

KONSTRUKCJA

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Dane i wytyczne przekazane przez Inwestora,
- Wytyczne architektoniczne oraz branżowe,
- Polskie Normy:
 - PN-82/B-02000 – Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
 - PN-82/B-02001 – Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
 - PN-82/B-02003 – Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
 - PN-80/B-02010 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
 - PN-80/B-002010/Az1 – zmiana do PN-80/B-02010 z października 2006r.
 - PN-77/B-02011 – Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
 - PN-88/B-02014 – Obciążenia budowli. Obciążenie gruntem.
 - PN – 90/B – 03200 – Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-03264:2002 – Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-B-03002:1999 – Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczenia.
 - PN-81/B-03020 – Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- Literatura fachowa.

2. EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO

2.1 PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszej ekspertyzy jest istniejący budynek dydaktyczno-administracyjnego nr W-15 (10-34) HUSTON znajdujący się w Krakowie przy ul. ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków (dz. nr ewid. 3/12, obręb 0118, j. ewid. 126105_9, Śródmieście). Opracowanie wykonano w związku z planowaną przebudową, termomodernizacją i konserwacją elewacji. Celem opracowania jest ocena stanu technicznego oraz możliwości przebudowy i rozbudowy budynku w planowanym zakresie.

W związku z powyższym, zakres opracowania obejmuje:

- opis przedmiotu opracowania,
- szczegółowy opis badanych elementów i rozwiązań konstrukcyjnych budynku z podaniem rodzaju materiałów i wyrobów z jakich zostały wykonane (w tym: sposób posadowienia, ściany konstrukcyjne wewnętrzne i zewnętrzne, stropy, dach, schody itp.), w oparciu o dokumentację archiwalną, oględziny, badania makroskopowe,
- określenie przyczyn powstania obecnego stanu technicznego budynku,
- sformułowanie wniosków i zaleceń.

2.2 PODSTAWOWE INFORMACJE FORMALNO – PRAWNE

Będący przedmiotem opracowania budynek znajduje się przy ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków (dz. nr ewid. 3/12, obręb 0118, j. ewid. 126105_9, Śródmieście). Właścicielem budynku jest Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków.

2.3 OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO

2.3.1 Ogólna charakterystyka obiektu

Przedmiotowy budynek jest budynkiem dydaktyczno-laboratoryjnym. Posiada cztery kondygnację naziemne, jest częściowo podpiwniczony. Posiada dużą halę wykonaną w

konstrukcji słupowo-ryglowej żelbetowej z transportem podpartym. Budynek o kształcie prostokątnym o wymiarach ok. 73,1 [m] × 21,6 [m] został wybudowany pod koniec lat 60-tych ubiegłego wieku. W latach 70-tych część otwarta hali laboratoryjnej została zabudowana. Zostały dodane dwa nowe stropy o konstrukcji stalowej w celu wykorzystania powierzchni pod biura oraz jako sale dydaktyczne. Budynek posiada dwie klatki schodowe.

2.3.2 Podstawowe dane techniczne budynku

Długość:	ok. 73,1 m
Szerokość:	ok. 21,6 m
Powierzchnia zabudowy:	1646,5 m ²
Powierzchnia całkowita:	4460,61 m ²
Kubatura budynku:	20200,1 m ³
Ilość klatek schodowych:	2

2.3.3 Opis konstrukcji budynku

Budynek wykonany w konstrukcji szkieletowej, jednonawowej, trzykondygnacyjnej hali.

Fundamenty

Fundamenty w postaci ław i stóp żelbetowych.

Stropy

Stropy wykonano jako żelbetowe monolityczne oparte na belkach i żebrach żelbetowych, strop ostatniej kondygnacji to strop gęstożebrowy typu DZ3.

Schody, wieńce, nadproża

Schody żelbetowe płytowe, wieńce żelbetowe, belki monolityczne żelbetowe, nadproża żelbetowe oraz prefabrykowane.

Ściany i słupy

Ściany nośne z cegły pełnej na zaprawie wapienno-cementowej i cementowej. Filarki międzyokienne z cegły pełnej na zaprawie cementowej, słupy żelbetowe obłożone cegłą dziurawką. Mury podparapetowe z cegły dziurawki.

Ścianki działowe ceglane lub o konstrukcji drewnianej kryte obustronnie płytami pilśniowymi, oraz płytami gipsowymi.

Słupy głównej konstrukcji nośnej żelbetowe.

Dach

Dach z prefabrykatów żelbetowych drobnowymiarowych (płyty korytkowe) na murach ażurowych z cegły dziurawki. Ocieplenie dachu nad przestrzenią wentylowaną warstwą supremy 12 cm, płyty dach rock 120mm, ostatniego stropu warstwa supremy w płytach o grubości 5 cm.

Pokrycie dachowe papa termozgrzewalna, świetlik dachowy o konstrukcja szkieletowo-ryglowo-słupowej - profile CW 50.

Elementy wykończeniowe

- wykończenie gzymsów, daszków, kominów blachą stalową ocynkowaną,
- podłogi – lastrico, PCW, płytki terakotowe,
- wykończenie ścian korytarzy oraz klatek schodowych, ściany malowane farbą emulsyjną oraz lamperie olejne,

- stolarka okienna stalowa, drewniana,
- w niektórych pomieszczeniach sufity podwieszane z płyt gipsowo-kartonowych.

Budynek wyposażony jest w następujące instalacje wewnętrzne:

- instalację elektryczną oraz odgromową,
- instalację wody zimnej,
- instalację kanalizacyjną,
- instalację gazu ziemnego,
- instalacje centralnego ogrzewania.

2.4 PLANOWANY ZAKRES ZMIAN

Na podstawie koncepcji architektonicznej zakres zmian obejmuje:

- przebudowa wejść do budynków,
- wymiana witryn okiennych,
- modernizacja instalacji wentylacyjnej i klimatyzacji z zastosowaniem odnawialnych źródeł energii,
- termomodernizacja budynku.

W zakresie przebudowy wejść do budynków przewiduje się wyburzenie istniejących daszków wraz z częścią fundamentów i wykonanie nowych wejść (wiatrołapów) zgodnie z częścią rysunkową.

W zakresie modernizacji instalacji wentylacyjnej i klimatyzacji przewiduje się usytuowanie kolektorów słonecznych oraz paneli fotowoltanicznych na dachu oraz central wentylacyjnych.

2.5 OCENA STANU TECHNICZNEGO BUDYNKU

Przedmiotowy budynek jest aktualnie użytkowany i poddawany na bieżąco remontom związanym z normalnym zużyciem technicznym budynku. Stan techniczny budynku oraz jego elementów konstrukcyjnych uznaje się jako dobry. Nie występuje bezpośrednie zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowania budynku według stanu na dzień opracowania niniejszej ekspertyzy.

W związku z planowanymi robotami budowlanymi możliwe są:

- montaż lekkich kompaktowych kolektorów słonecznych oraz paneli fotowoltanicznych na dachu,
- montaż central wentylacyjnych o masie do 1300 kg na ścianach pomiędzy osiami 2 i 3 na stalowych konstrukcjach wsporczych przekazujących obciążenia bezpośrednio na ścianę i belki żelbetowe w osiach 2 i 3 (zgodnie z częścią rysunkową).
- wymiana witryn okiennych w klatkach schodowych oraz w hali. Zaleca się wykonanie podlewki cementowej u podstawy witryny (na szerokości murku podparapetowego) grubości 10 cm.
- termomodernizacja budynku,
- przebudowa wejść do budynku.

2.6 WNIOSKI I ZALECENIA

- Ogólny stan techniczny budynku dydaktyczno-administracyjnego nr W-15 (10-34) HUSTON znajdującego się w Krakowie przy ul. Warszawskiej 24, ocenia się jako dobry, nie zagrażający wg stanu na dzień opracowania ekspertyzy bezpieczeństwu jego użytkowania.
- Głównymi przyczynami powstania obecnego stanu budynku są: naturalne zużycie elementów (użytkowanie budynku), agresywny wpływ środowiska atmosferycznego.
- Przebudowa budynku w przewidzianym zakresie jest możliwa pod warunkiem zastosowania się do zaleceń przedstawionych w punkcie 2.5.
- Roboty budowlane należy prowadzić pod bezpośrednim nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia.

3. OPIS TECHNICZNY

3.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany, część konstrukcyjna przebudowy oraz docieplenia budynku dydaktyczno-administracyjnego nr W-15 (10-34) HUSTON wraz z przebudową instalacji wentylacji mechanicznej i klimatyzacji w ramach zadania: "Termomodernizacja i konserwacja elewacji dla budynku dydaktyczno-administracyjnego Wydziału Inżynierii Środowiska, W-15(10-34) Huston Politechniki Krakowskiej" w Krakowie przy ulicy Warszawskiej 24, dz. nr 3/12.

3.2 GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA WEJŚĆ DO BUDYNKU

Projektuje się klatkę wejściową jednokondygnacyjną o prostej konstrukcji, oddylatowaną od głównego budynku. Na podstawie odkrywek stwierdzono proste warunki gruntowe i nie stwierdzono występowania wody gruntowej. Na podstawie Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 25 kwietnia 2012 r. W sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych Dz.U. 1998 r. Nr 126, poz. 839 dla podłoża gruntowego stwierdza się proste warunki gruntowe i pierwszą kategorię geotechniczną obiektu.

3.3 POSADOWIENIE WEJŚĆ DO BUDYNKU I ROBOTY ZIEMNE

Przyjęto posadowienie bezpośrednie obiektu na ławach i stopie żelbetowej. Poziom posadowienia fundamentów wynosi około -1,52 m poniżej poziomu +/-0,00. Szczegóły dotyczące lokalizacji, wymiarów oraz poziomu posadowienia poszczególnych fundamentów znajdują się na załączonym rzucie fundamentów.

3.4 OGÓLNY OPIS KONSTRUKCJI WEJŚĆ DO BUDYNKU

Wejścia do budynku zostały zaprojektowane w technologii tradycyjnej: posadowione na ławach i stopach fundamentowych, ściany zaprojektowano jako murowane, słupy stalowe i żelbetowe monolityczne oraz stropodachy żelbetowe monolityczne.

4. OPIS ELEMENTÓW KONSTRUKCJI WEJŚĆ DO BUDYNKU

4.1 FUNDAMENTY

Przyjęto posadowienie bezpośrednie obiektu na ławach i stopach żelbetowych. Poziom posadowienia fundamentów wynosi -1,52 m w stosunku do poziomu zerowego posadzki. Pod ściany zewnętrzne projektuje się ławy fundamentowe o wysokości 30 cm i szerokości 40 cm z betonu C25/30 zbrojone czterema prętami $\varnothing 12$ i strzemionami $\varnothing 6$ w rozstawie co 25 cm ze stali A-IIIN. Układając zbrojenie w ławach należy pamiętać o zachowaniu w narożach 50

cm zakładu zbrojenia. Stopy fundamentowe zaprojektowano jako prostokątne 60×80 cm o wysokości 30 cm z betonu C25/30 zbrojone prętami $\varnothing 12$ ze stali A-IIIIN. Podczas zbrojenia stóp należy pamiętać o wypuszczeniu prętów startowych do słupów żelbetowych. Pod wszystkimi fundamentami należy ułożyć podkład betonowy C8/10 grubości min. 10 cm. Elementy betonowe stykające się z gruntem należy zabezpieczyć izolacją przeciwwilgociową.

4.2 ŚCIANY FUNDAMENTOWE

Ściany fundamentowe zaprojektowano jako murowane z bloczków betonowych grubości 25 cm z betonu C16/20 murowanych na zaprawie zwykłej M5.

4.3 PODŁOGA NA GRUNCIE

Podłoga na gruncie w postaci płyty betonowej grubości 6 cm z betonu C12/15 zbrojonej siatkami $\varnothing 6$ o oczkach 10×10 cm dołem i górą. Płytę należy wykonać na podkładzie betonowym grubości 10 cm z betonu C8/10 i ubitej podsypce piaskowej grubości 30 cm.

4.4 ŚCIANY CZĘŚCI NADZIEMNEJ

W części nadziemnej zaprojektowano ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej grubości 25 cm klasy 15 MPa murowanej na zaprawie cem.-wap. marki M5.

4.5 SŁUPY

Zaprojektowano słupy żelbetowe monolityczne o wymiarach 25×40 cm z betonu C20/25 zbrojone prętami $\varnothing 12$ i strzemionami $\varnothing 6$ ze stali A-IIIIN.

Słupy stalowe należy wykonać z rur kwadratowych 120×120×12 ze stali S235. Blachę podstawy o wymiarach 180×180×12 ze stali S235 należy mocować do ścian fundamentowych czterema kotwami wklejanymi M12 na głębokość 80 mm. Do górnej blachy o wymiarach 250×250×12 ze stali S235 należy przyspawać cztery pręty $\varnothing 12$ ze stali A-IIIIN o długości 30 cm, które będą zabetonowane w belce żelbetowej. Słupy należy zabezpieczyć farbą ogniochronną do klasy odporności ogniowej R120. Dobór farby ogniochronnej dla temperatury krytycznej stali 700°C.

4.6 BELKI

Belki zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne z betonu C20/25 zbrojone prętami $\varnothing 12$ i strzemionami $\varnothing 6$ ze stali A-IIIIN. Dokładna lokalizacje i wielkości belek zgodnie z rzutem konstrukcji.

