

PROJET TECHNICZNY **cz. konstrukcyjna**

Nazwa/Obiekt: **REMONT I PRZEBUDOWA
BUDYNKU MAGAZYNOWO-BIUROWEGO**

Adres: **20-150 LUBLIN, UL. BURSAKI 17**

Inwestor: **Polski Czerwony Krzyż, Lubelski Oddział Okręgowy
20-323 Lublin, ul. Puchacza 6**

Branża: **KONSTRUKCJA**

Data opracowania: **Lublin, lipiec 2023 r.**

Zespół autorski:

Funkcja:	Imię i Nazwisko Nr uprawnień	Specjalność	Podpis
Projektant:	mgr inż. Piotr Chołdzyński upr. LUB/0239/POOK/08	do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	
Sprawdzający:	mgr inż. Mateusz Grabczuk upr.LUB/0283/PWBKb/18	do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej	

II. ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

I. Spis zawartości opracowania

II. Opis techniczny

III. Wyciąg z obliczeń konstrukcyjnych

IV. Część rysunkowa (11 szt.):

K-01	Schemat przyziemia	_____	1:100
K-02	Schemat parteru	_____	1:100
K-03	Detale fundamentów	_____	1:10
K-04	Schody SCH.1	_____	1:20
K-05	Schody SCH.2	_____	1:20
K-06	Schody SCH.3.1	_____	1:20
K-07	Schody SCH.3.2	_____	1:20
K-08	Płyta żelbetowa PL.3	_____	1:20
K-09	Płyta żelbetowa PL.2	_____	1:20
K-10	Belka stalowa PS.1	_____	1:20, 1:10
K-11	Mur oporowy	_____	1:20

IV. OPIS TECHNICZNY

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Projekt techniczny w zakresie konstrukcji remontu i przebudowy budynku magazynowo-biurowego PCK przy ul. Bursaki 17 w Lublinie.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Opinia o stanie technicznym budynku, autor dr inż. Anna Ostańska - maj 2010 r.
- Mapa do celów projektowych - GEOX Lublin Sp. z o.o. maj 2017 r.
- Projekt architektoniczno-budowlany, autor mgr inż. arch. Krzysztof Korona - czerwiec 2023 r.
- Przegląd obiektu i dokumentacja fotograficzna, własne.
- Obowiązujące przepisy techniczno-budowlane.

3. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

Budynek wzniesiony w latach 60-tych i rozbudowany w latach 70-tych ubiegłego wieku, z pierwotnym przeznaczeniem na garaż (przyziemie - niski parter) i magazyn (wysoki pater) Wojewódzkiego Inspektoratu Transportu Drogowego w Lublinie. Obecnie użytkowany jako budynek magazynowo-biurowy PCK Lubelski Oddział Okręgowy.

Konstrukcja budynku dwukondygnacyjna halowa w rozstawie osi konstrukcyjnych słupów na obu kondygnacjach 18,0 x 6,0m. Wykonany w technologii żelbetowej prefabrykowanej z elementami monolitycznymi oraz obudowie ścian zew. i wew. w technologii murowanej.

Stropodach niewentylowany, z płyt typowych żebrowych, opartych na dźwigarach strunobetonowych. Dźwigary wsparte na słupach żelbetowych prefabrykowanych systemu FF. Strop przyziemia z płyt stropowych prefabrykowanych, typowych wspornikowo-żebrowych opartych na dwuprzęsłowych ramach żelbetowych, składających się ze zmonolityzowanych słupów i podciągów. Schody wew. żelbetowe monolityczne. Budynek posadowiony bezpośrednio na żelbetowych stopach schodowych, ławach i podwalinach.

Budynek w ostatnich latach poddany gruntowemu remontowi znajduje się w ogólnym dobrym lub dostatecznym stanie technicznym.

4. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE

Projektowane rozwiązania konstrukcyjno-budowlane spełniają warunki nośności i użytkowania przy zachowaniu stateczności całego układu konstrukcji budynku.

Projektowane elementy zewnętrzne będą posadowione bezpośrednio i oddylatowane od konstrukcji budynku. Roboty wewnętrzne mają charakter lokalny i nie naruszają właściwej konstrukcji budynku. Planowane rozbiórki i odsłonięcia elementów konstrukcji należy przeprowadzić z niezbędną ostrożnością i zachowaniem przepisów BHP, na bieżąco monitorując stan konstrukcji.

