=20.0$, $f_{cd}= 20 : 1.4 = 14290 \text{ MPa}$, $E_{cm}=0.310 \text{ MPa}$,
- stal: A-III, B500 $f_{yd}=500 : 1.15= 435 \text{ MPa}$, $E_s= 200 \text{ GPa}= 2.0 \text{ MPa}$. $\epsilon_{yd} = 435 : 200 = 2.17 \%$

1.01.2. 2.2. Schemat statyczny



1.01.2. 2.2.3. Siły wewnętrzne

1.01.2. 2.2.3.1. Moment zginający $M_{max}= 88.65 \text{ KNmb.}$



Wysokość użyteczna żebr $d=2.2(M_{ED} / b x f_{cd})^{0.5}=2,2 (88.65/0.20 \times 17860)^{0.5}=0.347 \text{ mb.}$

Dla klasy ekspozycji XC1 i klasy konstrukcji S4 minimalne otulenie wynosi $c_{min}= 2.0 \text{ cm.}$

Dla odporności ogniowej R 60 minimalne otulenie wynosi $c_{min}= 2.0 \text{ cm.}$

Przyjęto odchyłki otulenia $\Delta c=1.0 \text{ cm.}$ Przewidywane zbrojenie wkładkami stalowymi o przekroju 14.0mm.

Ostatecznie grubość otulenia wynosi $a=2.0+1.0+0.7=3.7 \text{ cm}$ Potrzebna wysokość ściany

$h=0.347+0.037=0.384 \text{ mb.}$

Przyjęto wysokość płyty biegowej $h=0.35 \text{ mb.}$ i grubość otulenia 4.0 cm. Stąd $d=0.35-0.04=0.31 \text{ mb}$

1.01.2. 2.2.3.1.1. Zbrojenie przęsłowe 88.65 KNmb.

$$\mu_{cs}= 88.65/ 0.20 \times 0.31^2 \times 17860=0.258$$

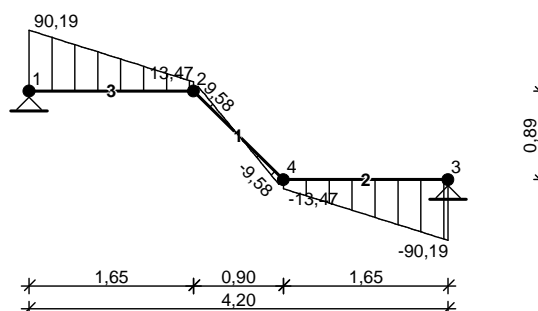
$$\xi = 0.8-(0.64-1.28 \times 0.258)^{1/2}/ 0.64=0.381 < 0.617$$

$$\zeta = 1-0.4 \times 0.381=0.85$$

$$A_{s1}= 88.65/0.85 \times 0.31 \times 435000=0.000773 \text{ m}^2= 7.73 \text{ cm}^2 < A_{smin}=0.0013 \times 20.0 \times 31.0=0.81 \text{ cm}^2.$$

Przyjęto zbrojenie montowane dołem. 4 # 16 o $A_s= 8.04 \text{ cm}^2.$

1.01.2. 2.2.3.1.2. Siły poprzeczne: $R_A= R_B=90.19 \text{ KN.}$



1.01.2. 2.2.3.1.2.1. Wymiarowanie na ścinanie

Maksymalna siła tnąca-reakcje na podporach $V_{sd}= 90.19 \text{ KN}$

Nośność przekroju niezbrojonego określono ze wzoru $V_{Rd} = [C_{Rd} \times k \times (100 \times \rho \times f_{ck})^{1/3}] \times b \times d$

gdzie:

$C_{Rd} = 0.1286$ - współczynnik empiryczny

$k = 1 + (200 / d)^{1/2} = 1 + (200 / 310)^{0.5} = 1 + 0.803 = 1.803 < 2$ – współczynnik skali w mm

$\rho = 8.04 / 20.0 \times 31.0 = 0.013$ – stopień zbrojenia

f_{ck} – wytrzymałość charakterystyczna betonu w MPa

b – najmniejsza szerokość strefy rozciąganej [w mb]

d – wysokość przekroju [mb]

$V_{Rd} = [0.1286 \times 1.803 \times (100 \times 0.013 \times 25)^{1/3}] \times 0.20 \times 0.31 \times 10^3 = 0.232 \times 3.18 \times 62.00 = 45.74$ KN

Ponieważ $V_{Rd} = R_A$ -przekrój wymaga zbrojenia na siły poprzeczne. Zbrojenie na siły poprzeczne strzemionami dwuciętymi o przekroju $\emptyset 6$ mm. o przekroju $A_{sw} = 2 \times 0.28 = 0.56 \text{ cm}^2$. Osiowy rozstaw strzemion określony został ze wzoru $s = (A_{sw} \times 0.9d \times f_{yd} / V_{Ed}) \text{ctg} \theta$

Stąd $s_{max} = (56 \times 0.9 \times 310 \times 435 / 34500) \times 2 = 329.5$ mm. Przyjęto rozstaw strzemion co 30.0 cm.