4.7 WIEŃCE ŚCIAN

W miejscu oparcia stropodachów na ścianach konstrukcyjnych należy wykonać wieńce żelbetowe z betonu C20/25 zbrojone 4 $\varnothing 12$ oraz strzemionami $\varnothing 6$ co 25 cm ze stali klasy A-IIIIN.

4.8 STROPODACHY

Stropodachy zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne grubości 12 cm z betonu C20/25 zbrojone prętami $\varnothing 8$ ze stali A-IIIIN.

5. Konstrukcja wsporcza central wentylacyjnych i agregatu wody lodowej

W miejscu central wentylacyjnych należy zdemontować po trzy prefabrykowane płyty korytkowe usuwając uprzednio w tych miejscach warstwę wykończeniową dachu. Po zdemontowaniu płyt wykonać monolityczne płyty żelbetowe gr. 10 cm z betonu C20/25

zbrojone jednokierunkowo prętami $\varnothing 8$ ze stali klasy A-IIIN w rozstawie co 10 cm. Zbrojenie pomiędzy otworami należy zagęścić do 5 cm. Zbrojenie rozdzielcze układać w rozstawie co 20 cm. W płytach uwzględnić otwory do przeprowadzenia kanałów z central wentylacyjnych.

Konstrukcję wsporczą central wentylacyjnych i agregatu wody lodowej należy wykonać z dwuteowników HEA100 ze stali S235 i opierać z jednej strony na ścianie a z drugiej strony na słupkach stalowych. Słupki stalowe $80 \times 80 \times 4$ ze stali S235 należy przesadzić przez uprzednio wykonane otwory w dachu i stawiać na stropie poddasza. W dwóch miejscach po obydwu stronach do słupków przymocować śrubami M12 klasy 5.8 kątowniki nierównoramienne $100 \times 50 \times 6$ ze stali S235. Następnie kątowniki zamocować do ściany prętami gwintowanymi M12 klasy 5.8 przykręcanymi na przelot przez ścianę. Dolne dwuteowniki konstrukcji wsporczej z jednej strony osadzić na zaprawie cementowej w uprzednio wykutych gniazdach w ścianie murowanej. Z drugiej strony dwuteowniki przykręcić do słupków stalowych śrubami M16 klasy 5.8. Dwuteowniki górne z dolnymi mocować śrubami M12 klasy 5.8. Elementy stalowe należy cynkować ogniowo $85 \mu\text{m}$. Po montażu konstrukcji wsporczych należy odtworzyć wszystkie warstwy dachu z zachowaniem szczelności pokrycia dachowego.

6. KONSTRUKCJA WSPORCZA OTWORÓW POD KLAPY DYMOWE

Nad klatkami schodowymi przewiduje się montaż klap dymowych. W tym celu należy usunąć pokrycie dachowe wraz z ociepleniem oraz zdemontować po dwie płyty korytkowe o szerokości 60 cm. Na płycie żelbetowej stropodachu wyznaczyć otwory pod klap dymowe, które powinny mieścić się w otworach po zdemontowanych płytach korytkowych. Stropodach w miejscu otworów podeprzeć konstrukcją wsporczą z dwuteowników HEA120 ze stali S235 zgodnie z częścią rysunkową niniejszego opracowania. Konstrukcję wsporczą opierać na ścianach nośnych na zaprawie cementowej. Płytę żelbetową stropodachu w miejscu oparcia na konstrukcjach wsporczych podklinować a następnie wykonać otwory. Na płycie żelbetowej wokół otworów wymurować ścianki z cegły ceramicznej pełnej gr. 12 cm klasy 15 MPa na zaprawie cem.-wap. marki M5. Na ściankach oprzeć uprzednio zdemontowane i docięte na długość płyty korytkowe. Po montażu klap dymowych należy odtworzyć wszystkie warstwy dachu z zachowaniem szczelności pokrycia dachowego. Konstrukcję wsporczą należy zabezpieczyć do klasy odporności ogniowej R60 poprzez obudowę płytami ogniochronnymi.

7. ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWE

Budynek zaprojektowano w klasie odporności ogniowej „B”.

Zabezpieczenie przeciwpożarowe żelbetowych elementów konstrukcyjnych wykonano poprzez zapewnienie odpowiedniej otuliny zbrojenia głównego.

Zabezpieczenie przeciwpożarowe stalowych elementów konstrukcyjnych zapewniono przy użyciu farb ogniochronnych oraz płyt ogniochronnych.

8. UWAGI KOŃCOWE

- Powyższy opis techniczny i wytyczne dotyczące realizacji obejmują najważniejsze elementy konstrukcyjne przebudowywanego obiektu.
- Zmiany w zakresie zastosowanych materiałów i technologii należy uzgadniać z właściwymi projektantami.
- Wykonawstwo robót budowlanych realizowane musi być zgodnie z obowiązującymi przepisami Prawa Budowlanego oraz BHP, przy czym należy się stosować do wszystkich uznanych reguł sztuki budowlanej, a całość realizacji musi odpowiadać najnowszemu poziomowi techniki budowlanej.

- Elementy konstrukcyjne przebudowywanego budynku należy wykonać z właściwych materiałów posiadających certyfikaty oraz dopuszczonych do obrotu w budownictwie w świetle przepisów ustawy Prawo budowlane.
- W przypadku zaistnienia nowych, nieprzewidzianych wcześniej okoliczności mających wpływ na prowadzone prace budowlane należy skontaktować się z autorami niniejszego opracowania.
- Całość obliczeń statycznych i wymiarowanie elementów znajduje się w archiwum biura projektowego.
- Przed przystąpieniem do realizacji projektu należy opracować na podstawie niniejszego projektu oraz projektu arch. projekt technologii i organizacji robót budowlano-montażowych i zgodnie z nimi prowadzić prace.
- Zwraca się szczególną uwagę, na stosowanie właściwego betonu, w celu uniknięcia występowania raków oraz obniżenia wytrzymałości betonu. Zaleca się, aby beton sprowadzany z betoniarni został dodatkowo sprawdzony przez Wykonawcę w celu zweryfikowania jego wytrzymałości.
- Na podstawie niniejszego projektu budowlanego należy wykonać szczegółowy projekt wykonawczy, według którego należy przeprowadzić roboty budowlane.

9. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ I PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

9.1 ZAŁOŻENIA

Strefy klimatyczne:

- wiatr, I strefa, teren A, 215 m n.p.m. $q_k = 0.30 \text{ kPa} / \gamma_f = 1.5$
- śnieg, III strefa, 215 m n.p.m. $Q_k = 1.20 \text{ kPa} / \gamma_f = 1.5$

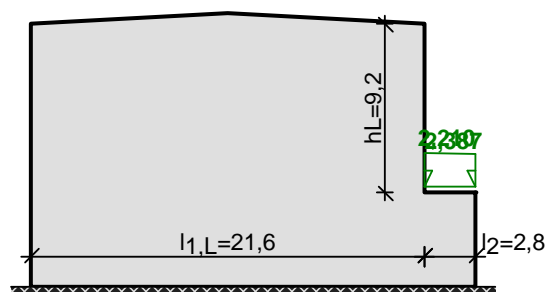
9.2 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Stropodach - obciążenia stałe

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Lepik, papa grub. 1 cm [11,0kN/m ³ ·0,01m]	0,11	1,20	--	0,13
2.	Beton zwykły na kruszywie kamiennym, zbrojony, zagęszczony grub. 12 cm [25,0kN/m ³ ·0,12m]	3,00	1,10	--	3,30
3.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m]	0,29	1,30	--	0,38
Σ :		3,40	1,12	--	3,81

Stropodach - obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-4

 **S** [kN/m²]



- Dachy na różnych wysokościach
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
 - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 215 m n.p.m. →
 - $Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,690 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$

Maksymalne obciążenie dachu niższego:

Współczynniki kształtu dachu:

$$C_5 = (l_1 + l_2) / (2 \cdot h) = (21,6 + 2,8) / (2 \cdot 9,2) = 1,326$$

$$C_6 = 0$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 1,326 + 0 = 1,326$$

Zasięg worka:

$$l_s = 15 \text{ m}$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,200 \cdot 1,326 = \mathbf{1,591 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,591 \cdot 1,5 = \mathbf{2,387 \text{ kN/m}^2}$$

Minimalne obciążenie dachu niższego:

- Współczynnik kształtu dachu:

$$C_3 = 0,8 + (C_4 - 0,8) \cdot [1 - (l_2 / l_{s,L})] = 0,8 + (1,326 - 0,8) \cdot [1 - (2,8 / 15,0)] = 1,228$$

Zasięg worka:

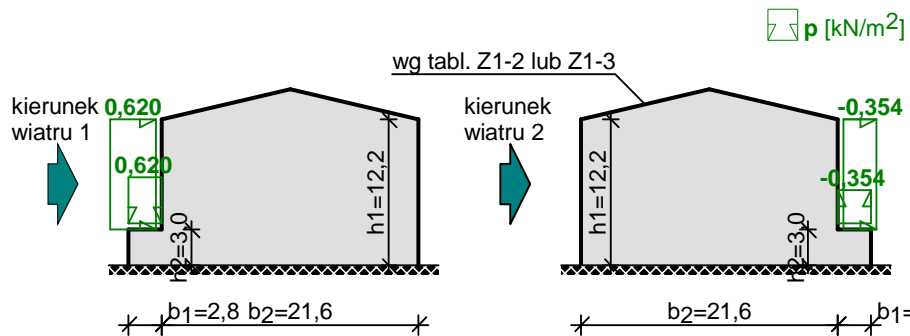
$$l_s = 15 \text{ m}$$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,200 \cdot 1,228 = \mathbf{1,473 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \gamma_f = 1,473 \cdot 1,5 = \mathbf{2,210 \text{ kN/m}^2}$$

Stropodach - obciążenie wiatrem (prostopadle do budynku) wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-5- Budynek o wymiarach: $B = b_1 + b_2 = 24,4 \text{ m}$, $L = 73,1 \text{ m}$, $H = 14,7 \text{ m}$ - Kąt nachylenia połaci dachowej dachu niższego $\alpha = 0,0^\circ$

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:

- strefa obciążenia wiatrem I; $H = 215 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$

$$q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$$

- Współczynnik ekspozycji:

$$\text{rodzaj terenu: A; } z = H = 14,7 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 14,7 = 1,09$$

- Współczynnik działania porywów wiatru:

$$\beta = 1,80$$

Połąć dachowa nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = 0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,09 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = \mathbf{0,414 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0,414 \cdot 1,5 = \mathbf{0,620 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć dachowa zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

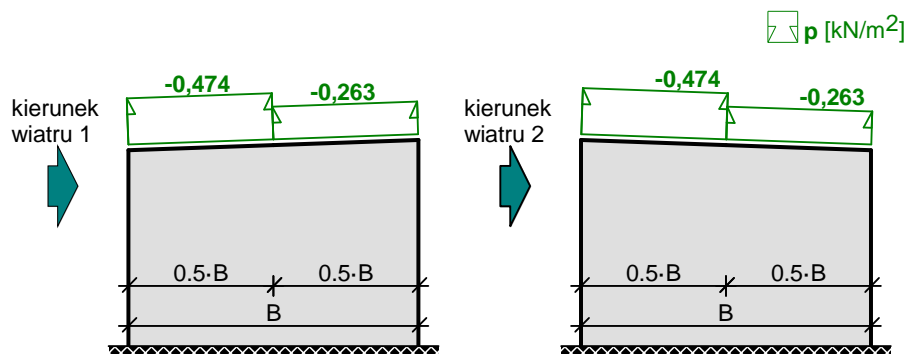
Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = \mathbf{-0,236 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,236) \cdot 1,5 = \mathbf{-0,354 \text{ kN/m}^2}$$

Stropodach - obciążenie wiatrem (równoległe do budynku) wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-5



- Budynek o wymiarach: $B = 2,8 \text{ m}$, $L = 3,6 \text{ m}$, $H = 3,0 \text{ m}$
- Dach jednospadowy, kąt nachylenia połaci $\alpha = 2,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru:
 - strefa obciążenia wiatrem I; $H = 215 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa}$
 - $q_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
 - rodzaj terenu: A; $z = H = 3,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,5 + 0,05 \cdot 3,0 = 0,65$
- Współczynnik działania porywów wiatru:
 - $\beta = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:
 - budynek zamknięty $\rightarrow C_w = 0$

Połać nawietrzna - część dolna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,9$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,65 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,316 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,316) \cdot 1,5 = -0,474 \text{ kN/m}^2$$

Połać nawietrzna - część górna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,5$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,5 - 0 = -0,5$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,65 \cdot (-0,5) \cdot 1,80 = -0,176 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,176) \cdot 1,5 = -0,263 \text{ kN/m}^2$$

Połać zawietrzna - część górna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,9$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,9 - 0 = -0,9$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,65 \cdot (-0,9) \cdot 1,80 = -0,316 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,316) \cdot 1,5 = -0,474 \text{ kN/m}^2$$

Połać zawietrzna - część dolna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:
 - $C_z = -0,5$
- Współczynnik aerodynamiczny C:
 - $C = C_z - C_w = -0,5 - 0 = -0,5$

Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,300 \cdot 0,65 \cdot (-0,5) \cdot 1,80 = -0,176 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot \gamma_f = (-0,176) \cdot 1,5 = -0,263 \text{ kN/m}^2$$