W projekcie przyjęto założenia:

- Strefa obciążenia śniegiem: III
- Strefa obciążenia wiatrem: I
- Głębokość przemarzania gruntu: $h_z=1,00$ m,
- Wartości obc. charakterystycznych, wg Eurocod PN-EN/1991-1-1, PN-EN/1991-1-3:
 - schody zew. i stropy części mieszkalnych: $4,00$ kN/m²
 - ponad ciężar własny konstrukcji, wg układu warstw przegród budowlanych, części architektonicznej.

- Beton żwirowy:
 - fundamenty C20/25, XC2,
 - mur oporowy C30/37, XC2, XF1,
 - elementy zewnętrzne płyty, schody C25/30, XC4
- Stal zbrojeniowa:
 - główna A-IIIIN (RB500),
 - strzemiona i pręty montażowe ze stali A-IIIIN (B500B).
- Stal kształtowa i blachy: Re=355 MPa (S355JR, 18G2A).
 - zabezpieczenia antykorozyjne: M dla kat. C3.

5. WARUNKI POSADOWIENIA

Warunki posadowienia określone zostały w dokumentacji archiwalnej budynku.

Stąd biorąc pod uwagę istniejące bezpośrednie posadowienie budynku, dane z map geologicznych i topograficznych oraz realizacji na terenach sąsiednich, spodziewane są tu rodzime grunty nośne w postaci glin lessowych przewarstwionych, przechodzących w opoki margliste, zwietrzałe w stropie. Niemniej w bezpośrednim sąsiedztwie budynku mogą występować różnego rodzaju nasypy budowlane, które w rejonie posadowienia należy usunąć. Wody gruntowe występują poniżej poziomu projektowanego posadowienia fundamentów.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych z dnia 25 kwietnia 2012 r. (D.U. poz. 463) projektowane budynki zaliczono do:
PIERWSZEJ KATEGORII GEOTECHNICZNEJ W PROSTYCH WARUNKACH GRUNTOWYCH.

Zalecenia postępowania w przypadku gruntów lessowych słabonośnych i nasypowych, wg Instrukcji ITB nr 303 (W-wa 1990 r.):

- otwarte wykopy bezwzględnie chronić przed zalaniem przez wody opadowe,
- ochrona dna wykopów fundamentowych np. chudym betonem,
- dokładne zagęszczenie podłoża przy budynku oraz pod fundamenty,
- dobre odwodnienie powierzchniowe,
- zakaz wykonywania stałych dołów i studni bezpośrednio przy budynku,
- sieci wodociągowe, kanalizacyjne i deszczowe należy prowadzić w oddaleniu od budynków i nie prowadzić ich pod fundamentami,
- przewody wprowadzane/wyprowadzane do/z budynku należy układać w szczelnych rynnach i tunelach z zaprojektowanym odwodnieniem.

W trakcie robót ziemnych potwierdzić przyjęte warunki gruntowe. W przypadku wystąpienia nasypów wykonać ich wymianę mieszanką cementowo-piaskową za zagęszczeniem lub "chudym" betonem C8/10. Dopuszcza się alternatywne wzmocnienie podłoża na podstawie opinii uprawnionego geologia.

Przełożyć odprowadzenie kan. deszczowej będącej w kolizji z fundamentem muru oporowego, wg opracowania branżowego.

6. OPIS ROBÓT BUDOWLANO-KONSTRUKCYJNYCH

6.1. Roboty rozbiórkowe

- Zabezpieczenie konstrukcji w rejonie planowanych robót,
- Sprawdzenie i potwierdzenie warunków wykonania,
- Rozbórka schodów wewnętrznych,

- Rozbiórka wskazanych ścian wewnętrznych,
- Przekucia otworów drzwiowych niskiego parteru (przyziemia).

6.2. Schody zew.

Schody zewnętrzne SCH.1-SCH.3 posadowione bezpośrednio przy budynku, oddylatowane od konstrukcji głównej. Ławy fundamentowe odcinkowe monolityczne, nadmurowane z prefabrykowanych bloczków betonowych kl. 15 MPa.

Schody płytowe i spoczniki żelbetowe monolityczne, gr. płyty 13 cm.

Wszystkie elementy w gruncie zabezpieczyć p.wilgociowo powłokową izolacją systemową.

6.3. Mur oporowe

Mur oporowy odcinkowy żelbetowy monolityczny, posadowiony na jednej stopie fundamentowej przy zachowaniu ciągłości zbrojenia stopy i ścian.