Podpora 1. $V_{sd1P} = V_{sd1P} = 90.19$ KN

Długość odcinka od teoretycznej osi podparcia na którym wymagane jest zbrojenie poprzeczne

$L_{w1P} = 90.19 - 45.74 / 34.63 = 1.28$ mb.

$s = (56 \times 0.9 \times 310 \times 435 / 90190) \times 2 = 150.71$ mm. Przyjęto strzemiona co 15.0 cm. na całym odcinku o dług. 165 cm.

1.01.2.3.1 Sprawdzenie ugięcia

- zbrojenie pręślowe wynosi $A_{s1} = 4 \# 16$ o $A_s = 8.04 \text{ cm}^2$

- stopień zbrojenia $\rho = 8.04 / 20.0 \times 31.0 = 0.013$

- porównawczy stopień zbrojenia $\rho_o = (f_{ck})^{1/2} \times 10^{-3} = (20)^{1/2} \times 10^{-3} = 0.0045$

- zbrojenie ściskane $\rho' = 2 \# 16 = 4.02 / 20 \times 31 = 0.0065$

Ponieważ $\rho > \rho_o$ $l/d = K[11 + 1.5 \times (f_{ck})^{1/2} \times \rho_o / \rho - \rho' + 1/12 \times (f_{ck} \times \rho' / \rho_o)^{1/2}]$

gdzie: l/d - graniczna wartość stosunku rozpiętości do wysokości użytecznej

K – współczynnik zależny od konstrukcji. Dla belki swobodnie podpartej z tablicy 6.4 $K=1.0$, dla skrajnych przęseł belek ciągłych $K=1.3$, dla wewnętrznych przęseł belek ciągłych $K=1.5$

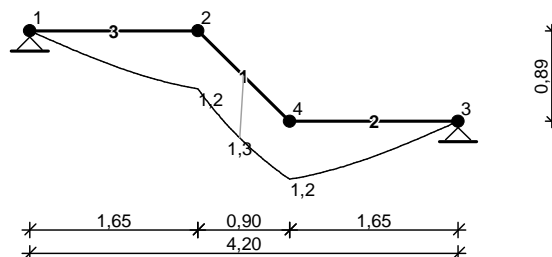
f_{ck} - wytrzymałość charakterystyczna betonu w MPa

$l/d = 1.0 \times [11 + 1.5 \times (20)^{0.5} \times 0.0045 / 0.013 - 0.0065 + 1/12 \times (20 \times 0.0065 / 0.0045)^{1/2}] =$

$1.0[11 + 6.71 \times 0.692 + 0.45] = 1.0[11 + 4.65 + 0.45] = 16.10$

Stosunek długości efektywnej rozpiętości przęsła do wysokości użytecznej wynosi

$L_{ef}/d = 165 : 31 = 5.32 < 16.10$ Obliczanie ugięcia nie jest konieczne.



$u_{rzecz.} = 0.12 < u_{dop} = 165/200 = 0.825$ cm.

Poz. 1.02. Wymiarowanie podciągu stalowego- obliczenia statyczne.

1.02.1. Zestawienie obciążeń wg EN-1991-1-1 Eurokod 1

L/p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystycz. [KN/ m ² .]	Współcz. przeciąż	Obciążenie obliczen. [KN/ m ² .]
3	ciężar stropu DMS z nadbetonem	3.48	1.35	4.70
	Razem g_t	3.48		4.70
5	obciążenie zmienne kat.C 1	3.00	1.5	4.50
		6.48		9.20

1.02.2. Obciążenie podciągu:

- obciążenie o stropu – $0.5 \times 2.10 \times 9.20 =$ 9.66 KN/mb.

- obciążenie od płyty biegowej poz.1.01.2- $q_{p,b} = 0.5 \times 17.10 \times 2.50 = 21.38$ KN/mb.

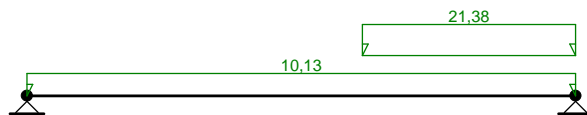
- ciężar podciągu HEB 160 – $0.43 \times 1.10 =$ 0.47KN/mb.

$\Sigma = 31.45$ KN/mb.