9.3 OBLICZENIA STATYCZNE

9.3.1 Belka B-1

SZKIC BELKI



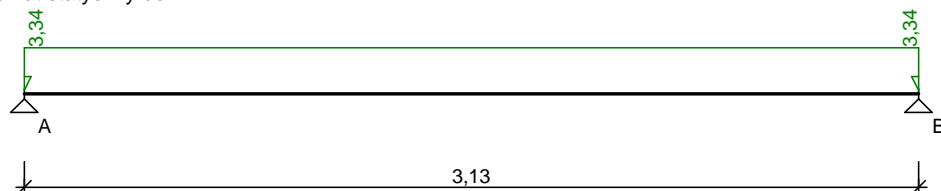
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Obc. stałe**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm i szer.65 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m·0,65m]	0,19	1,30	--	0,25	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,45m·25,0kN/m ³]	2,81	1,10	--	3,09	cała belka
Σ :		3,00	1,11		3,34	

Schemat statyczny belki

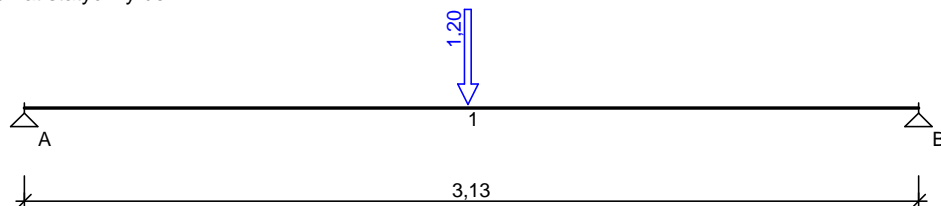


Przypadek: **P2: Obc. zmienne**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Obciążenie skupione pionowe (dla strychów, pokryć, tarasów, trybun i balkonów) [1,000kN]	1,00	1,35	1,20	--	1,20

Schemat statyczny belki



Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obc. stałe	1,0·P1
K2: Obc. stałe+Obc. zmienne	1,0·P1+1,0·P2

DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

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

Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.

$\cot \theta = 2,00$

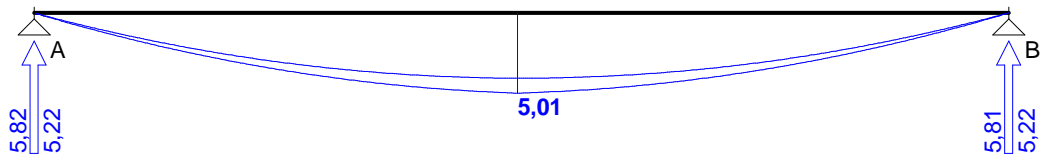
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

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

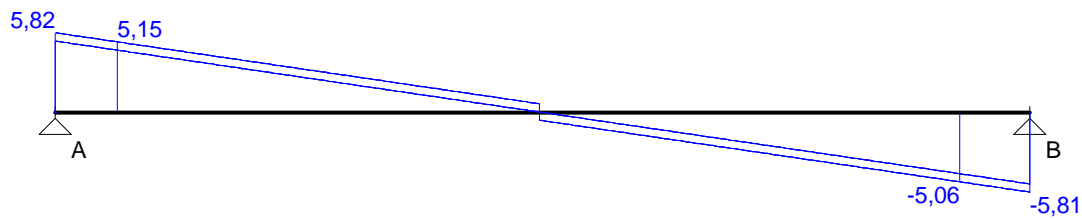
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

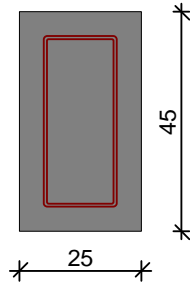
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 45,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 5,01 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,26 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,23\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 5,01 \text{ kNm} < M_{Rd} = 35,51 \text{ kNm}$ (14,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 5,15 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 290 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 5,15 \text{ kN} < V_{Rd1} = 53,21 \text{ kN}$ (9,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 4,44 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 4,44 \text{ kNm}$

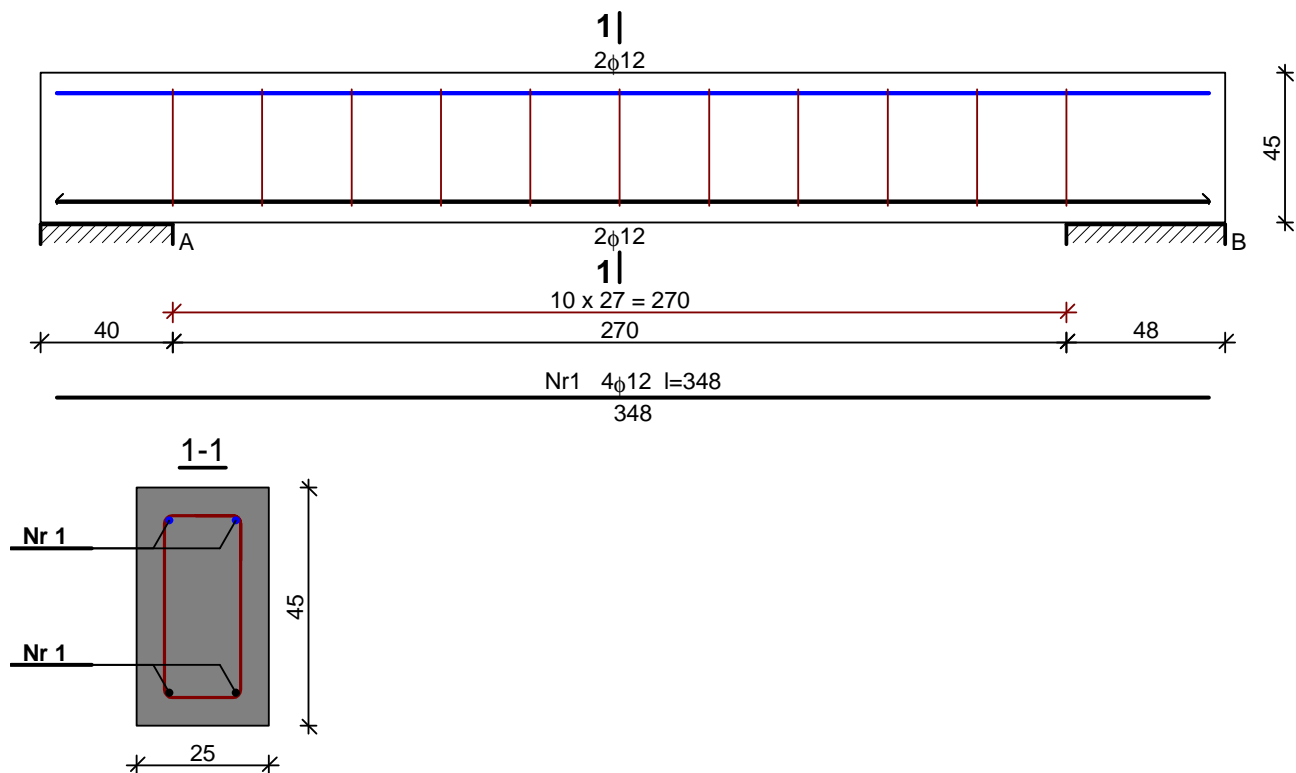
Szerokość rys prostokątnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 0,28 \text{ mm} < a_{lim} = 3125/200 = 15,63 \text{ mm}$ (1,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 4,59 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SZKIC ZBROJENIA:



9.3.2 Belka B-2

SZKIC BELKI



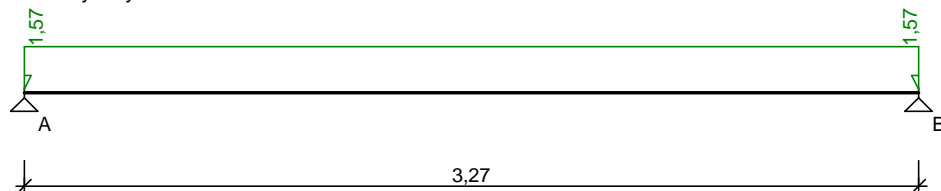
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Obc. stałe**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm i szer. 54 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m·0,54m]	0,15	1,30	--	0,19	cała belka
2.	Ciążar własny belki [0,25m·0,20m·25,0kN/m ³]	1,25	1,10	--	1,38	cała belka
Σ :		1,40	1,12		1,57	

Schemat statyczny belki

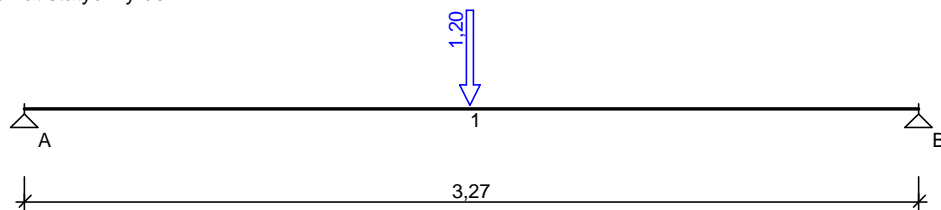


Przypadek: **P2: Obc. zmienne**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Obciążenie skupione pionowe (dla strychów, pokryć, tarasów, trybun i balkonów) [1,000kN]	1,00	1,53	1,20	--	1,20

Schemat statyczny belki



Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obc. stałe	1,0·P1
K2: Obc. stałe+Obc. zmienne	1,0·P1+1,0·P2

DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

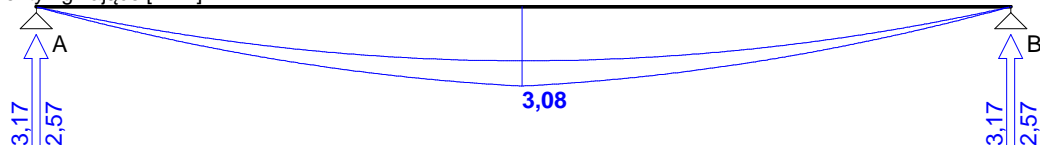
Klasa betonu: **B25** (C20/25) → $f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa
 Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa
 Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm
 Graniczne ugięcie $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

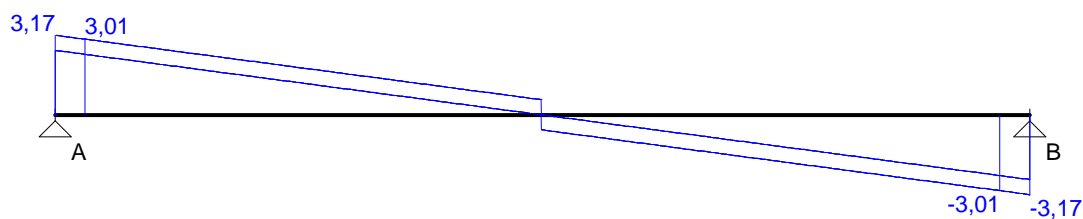
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

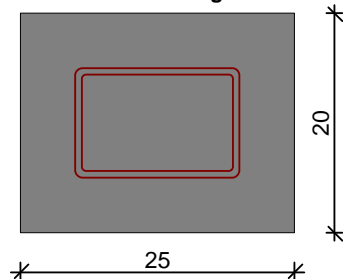
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:
 $b_w = 25,0$ cm, $h = 20,0$ cm
 otulina zbrojenia $c_{nom} = 50$ mm

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 3,08$ kNm

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,54$ cm². Przyjęto **2φ12** o $A_s = 2,26$ cm² ($\rho = 0,66\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 3,08 \text{ kNm} < M_{Rd} = 11,76 \text{ kNm}$ (26,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 3,01 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemiionami dwuciętymi $\phi 6$ co 100 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 3,01 \text{ kN} < V_{Rd1} = 25,81 \text{ kN}$ (11,7%)

Rozstaw poprzeczny ramion strzemiion nie spełnia warunku (211) normy PN-B-03264:2002

SGU:

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

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 2,69 \text{ kNm}$

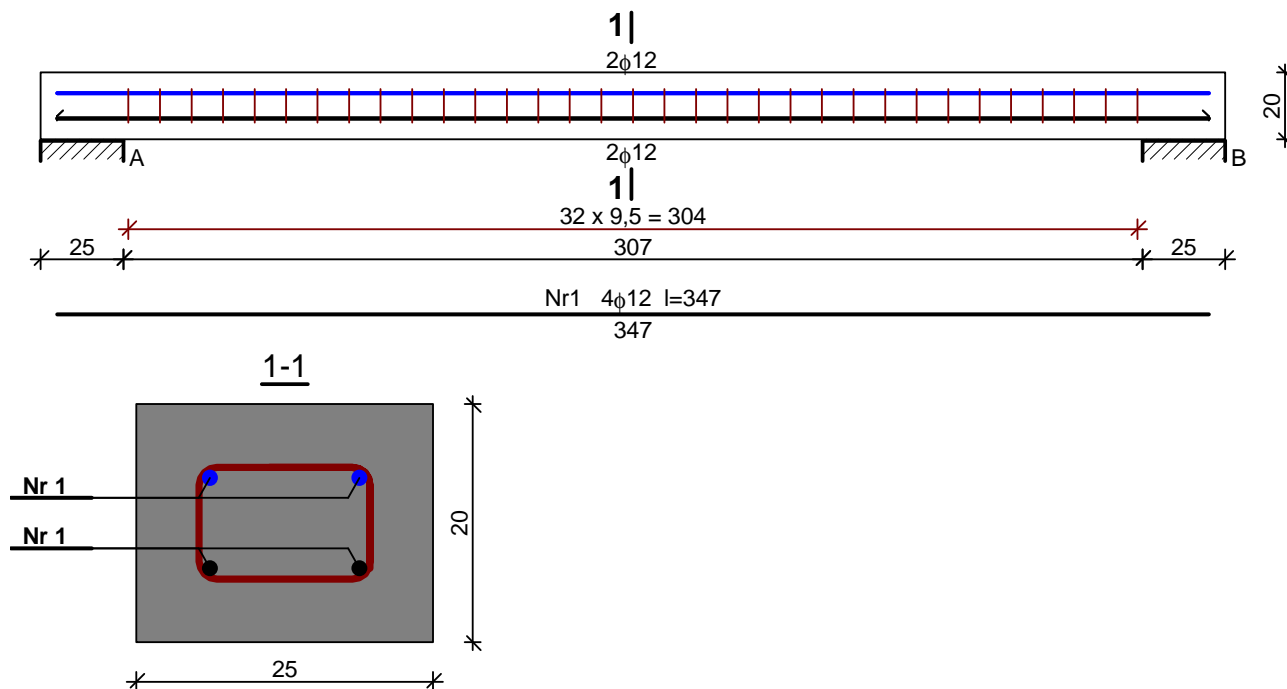
Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 2,23 \text{ mm} < a_{lim} = 3270/200 = 16,35 \text{ mm}$ (13,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 2,65 \text{ kN}$

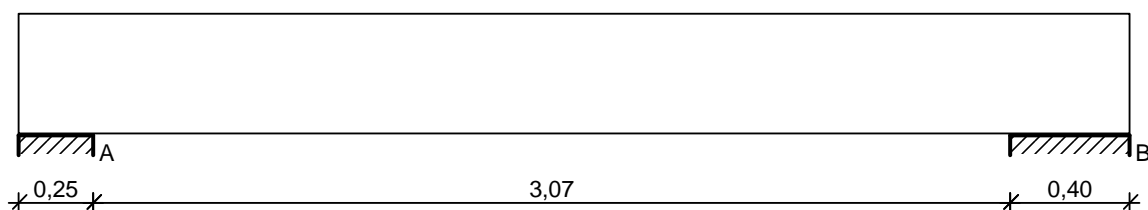
Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SZKIC ZBROJENIA:



9.3.3 Belka B-3

SZKIC BELKI



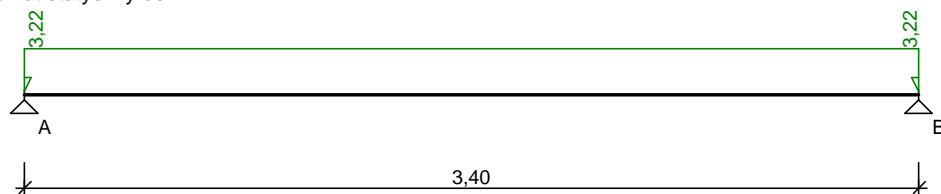
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: P1: Obc. stałe

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm i szer. 126 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m·1,26m]	0,36	1,30	--	0,47	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m ³]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
Σ:		2,86	1,13		3,22	

Schemat statyczny belki

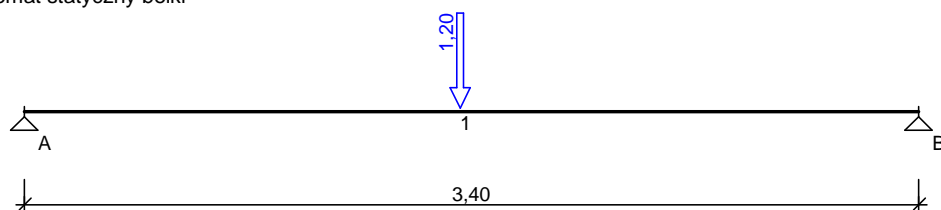


Przypadek: **P2: Obc. zmienne**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Obciążenie skupione pionowe (dla strychów, pokryć, tarasów, trybun i balkonów) [1,000kN]	1,00	1,53	1,20	--	1,20

Schemat statyczny belki



Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obc. stałe	1,0·P1
K2: Obc. stałe+Obc. zmienne	1,0·P1+1,0·P2

DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

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

Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

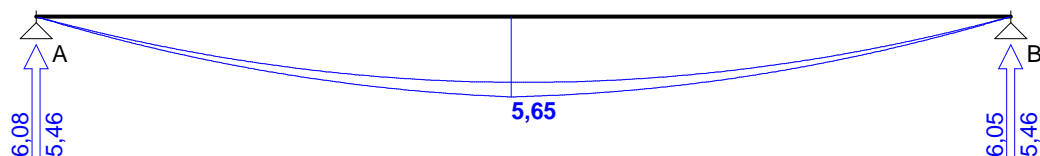
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

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

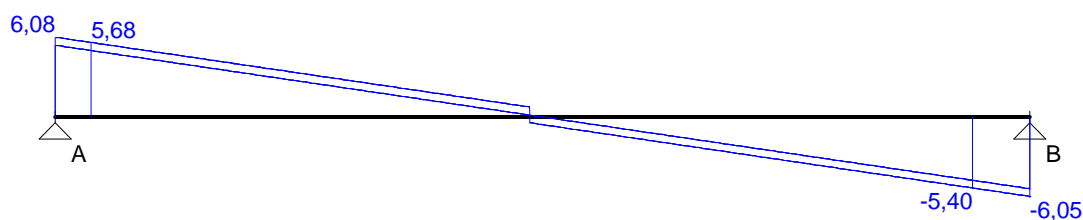
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

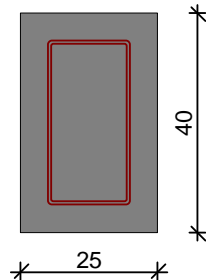
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 40,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 5,65 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,10 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,27\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 5,65 \text{ kNm} < M_{Rd} = 30,76 \text{ kNm}$ (18,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 5,68 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 250 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 5,68 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,78 \text{ kN}$ (11,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 4,97 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 4,97 \text{ kNm}$

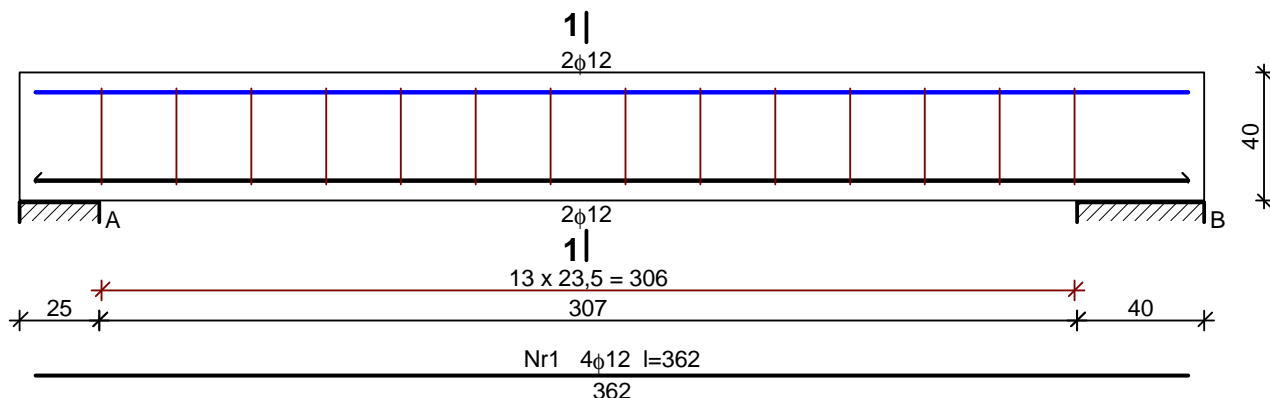
Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

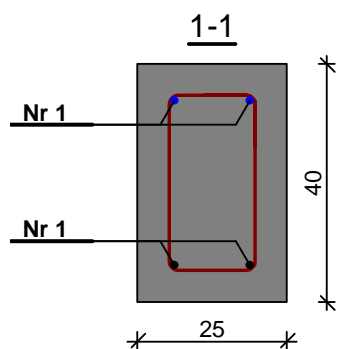
Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 0,53 \text{ mm} < a_{lim} = 3395/200 = 16,98 \text{ mm}$ (3,1%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 5,01 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

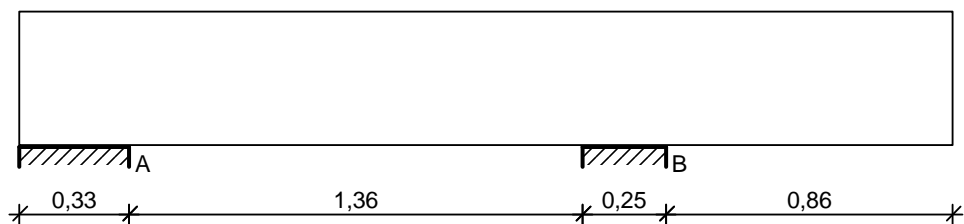
SZKIC ZBROJENIA:





9.3.4 Belka B-4

SZKIC BELKI



OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Obc. stałe**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm i szer. 126 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m·1,26m]	0,36	1,30	--	0,47	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m ³]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
3.	Dach	5,22	1,12	--	5,85	cała belka
Σ :		8,08	1,12		9,06	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Belka B-3	4,85	2,47	1,13	--	5,48

Schemat statyczny belki

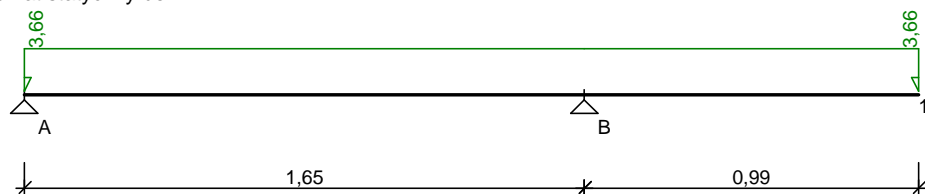


Przypadek: **P2: Śnieg**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Dach	2,44	1,50	--	3,66	cała belka
Σ :		2,44	1,50		3,66	

Schemat statyczny belki

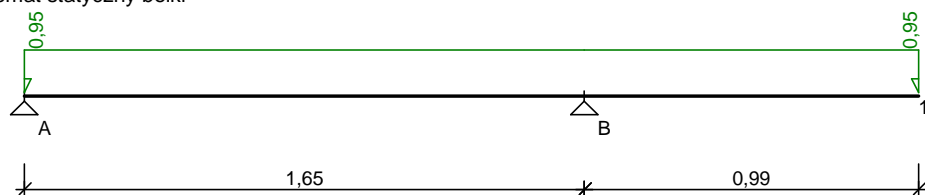


Przypadek: **P3: Wiatr**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Dach	0,63	1,50	--	0,95	cała belka
Σ :		0,63	1,50		0,95	

Schemat statyczny belki



Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obc. stałe	1,0·P1
K2: Obc. stałe+Śnieg	1,0·P1+1,0·P2
K3: Obc. stałe+Śnieg+Wiatr	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3
K4: Obc. stałe+Wiatr	1,0·P1+1,0·P3

DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

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

Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.

$\cot \theta = 2,00$

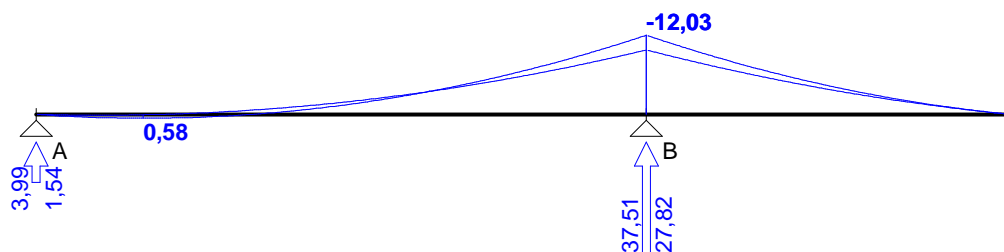
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

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

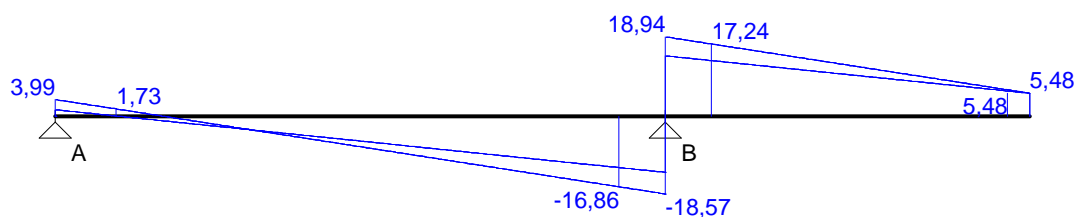
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

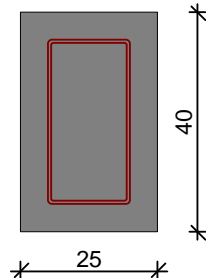
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 40,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 0,58 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 1,10 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,27\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 0,58 \text{ kNm} < M_{Rd} = 30,76 \text{ kNm}$ (1,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)16,86 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 250 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)16,86 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,78 \text{ kN}$ (34,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 0,41 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)10,19 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)10,19 \text{ kNm}$

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = (-)0,07 \text{ mm} < a_{lim} = 1650/200 = 8,25 \text{ mm}$ (0,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 13,98 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Prawy wspornik:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)12,03 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = 1,10 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,27\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)12,03 \text{ kNm} < M_{Rd} = 30,76 \text{ kNm}$ (39,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 17,24 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 250 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 17,24 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,78 \text{ kN}$ (35,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)10,19 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)10,19 \text{ kNm}$

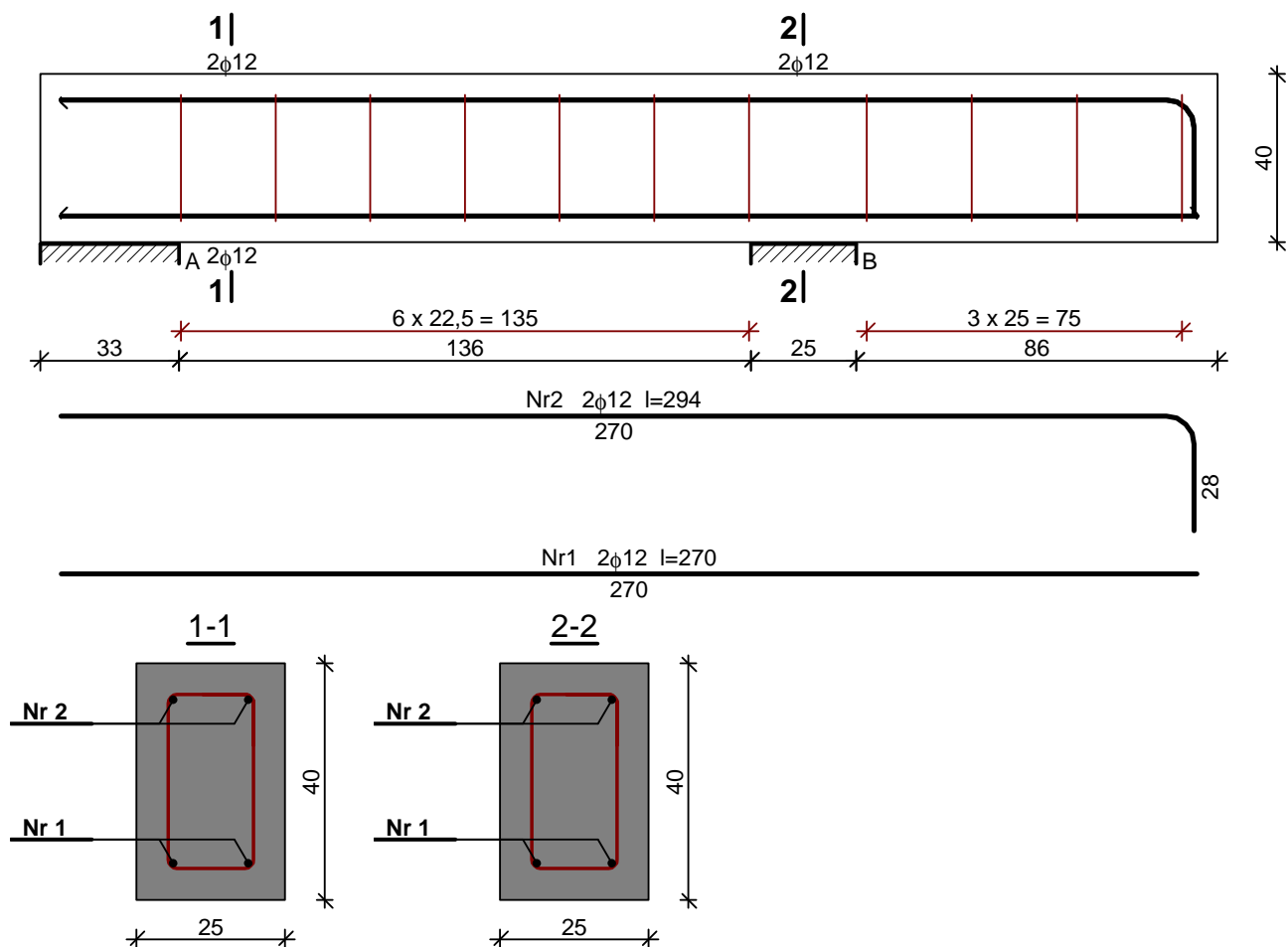
Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 0,58 \text{ mm} < a_{lim} = 985/150 = 6,57 \text{ mm}$ (8,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 14,44 \text{ kN}$

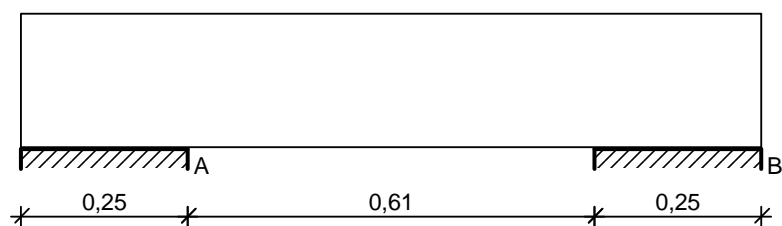
Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

SZKIC ZBROJENIA:



9.3.5 Belka B-5

SZKIC BELKI



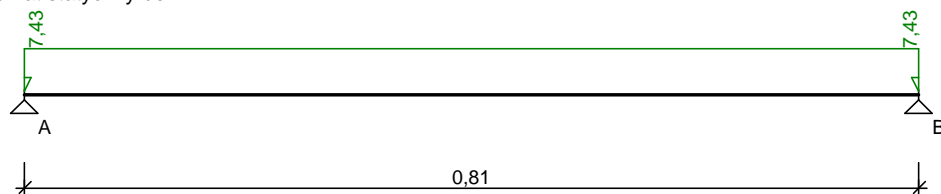
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: P1: **Obc. stałe**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm i szer.56 cm [19,0kN/m ³ ·0,015m·0,56m]	0,16	1,30	--	0,21	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,20m·25,0kN/m ³]	1,25	1,10	--	1,38	cała belka
3.	Dach	5,22	1,12	--	5,85	cała belka
Σ:		6,63	1,12		7,43	

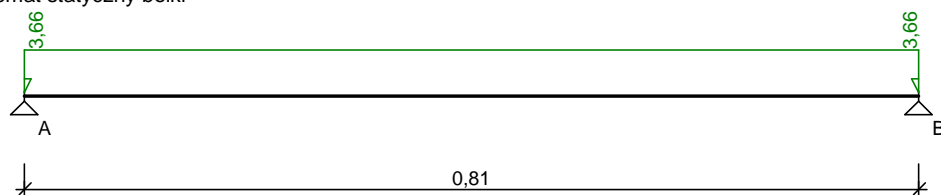
Schemat statyczny belki

Przypadek: **P2: Śnieg**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Dach	2,44	1,50	--	3,66	cała belka
Σ :		2,44	1,50		3,66	

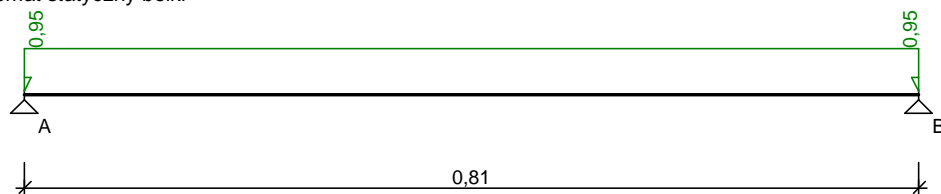
Schemat statyczny belki

Przypadek: **P3: Wiatr**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Dach	0,63	1,50	--	0,95	cała belka
Σ :		0,63	1,50		0,95	

Schemat statyczny belki



Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Obc. stałe	1,0·P1
K2: Obc. stałe+Śnieg	1,0·P1+1,0·P2
K3: Obc. stałe+Śnieg+Wiatr	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3
K4: Obc. stałe+Wiatr	1,0·P1+1,0·P3

DANE MATERIAŁOWE I ZAŁOŻENIA:

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

Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

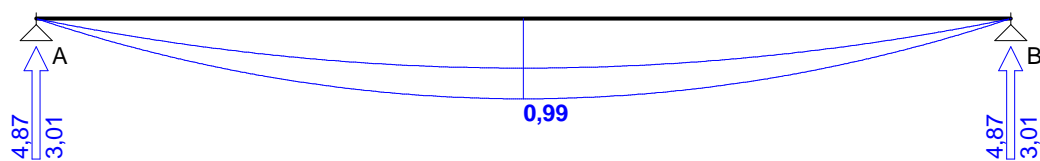
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

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

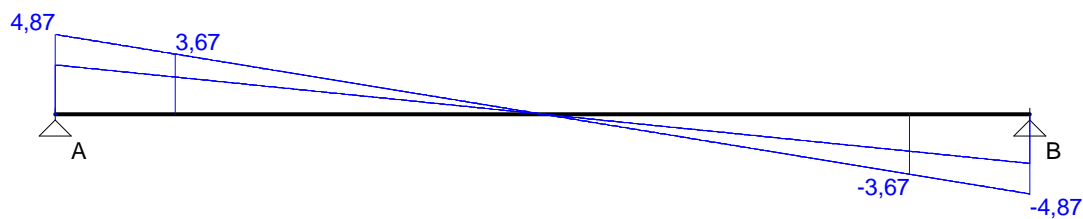
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

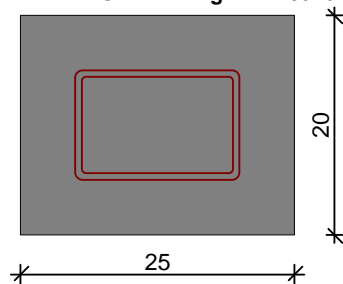
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :



Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 20,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 0,99 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,45 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 12$ o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,66\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 0,99 \text{ kNm} < M_{Rd} = 11,76 \text{ kNm}$ (8,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)3,67 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 100 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)3,67 \text{ kN} < V_{Rd1} = 25,81 \text{ kN}$ (14,2%)

Rozstaw poprzeczny ramion strzemion nie spełnia warunku (211) normy PN-B-03264:2002

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 0,80 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 0,80 \text{ kNm}$

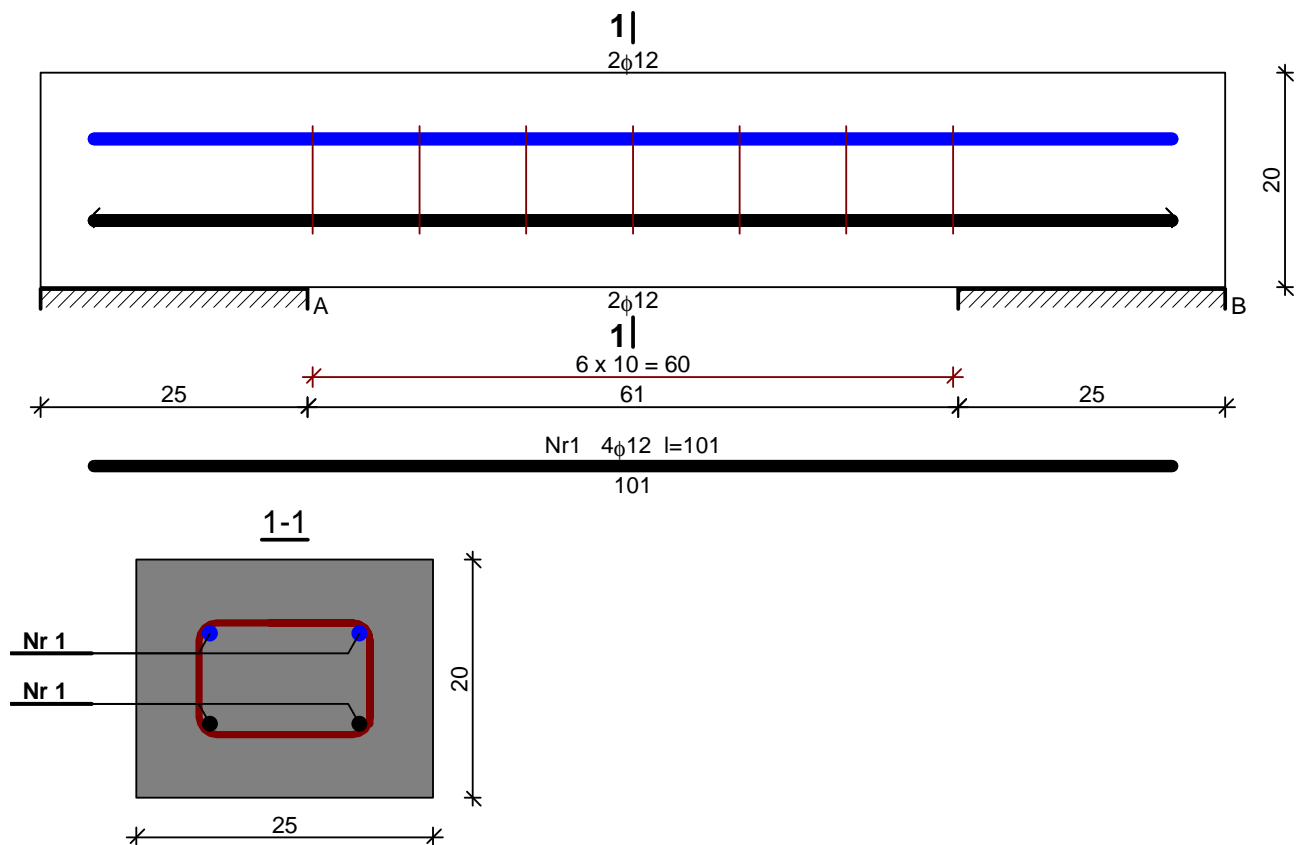
Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 0,04 \text{ mm} < a_{lim} = 810/200 = 4,05 \text{ mm}$ (1,1%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 2,96 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

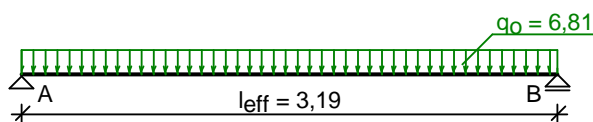
SZKIC ZBROJENIA:



9.3.6 Stropodach

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m ²]:					
Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.
1.	Lepik, papa grub. 1 cm [11,0kN/m ³ -0,01m]	0,11	1,20	--	0,13
2.	Płyta żelbetowa grub.12 cm	3,00	1,10	--	3,30
3.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m ³ -0,015m]	0,29	1,30	--	0,38
4.	Maksymalne obciążenie dachu niższego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-4 (strefa 3, A=215 m n.p.m. -> Q _k = 1,2 kN/m ² , C4=1,326) [1,591kN/m ²]	1,59	1,50	0,00	2,39
5.	Obciążenie ściany wewnętrznej wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-5 (strefa I, H=215 m n.p.m. -> q _k = 0,30kN/m ² , teren A, z=H=14,7 m, -> C _e =1,09, budowla zamknięta, wymiary budynku H=14,7 m, B=10,0 m, L=73,1 m -> wsp. aerodyn. C=0,7, beta=1,80) [0,414kN/m ²]	0,41	1,50	0,00	0,61
Σ:		5,40	1,26		6,81

Schemat statyczny płyty:



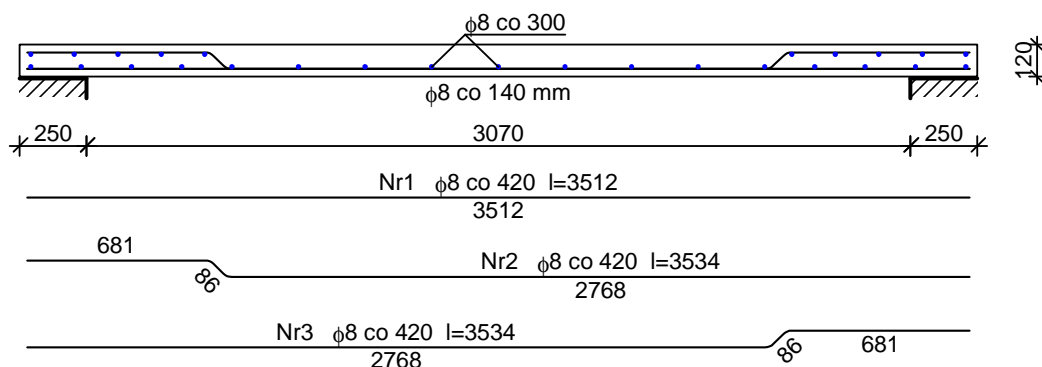
Rozpiętość obliczeniowa płyty $l_{eff} = 3,19$ m

Wyniki obliczeń statycznych:

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 8,66$ kNm/m
 Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 6,87$ kNm/m
 Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 4,32$ kNm/m
 Reakcja obliczeniowa $R_A = R_B = 10,86$ kN/m

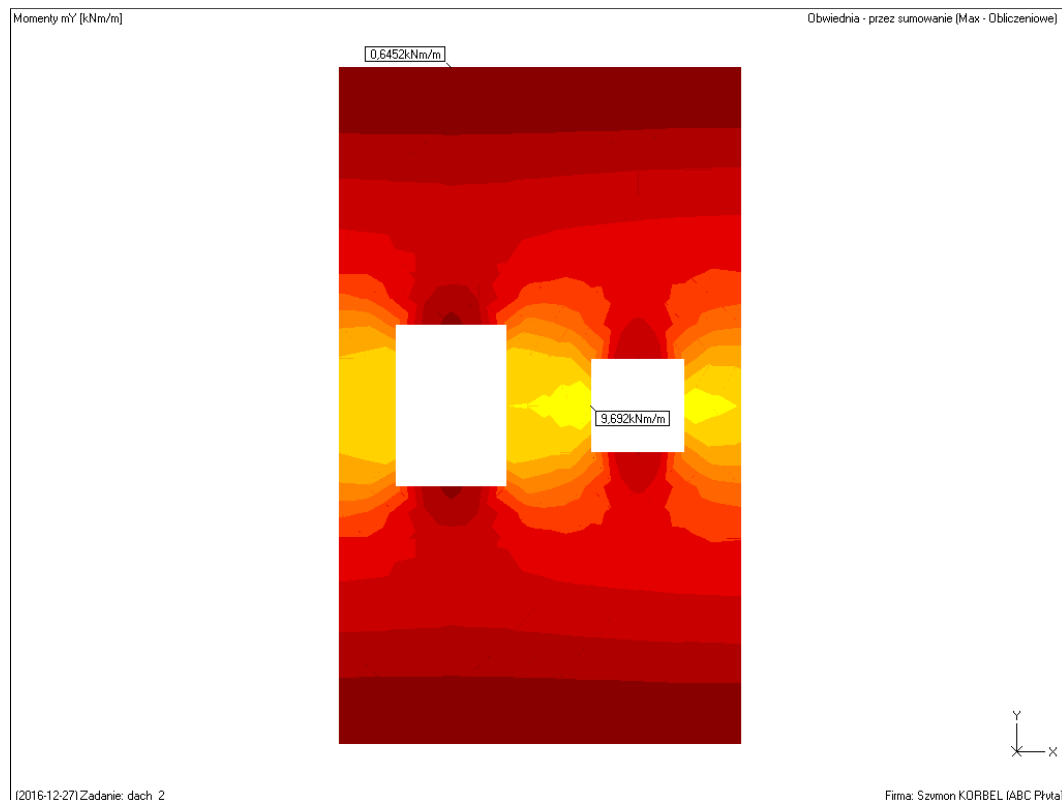
Dane materiałowe :**Grubość płyty 12,0 cm**Klasa betonu **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$ Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$ Pręty rozdzielcze $\phi 8$ co max. 30,0 cm, stal A-IIIN (**RB500W**)Otulenie zbrojenia przęsłowego $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ **Założenia obliczeniowe :**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

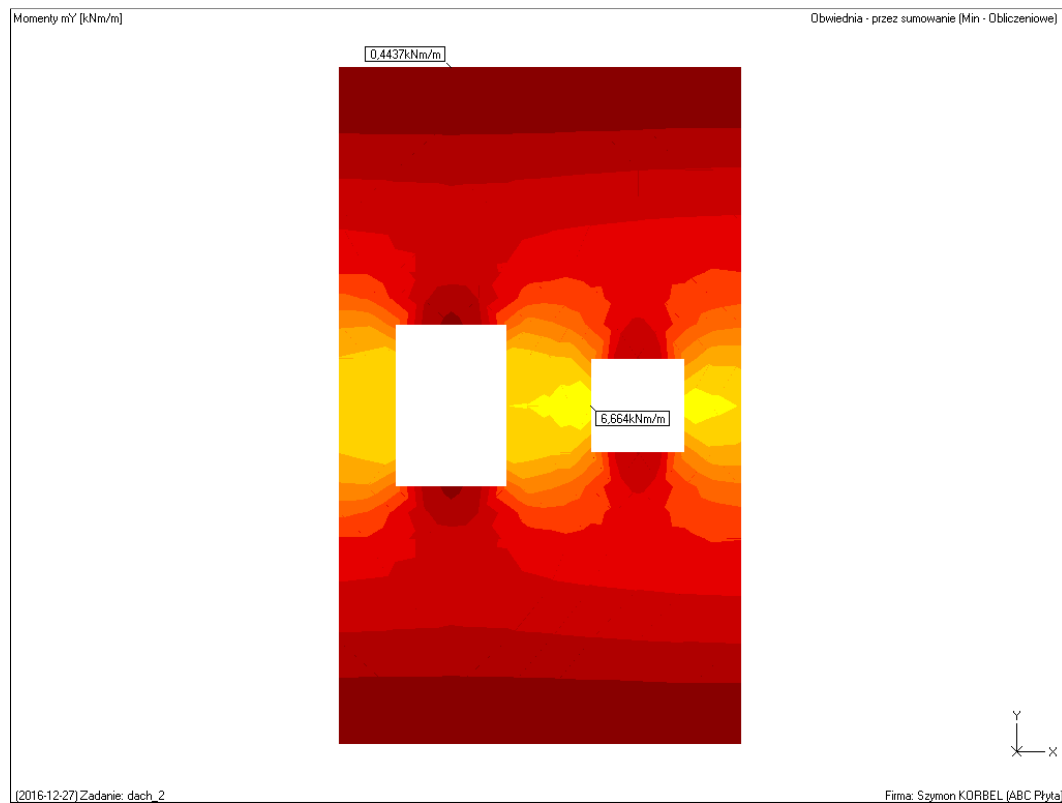
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ Graniczne ugięcie $a_{lim} = l_{eff}/200$ - jak dla stropów (tablica 8)**Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):**Przęsło:Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,36 \text{ cm}^2/\text{mb}$. Przyjęto $\phi 8$ co **14,0 cm** o $A_s = 3,59 \text{ cm}^2/\text{mb}$ ($\rho = 0,39\%$)Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 8,66 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 12,87 \text{ kNm/mb}$ (67,3%)Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (0,0%)Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 10,82 \text{ mm} < a_{lim} = 15,95 \text{ mm}$ (67,8%)Podpora:Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 10,86 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 61,47 \text{ kN/mb}$ (17,7%)**Szkic zbrojenia:**

9.3.7 Płyta żelbetowa PŁ-1

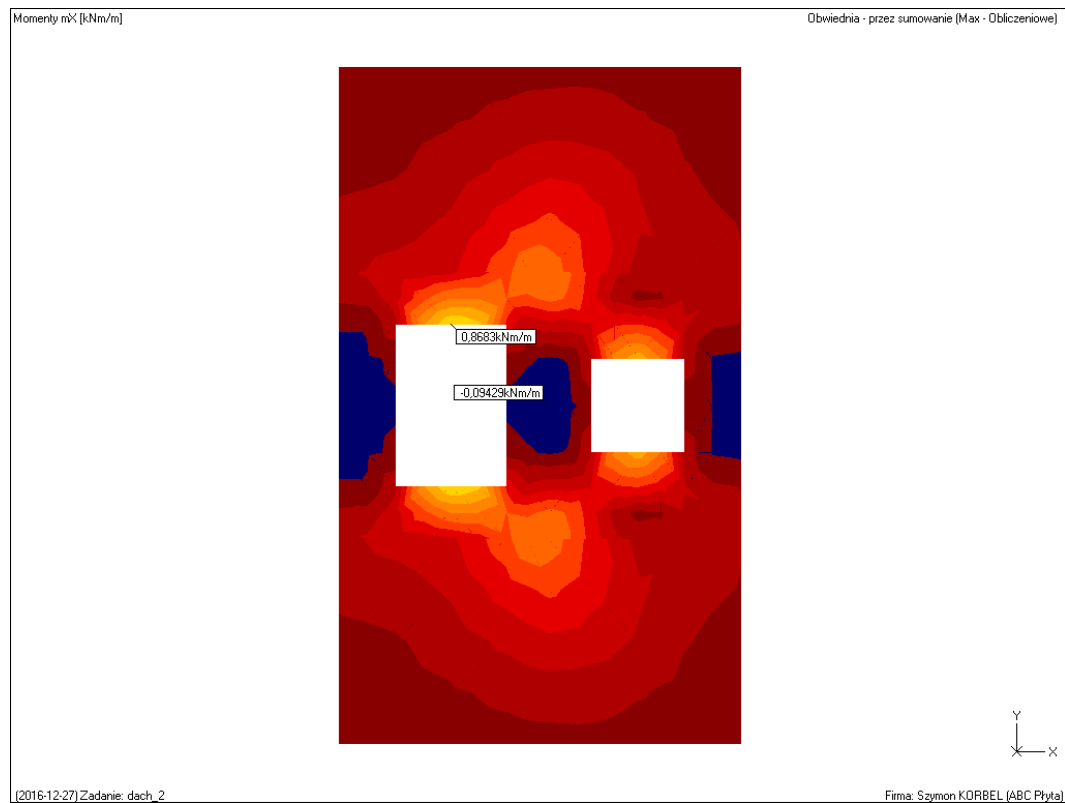
Przyjęto płytę żelbetową grubości 10 cm. Beton C20/25. Stal zbrojeniowa A-IIIN RB500W.



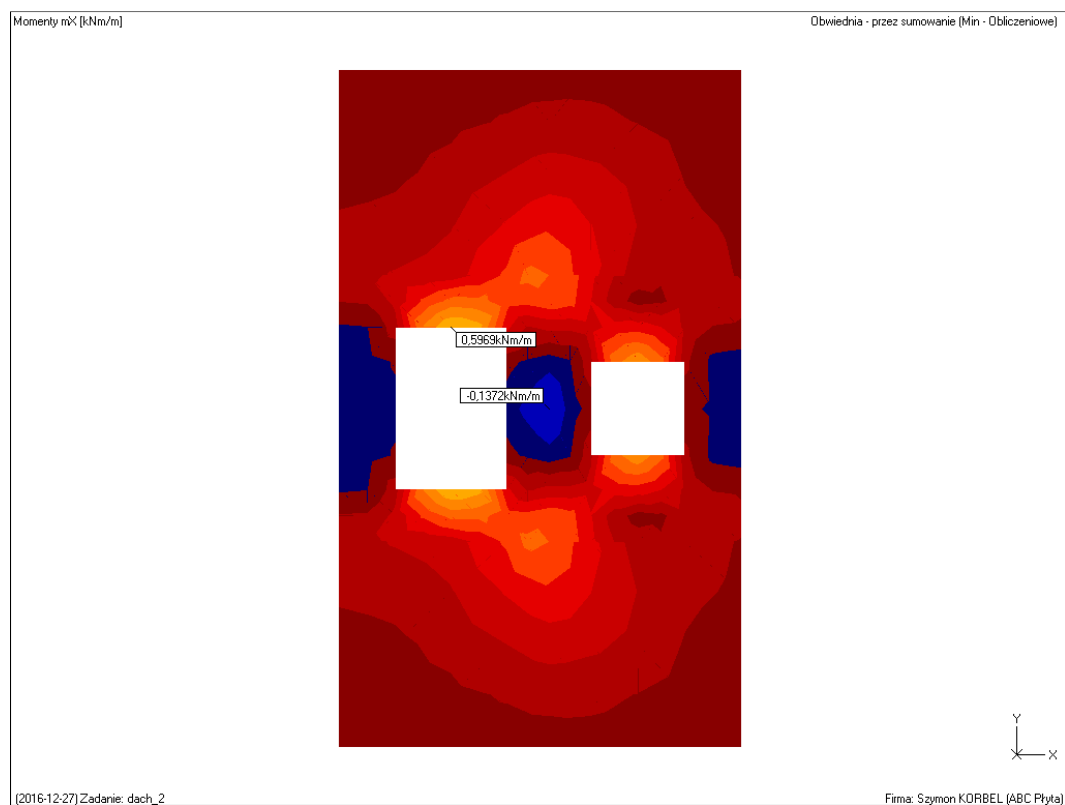
Momenty maks. M_y



Momenty min. M_y



Momenty maks. M_x



Momenty min. M_y

Rozstaw wkładek mm na dole płyty - kierunek Y
Zbrojenie założone i niezbędne (#8) (c=25) (R8500w)
Dane: 1

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)

1

100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100
50	100	100	50	50	100	100	50	50
50	50	100	100	100	100	50	50	50
50	50	100	100	100	100	50	50	50
50	50				50	50	50	50
50	50				50	50	50	50
50	50				50	50	50	50
50	50				50	50	50	50
50	50				50	50	50	50
50	50	100	100	100	100	50	50	50
50	50	100	100	100	100	50	50	50
50	100	100	50	50	100	100	50	50
100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100

mm
100#8
50#8

(2016-12-27)Zadanie: dach_2



Firma: Szymon KORBEL (ABC Płyta)

Przyjęte zbrojenie dołem na kierunku Y $\phi 8$ co 5/10cm

Rozstaw wkładek mm na dole płyty - kierunek X
Zbrojenie założone i niezbędne (#8) (c=25) (R8500w)
Dane: 1

Obwiednia - przez sumowanie (Obliczeniowe)

1

200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200				200	200	200	200
200	200				200	200	200	200
200	200				200	200	200	200
200	200				200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	200	200	200	200	200	200	200	200

mm
200#8

(2016-12-27)Zadanie: dach_2

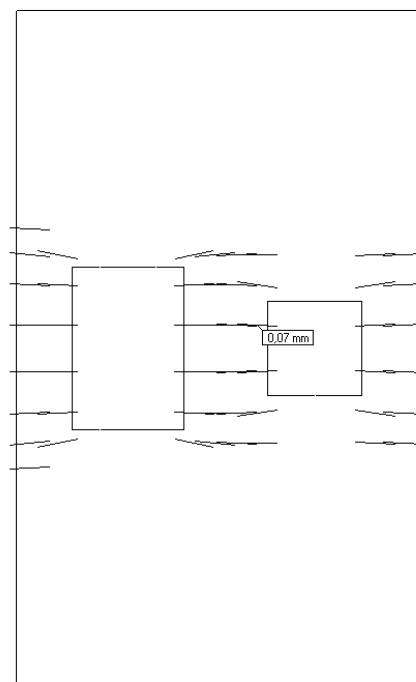


Firma: Szymon KORBEL (ABC Płyta)

Przyjęte zbrojenie dołem na kierunku X – $\phi 8$ co 20cm

Zarysowanie na dole płyty
Dane: 1

Wariant: 4/1 (SGU)



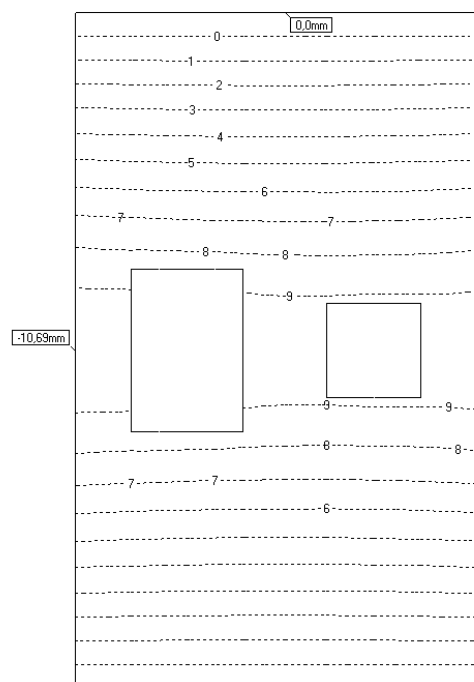
[2016-12-27] Zadanie: dach_2

Firma: Szymon KORBEL (ABC Płyta)

Zarysowanie

Przemieszczenie Z mm

Wariant: 1 (4.SGU)



mm
0 (-1)
1 (-2)
2 (-3)
3 (-4)
4 (-5)
5 (-6)
6 (-7)
7 (-8)
8 (-9)
9 (-10)

[2016-12-27] Zadanie: dach_2U

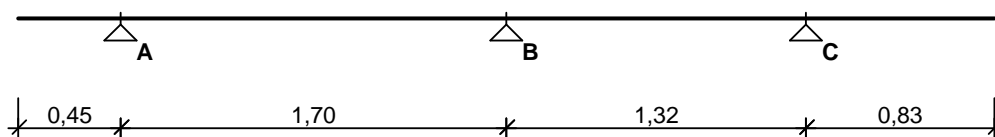
(ugięcia zarysowanej płyty)

Firma: Szymon KORBEL (ABC Płyta)

Ugięcia

9.3.8 Konstrukcja wsporcza central wentylacyjnych

SCHEMAT BELKI GÓRNEJ



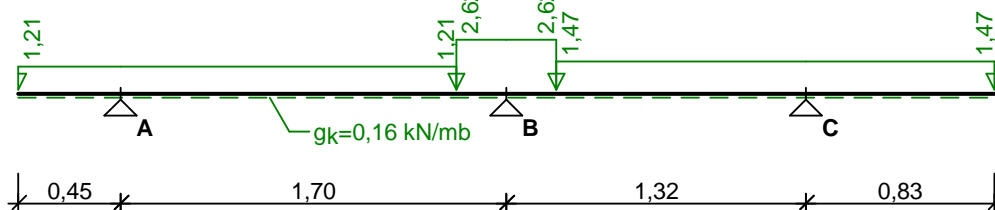
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



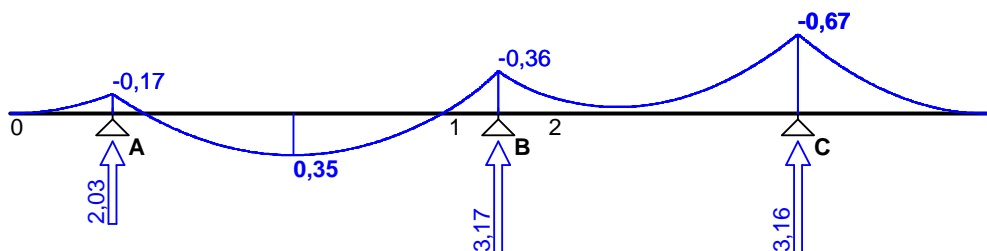
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Przypadek 1	1,0·P1

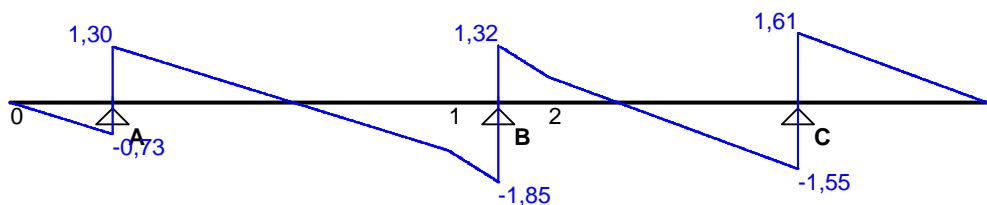
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



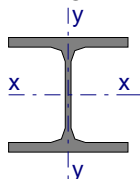
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

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: **HE 100 A**

$A_v = 4,80 \text{ cm}^2$, $m = 16,7 \text{ kg/m}$

$J_x = 349 \text{ cm}^4$, $J_y = 134 \text{ cm}^4$, $J_w = 2581 \text{ cm}^6$, $J_T = 5,26 \text{ cm}^4$, $W_x = 72,8 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,070$)

$M_R = 16,75 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 59,86 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 3,47 \text{ m}$ (**K1: 1,0·P1**)

Współczynnik zwężenia $\phi_L = 0,987$

Moment maksymalny $M_{\max} = -0,67 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,040 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 2,15 \text{ m}$ (**K1: 1,0·P1**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -1,85 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,031 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = -0,73 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 35,91 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiarodajny

Stan graniczny użytkowania

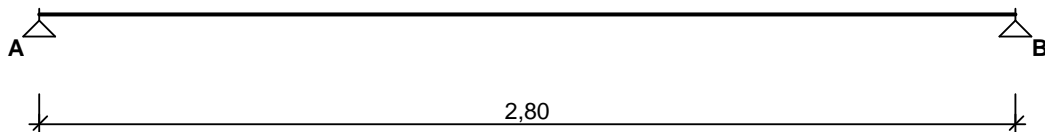
Przekrój $z = 4,30 \text{ m}$ (**K1: 1,0·P1**)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,31 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = 2 \cdot l_o / 350 = 2 \cdot 830 / 350 = 4,74 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 0,31 \text{ mm} < f_{gr} = 4,74 \text{ mm}$ (6,5%)

SCHEMAT BELKI DOLNEJ



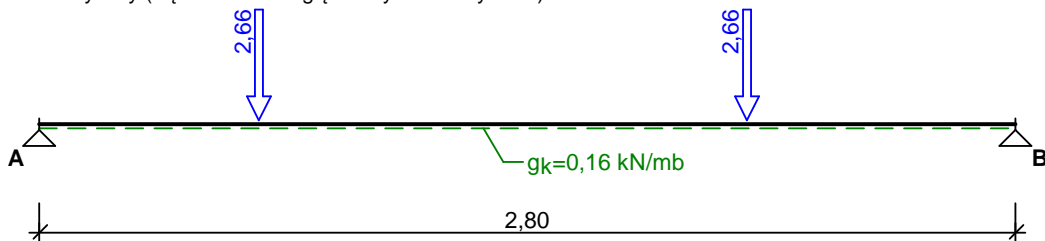
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Przypadek 1** ($\gamma_f = 1,20$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



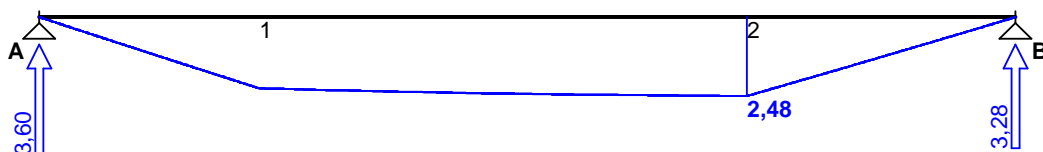
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Przypadek 1	1,0·P1

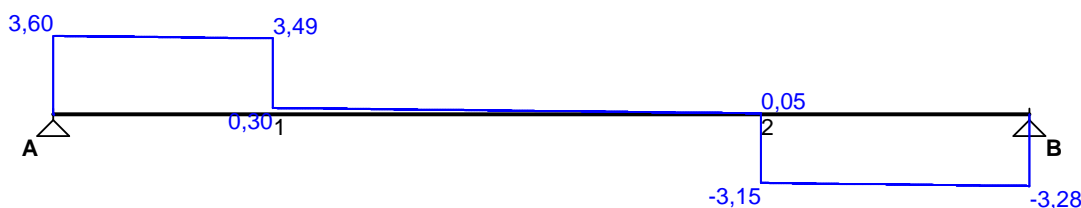
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



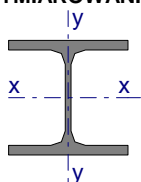
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

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: **HE 100 A**

$A_v = 4,80 \text{ cm}^2$, $m = 16,7 \text{ kg/m}$

$J_x = 349 \text{ cm}^4$, $J_y = 134 \text{ cm}^4$, $J_{\omega} = 2581 \text{ cm}^6$, $J_T = 5,26 \text{ cm}^4$, $W_x = 72,8 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,070$)

$M_R = 16,75 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 59,86 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,03 \text{ m}$ (**K1: 1,0-P1**)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,916$

Moment maksymalny $M_{\max} = 2,48 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,161 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**K1: 1,0-P1**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 3,60 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,060 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = 3,60 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 35,91 \text{ kN} \rightarrow$ warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 1,41 \text{ m}$ (**K1: 1,0-P1**)

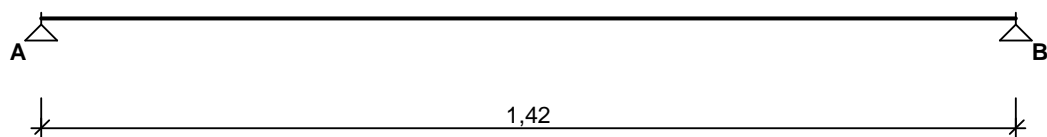
Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 2,51 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 2800 / 350 = 8,00 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 2,51 \text{ mm} < f_{gr} = 8,00 \text{ mm}$ (31,4%)

9.3.9 Konstrukcja wsporcza otworów pod klapy dymowe

SCHEMAT BELKI POPRZECZNEJ



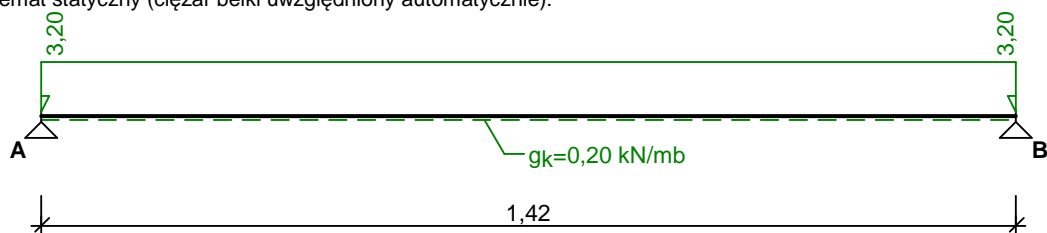
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

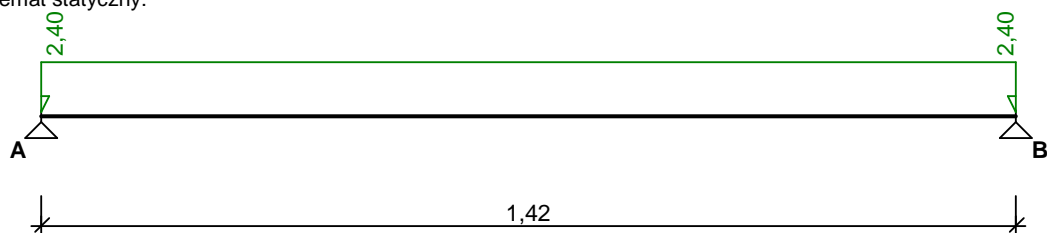
Przypadek **P1: Stropodach - obc. stałe** ($\gamma_f = 1,13$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



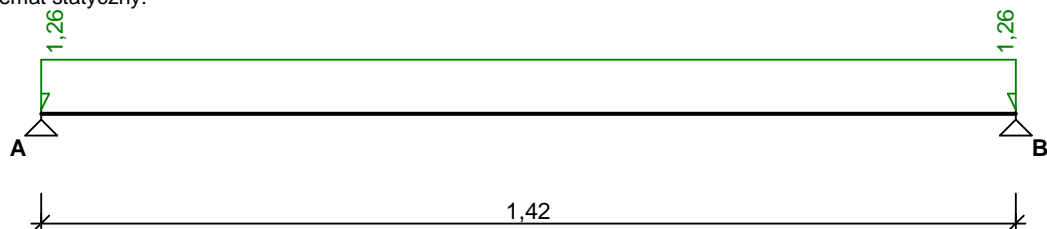
Przypadek **P2: Ściana - obc. stałe** ($\gamma_f = 1,21$)

Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:



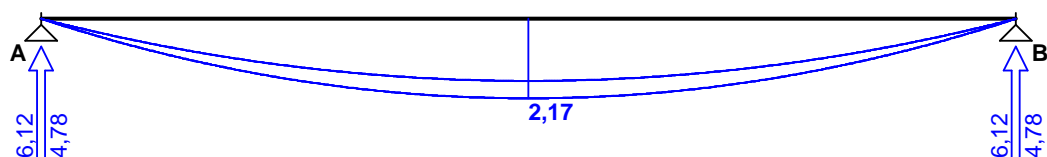
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Stropodach - obc. stałe+Ściana - obc. stałe	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2$
K2: Stropodach - obc. stałe+Ściana - obc. stałe+Śnieg	$1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$

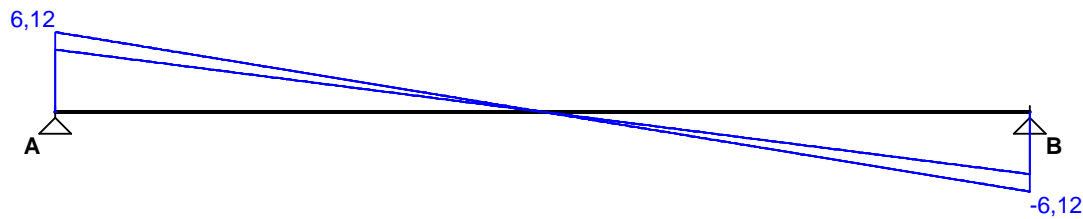
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



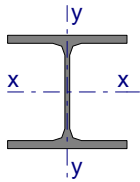
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

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: **HE 120 A**

$$A_v = 5,70 \text{ cm}^2, \quad m = 19,9 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 606 \text{ cm}^4, \quad J_y = 231 \text{ cm}^4, \quad J_{\omega} = 6472 \text{ cm}^6, \quad J_T = 6,02 \text{ cm}^4, \quad W_x = 106 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,063$)

$$M_R = 24,23 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 71,08 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 0,71 \text{ m}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,988$

Moment maksymalny $M_{\max} = 2,17 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,091 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 1,42 \text{ m}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -6,12 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,086 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)6,12 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 42,65 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

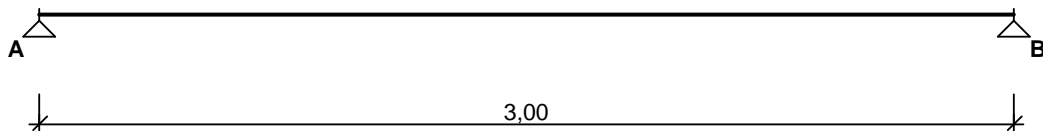
Przekrój $z = 0,71 \text{ m}$ (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 0,30 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 1420 / 350 = 4,06 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 0,30 \text{ mm} < f_{gr} = 4,06 \text{ mm} \quad (7,4\%)$$

SCHEMAT BELKI PODŁUŻNEJ



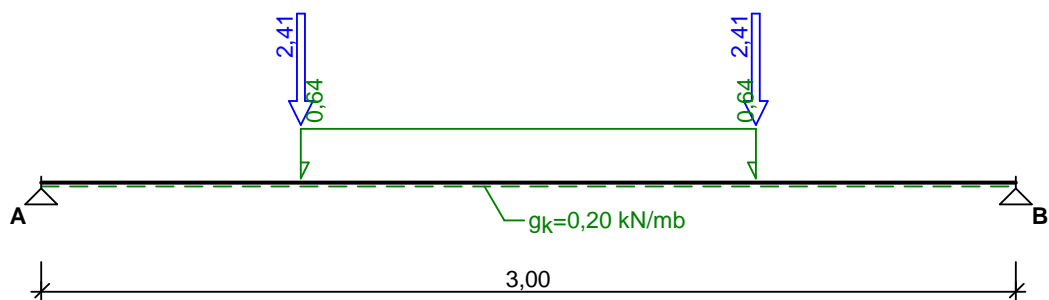
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

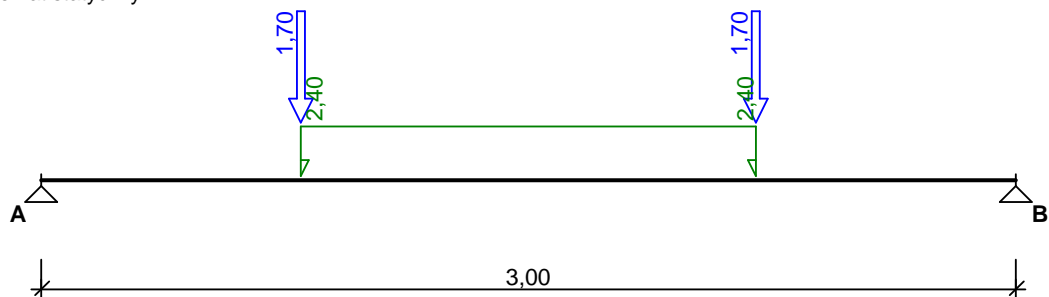
OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Stropodach - obc. stałe** ($\gamma_f = 1,13$)

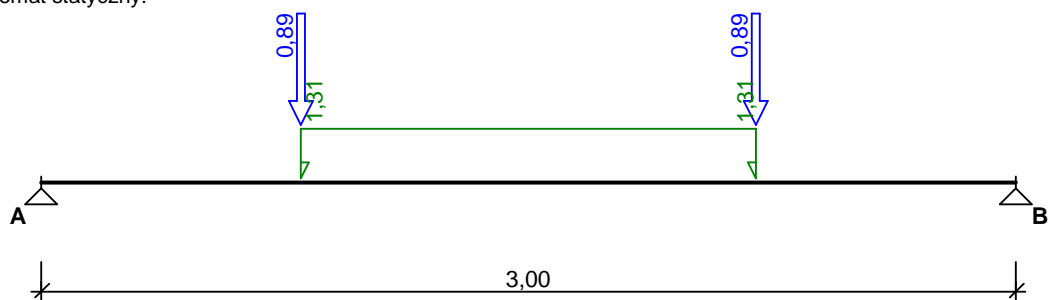
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Ściana - obc. stałe** ($\gamma_f = 1,21$)
Schemat statyczny:



Przypadek **P3: Śnieg** ($\gamma_f = 1,5$)
Schemat statyczny:



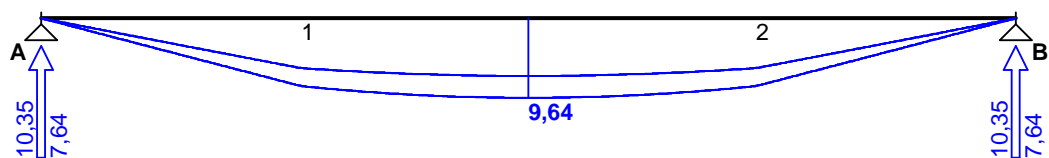
Tablica opisu kombinacji automatycznych:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: Stropodach - obc. stałe+Ściana - obc. stałe	1,0·P1+1,0·P2
K2: Stropodach - obc. stałe+Ściana - obc. stałe+Śnieg	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3

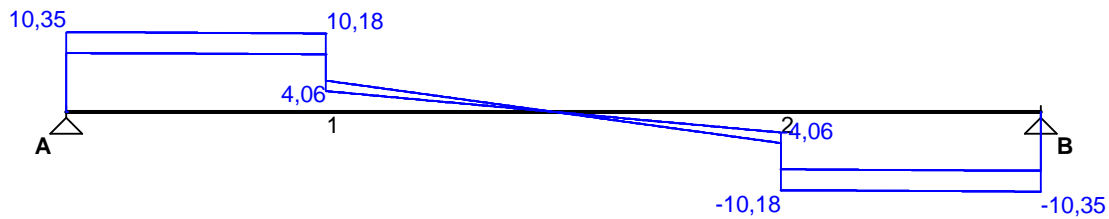
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



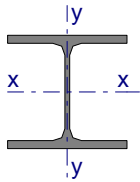
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

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: **HE 120 A**

$$A_v = 5,70 \text{ cm}^2, \quad m = 19,9 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 606 \text{ cm}^4, \quad J_y = 231 \text{ cm}^4, \quad J_{\omega} = 6472 \text{ cm}^6, \quad J_T = 6,02 \text{ cm}^4, \quad W_x = 106 \text{ cm}^3$$

Stal: **S235**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,063$)

$$M_R = 24,23 \text{ kNm}$$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 71,08 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Przekrój z = 1,50 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,898$

Moment maksymalny $M_{\max} = 9,64 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,443 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój z = 0,00 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 10,35 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,146 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 10,35 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 42,65 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój z = 1,50 m (**K2**: 1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 5,94 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 350 = 3000 / 350 = 8,57 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 5,94 \text{ mm} < f_{gr} = 8,57 \text{ mm} \quad (69,3\%)$$