Płyta stopy gr. 30 cm na warstwie "chudego" betonu 10 cm. Założono teoretyczną odsadzkę płyty od istniejących fundamentów budynku.

Ściany oporowe gr. 25 cm i geometrii dostosowanej do przebiegu schodów terenowych, wg cz. architektonicznej. Połączenie ścian z elewacją budynku wykonać jako dylatację szczelną.

Wszystkie elementy w gruncie zabezpieczyć p.wilgociowo powłokową izolacją systemową.

6.4. Płyty

Płyta PL.3 zew. nad wjazdem do budynku, żelbetowa monolityczna, jednoprzęsłowa, gr. 13 cm, zespolona ze schodami zew., oddylatowana od konstrukcji budynku.

Płyta PL.2 wewnątrz budynku jako uzupełnienie stropu w miejscu rozbiórki schodów, żelbetowa monolityczna, jednoprzęsłowa, gr. 12 cm. Zbrojenie główne mocowane do istniejącej konstrukcji na systemowe kotwy chemiczne. Uzupełnienie grubości płyty materiałem lekkim, np. betonem komórkowych 500 kg/m³.

6.5. Konstrukcje stalowe

Oparcie płyty PL.3 na 2-ch belkach stalowych z profili walcowanych IPE360. Belki zakotwione monolitycznie w projektowanym nadbetonie istniejących murów oporowych (podparcia schodów zew.). Belki zabezpieczone antykorozyjnie nawierzchniową powłoką malarską (poliuretanową lub epoksydową) min. 70 um na przygotowanej i zagruntowanej powierzchni.

Nadproża nad projektowanymi otworami w ścianach istniejących wykonać z belek stalowych 2x CNP120, opartych na murze za pośrednictwem poduszek z betonu kl. C12/15 i zespolonych śrubami 4xM10, wg sztuki budowlanej.

7. UWAGI KOŃCOWE

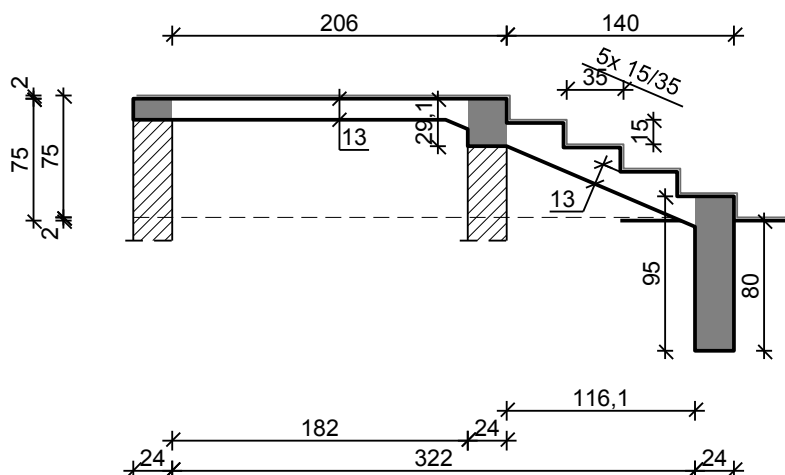
- Niniejszy projekt techniczny stanowi podstawę do opracowania rozwiązań wykonawczych w zakresie konstrukcji.
- Wszystkie roboty należy wykonywać zgodnie z projektem, przestrzegając przepisów zawartych w „Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych”, odpowiednich normach i przepisach oraz zasadami wiedzy i sztuki budowlanej.
- Wszystkie prace winny być wykonane zgodnie z wymogami rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. Nr 47, poz. 401).
- Wszystkie stosowane materiały powinny spełniać wymogi ustawy z dnia 10 kwietnia 2004r. O wyrobach budowlanych (Dz.U. Nr 92, poz. 881) oraz związanych

z nią rozporządzeń oraz być stosowane zgodnie z przeznaczeniem i wytycznymi producenta, dochowując technicznych warunków wykonania robót.

- Wszystkie prace muszą być wykonywane przy zachowaniu należytej staranności oraz zgodnie ze sztuką budowlaną, pod nadzorem uprawnionych do tego osób. Załoga powinna być przeszkolona, wyposażona w odpowiedni sprzęt i posiadać wymagane kwalifikacje. Teren prowadzonych prac powinien być oznakowany i zabezpieczony przed dostępem osób postronnych.
- Roboty należy powierzyć wykonawcom posiadającym odpowiednie uprawnienia i doświadczenie w tego typu pracach.
- Elementy zewnętrzne podlegają geodezyjnemu wytyczeniu oraz inwentaryzacji powykonawczej przez uprawnionego geodetę w oparciu o o wcześniej założoną ośnowę sytuacyjno-wysokościową w nawiązaniu do państwowego reperu wysokościowego.
- Zastosować się do uwag i wytycznych z projektu architektoniczno-budowlanego oraz projektów branżowych.
- W przypadku stwierdzenia niezgodności realizacji z założeniami bądź wytycznymi niniejszego projektu, całą odpowiedzialność ponosi wykonawca lub autor projektu wykonawczego bądź zamiennego.

V. WYCIĄG Z OBLICZEŃ

SCH.1 SZKIC SCHODÓW



Wymiary schodów : Szerokość biegu 1,52 m - Schody jednobiegowe

OBCIĄŻENIA NA SCHODACH

Obciążenia zmienne [kN/m²]:

Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
Obciążenie zmienne (dojścia do wejść i wyjść audytoriów, auli, sal (konferencyjnych, zebrań, sal rekreacyjnych w szkołach itp.)) [4,0kN/m ²]	4,00	1,30	0,35	5,20

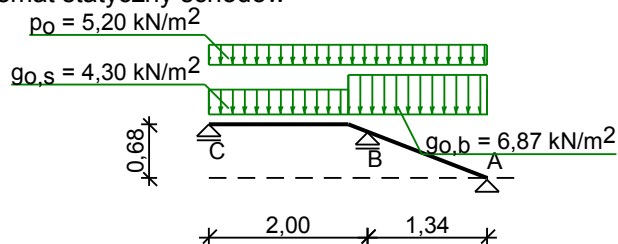
Obciążenia stałe na biegu schodowym [kN/m²]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	Obc.obl.
1.	Okładzina górna biegu (Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm grub. 2 cm [0,320kN/m ² :0,02m]) grub.2 cm 0,38·(1+15,0/35,0)	0,46	1,20	0,55
2.	Płyta żelbetowa biegu grub.13 cm + schody 15/35	5,41	1,10	5,95
3.	Okładzina dolna biegu (Warstwa cementowo-wapienna [19,0kN/m ³] grub.1,5 cm	0,31	1,20	0,37
Σ :		6,18	1,11	6,87

Obciążenia stałe na spoczniku [kN/m²]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	Obc.obl.
1.	Okładzina górna spocznika (Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm grub. 2 cm [0,320kN/m ² :0,02m]) grub.2 cm	0,32	1,20	0,38
2.	Płyta żelbetowa spocznika grub.13 cm	3,25	1,10	3,58
3.	Okładzina dolna spocznika (Warstwa cementowo-wapienna [19,0kN/m ³] grub.1,5 cm	0,28	1,20	0,34
Σ :		3,85	1,12	4,30

Schemat statyczny schodów



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu **C20/25** (B25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIIN (**RB500**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów $\phi = 10 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy $M_{Sd} = 1,66 \text{ kNm/mb}$

Podpora B: moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd,p} = -3,95 \text{ kNm/mb}$

Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy $M_{Sd} = 3,19 \text{ kNm/mb}$

Reakcja obliczeniowa $R_{Sd,A,max} = 6,34 \text{ kN/mb}$, $R_{Sd,A,min} = 2,03 \text{ kN/mb}$

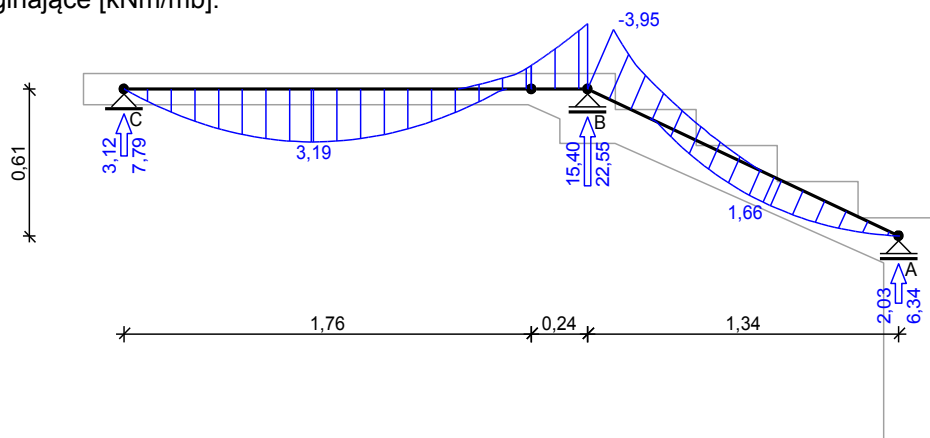
Reakcja obliczeniowa $R_{Sd,B,max} = 22,55 \text{ kN/mb}$, $R_{Sd,B,min} = 15,40 \text{ kN/mb}$

Reakcja obliczeniowa $R_{Sd,C,max} = 7,79 \text{ kN/mb}$, $R_{Sd,C,min} = 3,12 \text{ kN/mb}$

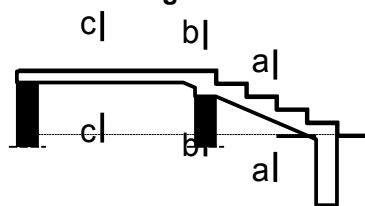
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych:

Momenty zginające [kNm/mb]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A-B

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 1,66 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,23 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 10$ co **15,0 cm** o $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,55\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 1,66 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 19,08 \text{ kNm/mb}$ (8,7%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa $V_{Sd} = 9,61 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 9,61 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 42,34 \text{ kN/mb}$ (22,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 1,40 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 1,05 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0,11 \text{ mm} < a_{lim} = 1345/200 = 6,73 \text{ mm}$ (1,7%)

Podpora B

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = 3,95 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,76 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto górą $\phi 10$ co 15,0 cm o $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-) 3,95 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 27,87 \text{ kNm/mb}$ (14,2%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = 3,33 \text{ kNm/m}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 2,48 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Przęsło B-C

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 3,19 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,23 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 10$ co 15,0 cm o $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,55\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 3,19 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 19,08 \text{ kNm/mb}$ (16,7%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa $V_{Sd} = 10,36 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 10,36 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 42,34 \text{ kN/mb}$ (24,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 2,69 \text{ kNm/mb}$

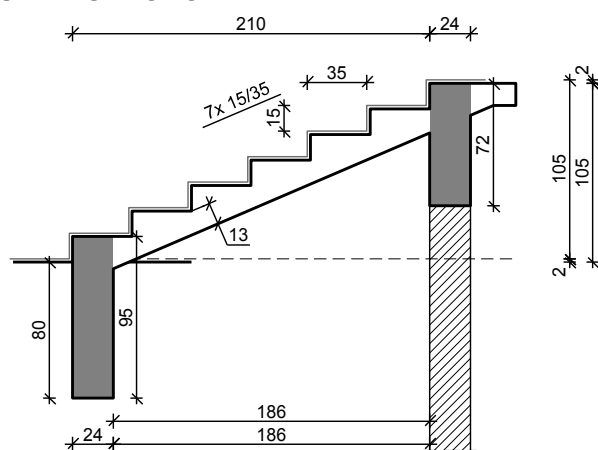
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 2,00 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0,51 \text{ mm} < a_{lim} = 2005/200 = 10,02 \text{ mm}$ (5,1%)

SCH.3

SZKIC SCHODÓW



Wymiary schodów: Szerokość biegu 1,52 m - Schody jednobiegowe

OBCIĄŻENIA NA SCHODACH

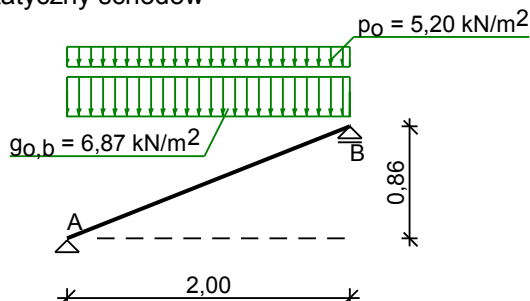
Obciążenia zmienne [kN/m²]:

Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
Obciążenie zmienne (dojścia do wejść i wyjść audytoriów, auli, sal (konferencyjnych, zebrań, sal rekreacyjnych w szkołach itp.)) [4,0kN/m²]	4,00	1,30	0,35	5,20

Obciążenia stałe na biegu schodowym [kN/m²]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	Obc.obl.
1.	Okładzina górna biegu (Płytki kamionkowe grubości 7 mm na zaprawie cementowej 1:3 gr. 16-23 mm grub. 2 cm [0,320kN/m ² :0,02m]) grub.2 cm 0,38·(1+15,0/35,0)	0,46	1,20	0,55
2.	Płyta żelbetowa biegu grub.13 cm + schody 15/35	5,41	1,10	5,95
3.	Okładzina dolna biegu (Warstwa cementowo-wapienna [19,0kN/m ³] grub.1,5 cm	0,31	1,20	0,37
Σ :		6,18	1,11	6,87

Schemat statyczny schodów



Parametry betonu:

Klasa betonu **C20/25** (B25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIIN (**RB500**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 30$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa:

trwała

Graniczna szerokość rys

$w_{lim} = 0,3$ mm

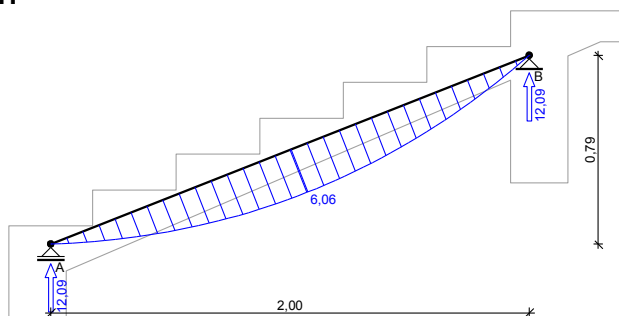
Graniczne ugięcie w przęsłach

$a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

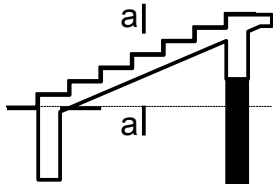
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych:

Momenty zginające [kNm/mb]:



Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002



Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy

$M_{Sd} = 6,06$ kNm/mb

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,56$ cm²/mb. Przyjęto $\phi 10$ co 15,0 cm o $A_s = 5,24$ cm²/mb

($\rho = 0,55\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 6,06$ kNm/mb < $M_{Rd} = 19,08$ kNm/mb (31,7%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa $V_{Sd} = 11,31 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 11,31 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 42,34 \text{ kN/mb} \quad (26,7\%)$

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 5,11 \text{ kNm/mb}$

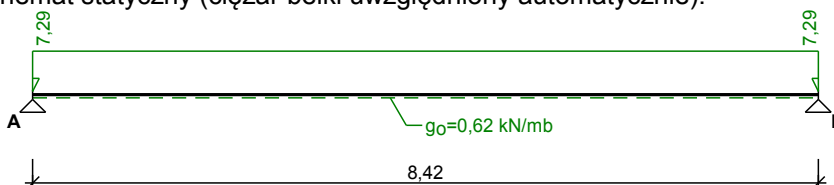
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 3,80 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

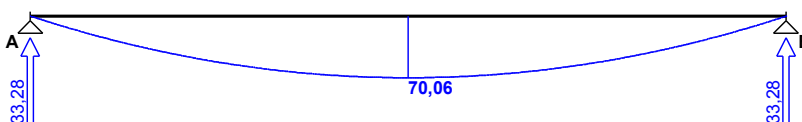
Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 1,13 \text{ mm} < a_{lim} = 2003/200 = 10,02 \text{ mm} \quad (11,3\%)$

BELKA STALOWA PS

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: nie;

Parametry analizy zwichrzenia:

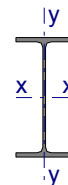
- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **IPE 360**, Stal: **St3**

$A_v = 28,8 \text{ cm}^2$, $m = 57,1 \text{ kg/m}$

$J_x = 16270 \text{ cm}^4$, $J_y = 1040 \text{ cm}^4$, $J_{\omega} = 313600 \text{ cm}^6$, $J_T = 37,3 \text{ cm}^4$, $W_x = 904 \text{ cm}^3$



Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,000$) $M_R = 194,36 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 359,14 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 4,21 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,366$

Moment maksymalny $M_{max} = 70,06 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,985 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 33,28 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{max} / V_R = 0,093 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{max} = 33,28 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 215,48 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 4,21 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,max} = 13,54 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 8420 / 350 = 24,06 \text{ mm}$

$$f_{k,max} = 13,54 \text{ mm} < f_{gr} = 24,06 \text{ mm} \quad (56,3\%)$$