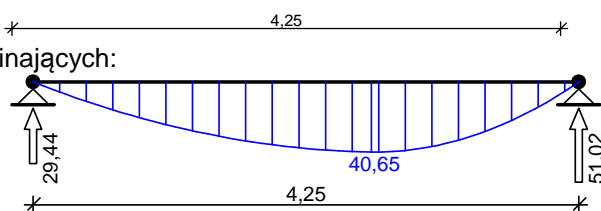
1.02.3. Wymiarowanie

- Długość obliczeniowa $L_o = 4.25$ mb.

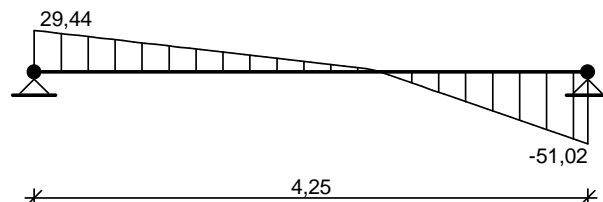
- Schemat statyczny



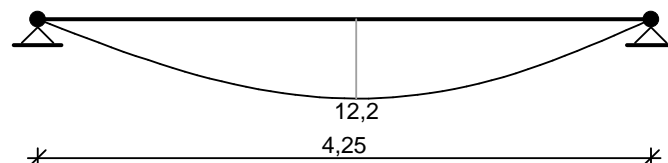
Wykres momentów zginających:



Wykres sił tnących:



Wykres przemieszczeń:



1.02.3.1. Dane materiałowe:

HEB 160 gat.S 275 o $f_y=275 \text{ N/mm}^2$, gdy $t < 40 \text{ mm}$.

- wysokość przekroju - $h=160.0 \text{ mm}$.
- wysokość środnika - $h_w=160.0-2 \times 13.0 = 134.0 \text{ mm}$.
- grubość środnika - $t_w=.8.0 \text{ mm}$.
- szerokość pasa - $b_f=160.0 \text{ mm}$.
- grubość pasa - $t_f=13.0 \text{ mm}$.
- promień zaokrąglenia $r=15.0 \text{ mm}$.
- pole powierzchni - $A=54.30 \text{ cm}^2$.
- momenty bezwładności - $I_x= 2490.0 \text{ cm}^4$, $I_y=889.0 \text{ cm}^4$.
- wskaźnik wytrzymałości - $W_x= 311.0 \text{ cm}^3$, $W_y=111.00 \text{ cm}^3$.
- promień bezwładności - $i_x=6.78 \text{ cm}$, $i_y=4.05 \text{ cm}$
- wskaźnik plastyczny - $W_{pl,xg}= 311.00 \times 1.14=354.54 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y}=111.00 \times 1.14= 126.54 \text{ cm}^3$.

Klasa przekroju przy zginaniu i ściskaniu przy plastycznym rozkładzie naprężeń normalnych

Współczynnik $\epsilon=(235/275)^{1/2}=0.85$

Stosunek szerokości do grubości

- środnika $c/t=(h- t_f-r) / t_w=(160.0-13.0-15.0) / 8.0=16.5 < 72\epsilon=72 \times 0.85=61.5$ środnik jest kl.1

- stopki $c/t=(b_f -t_w-r) / 2t_f=(160.0 -8-15.0) / 2 \times 13.0=5.23 < 9\epsilon=9 \times 1.0=7.29$ stopka jest kl.1

$M_{c,y,Rd}=(W_{pl,y} \times f_y) / \gamma=(354.54 \times 10^3 \times 275):1.0=97.50 \times 10^6 \text{ Nmm}= 97.50 \text{ KNmb}$.

Warunek nośności $M_{max}/ M_{c,y,Rd}=47.65/ 97.50=0.49 < 1.0$ warunek spełniony

1.02.3.2. Nośność obliczeniowa przekroju przy ściskaniu ze względu na małe siły zostały pominięte pominięto

1.02.3.3. Nośność obliczeniowa przekroju przy ścinaniu

Pole powierzchni czynnej przy ścinaniu $A_v = \eta \times h_w \times t_w = 1.2 \times 134.00 \times 8.0 \times 10^{-2}= 12.86 \text{ cm}^2$.

Nośność przekroju na ścinanie $V_{c,c Rd} = A_v \times f_y / (3)^{0.5} = 12.86 \times 10^2 \times 275 / 1.73= 204.42 \times 10^3 \text{ N}=204.42 \text{ KN}$.

Warunek nośności $V_{Rd} / V_{c,c Rd} = 29.44/ 204.42=0.14 < 1.00$ warunek spełniony

Ugięcie: $u_{rz} = 1.22 \text{ cm} = u_{dop}=425/200=2.13. \text{ cm}$

Opracował: