

Spis zawartości:

I. OPIS TECHNICZNY

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	3
2. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
3. DANE PODSTAWOWE	3
4. OPIS TECHNICZNY.....	3
4.1. WARUNKI GEOLOGICZNE I HYDROGEOLOGICZNE	3
4.2. OGÓLNY OPIS BUDYNKU	4
4.2.1. Budynek istniejący	4
4.2.2. Projektowana przebudowa i rozbudowa	4
4.3. FUNDAMENTY.....	4
4.4. ŚCIANY NOŚNE.....	4
4.5. ŚCIANY DZIAŁOWE.....	4
4.6. STROPY.....	5
4.7. NAPROŻA (BELKI)	5
4.8. RDZENIE	5
4.9. ŚCIANA KOLANKOWA (Sk-1).....	5
4.10. WYBURZENIA, PRZEBICIA I ZAMUROWANIA.....	6
4.11. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI	6
4.12. KONSTRUKCJA DACHU.....	6
4. DANE MATERIAŁOWE.....	8
5. UWAGI KOŃCOWE	8
6. EKSPERTYZA TECHNICZNA OKREŚLAJĄCA STAN TECHNICZNY BUDYNKU I OCENA MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY I NADBUDOWY.....	9
7. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE.....	11
7.1. Dane założeniowe.....	11
7.2. Zestawienie obciążeń	11
7.2.1. Obciążenie śniegiem	11
7.2.2. Obciążenie wiatrem	11
7.2.3. Obciążenia na stropodach i na konstrukcję dachu	11
7.3. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe.....	12
7.3.1. Belka Bż-1	12
 7.3.2. Belka Bż-4	14
7.3.3. Konstrukcja dachu.....	17

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

NR RYS.	TYTUŁ RYSUNKU	FORMAT
K.01	Rzut przyziemia	A3+
K.02	Rzut konstrukcji dachu. Przekrój B-B.	A2
K.03	Przekrój A-A	A3
K.04	Widok W1	A3
K.05	Widok W2	A3

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany z zakresu konstrukcji dla przebudowy budynku gospodarczego.

Do zakresu opracowania należy również ekspertyza techniczna określająca stan techniczny budynku istniejącego wraz z oceną możliwości przebudowy.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą wykonania konstrukcji jest:

- [1] Projekt budowlany architektury,
- [2] Inwentaryzacja architektoniczna,
- [3] Wizja lokalna,
- [4] Obowiązujące normy i przepisy,
- [5] Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami

3. DANE PODSTAWOWE

Strefa obciążenia śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 (PN-EN 1991-1-3/NA)	3
Strefa obciążenia wiatrem wg PN-B-020111:1977/Az1 (PN-EN 1991-1-4/NA)	III (3)
Umowna głębokość przemarzania gruntu wg PN-81/B-03020	1,0 m
Kategoria geotechniczna obiektu	I
Przybliżona wysokość nad poziomem morza	244,0 m n.p.m.

4. OPIS TECHNICZNY

4.1. WARUNKI GEOLOGICZNE I HYDROGEOLOGICZNE

Obciążenia na istniejące fundamenty budynku, po wykonaniu projektowanej przebudowy nie ulegną zwiększeniu. Po wykonaniu projektowanej przebudowy naprężenia na grunt nie przekroczą wartości dopuszczalnej.

Warunki gruntowe pozwalają na bezpieczne posadowienie budynku.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012r. poz. 463), określa się I kategorię geotechniczną obiektu, przy prostych warunkach gruntowych.

4.2. OGÓLNY OPIS BUDYNKU

4.2.1. Budynek istniejący

Istniejący budynek o prostej bryle w rzucie w kształcie zbliżonym do prostokąta o wymiarach 9,98 m x 14,98 m. Budynek parterowy bez podpiwniczenia i z nieużytkowanym poddaszem. Fundamenty zostały wykonane w postaci ław kamiennych. Ściany fundamentowe kamienne. Ściany nośne zewnętrzne i wewnętrzne poziomego przyziemia z pustaków szarych grubości 20cm miejscowo poszerzone (od wewnątrz) o warstwę cegły ceramicznej grubości 6.5cm. Ściany szczytowe z szarych pustaków grubości 20cm (do wysokości ok. 50cm ponad poziom stropu) i 10cm (powyżej).

Stropy nad przyziemem żelbetowe grubości 10cm, oparte na ścianach poprzecznych.

Dach drewniany płatwiowo-kleszczowy, dwuspadowy. Dach pokryty dachówką ceramiczną.

4.2.2. Projektowana przebudowa i rozbudowa

Projektuje się przebudowę istniejącego budynku, co będzie polegało na:

- demontażu istniejącej konstrukcji dachu,
- wyburzeniu ścian szczytowych poddasza do poziomu stropu,
- ~~• wyburzeniu części ścian działowych na poziomie parteru i wykonaniu nowych ścian w nowej lokalizacji,~~
- ~~• wymianie posadzek na gruncie,~~
- wykonaniu zamurowań i wyburzeń w zakresie otworowania pod okna, drzwi i bramy wraz z wykonaniem nowych żelbetowych nadproży oraz osadzeniu nadproży prefabrykowanych,
- wykonaniu żelbetowej ścianki kolankowej,
- wykonaniu nowej konstrukcji dachu,
- wykonaniu napraw i wzmocnień istniejącej konstrukcji ścian i stropu,

Pełny zakres prac zgodnie z częścią architektoniczną projektu.

4.3. FUNDAMENTY

Nie ingeruje się w istniejące fundamenty budynku.

4.4. ŚCIANY NOŚNE

Ściany nośne istniejące – nie projektuje się nowych ścian nośnych.

4.5. ŚCIANY DZIAŁOWE

~~Projektuje się ściany działowe murowane.~~

~~Ściany działowe murowane oddzielić górą od stropu na minimum 2 cm, wypełniając przestrzeń np. pianką montażową niskospężną.~~

~~Ściany działowe murowane przewiązać ze ścianami nośnymi np. stosując stalowe łączniki systemowe.~~

~~Układ i grubości ścian działowych zgodnie z częścią architektoniczną projektu.~~

Układ ścian istniejący – nie wprowadza się zmian.

4.6. STROPY

Stropy żelbetowe istniejące – nie projektuje się nowych fragmentów stropów.

4.7. NAPROŻA (BELKI)

Nadproża żelbetowe monolityczne (Bż-1 do Bż-4) oraz prefabrykowane typu L19/9. Ściany nad projektowanymi nadprożami należy wyburzyć do poziomu płyty stropowej. Montaż nadproży wykonać po zdemontowaniu dachu. W czasie wykonywania/montażu nadproży wykonać liniowe podparcie płyty stropowej w odległości nie większej niż 80cm od lica ściany – dla ścian wewnętrznych wykonać podparcie płyty stropowej po obu stronach ściany. Po wykonaniu/zamontowaniu nadproży wymurować obszar ściany pomiędzy nadprożem i stropem. Przy murowaniu ściany nad nadprożami prefabrykowanymi wypełniać zaprawą spoiną pionową pomiędzy elementami murowymi.

Projektowane belki należy przewiązać z istniejącą płytą stropową - w tym celu należy skuć obszar płyty w miejscu zaprojektowanych belek z pozostawieniem zbrojenia płyty, a następnie zabetonować fragment skutej płyty wraz z belką.

~~Belka Bż-1 żelbetowa monolityczna jednoprzęsłowa o przekroju poprzecznym 20 cm x 35 cm. Zbrojenie dołem 4 ϕ 16 mm. Zbrojenie górą rozdzielcze 2 ϕ 12 mm. Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion. Strzemiona w rozstawie 23 cm na całej długości belki.~~

~~Belka Bż-2 żelbetowa monolityczna jednoprzęsłowa o przekroju poprzecznym 20 cm x 70 cm. Zbrojenie dołem 2 ϕ 12 mm. Zbrojenie rozdzielcze górą 2 ϕ 12 mm oraz pręty pośrednie na wysokości belki. Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion średnicy 8mm. Strzemiona w rozstawie 30 cm na całej długości belki.~~

Bż-1

Belka ~~Bż-2~~ Bż-3 żelbetowa monolityczna dwuprzęsłowa o przekroju poprzecznym 30 cm x 40 cm. Zbrojenie dołem 2 ϕ 12 mm. Zbrojenie rozdzielcze górą 3 ϕ 12 mm. Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion średnicy 8mm. Strzemiona w rozstawie 27 cm na całej długości belki.

4.8. RDZENIE

W miejscu projektowanych nadproży w obszarach najbardziej obciążonych lub najbardziej osłabionych zaprojektowano żelbetowe rdzenie ~~Rż-1 do Rż-3~~, Przekroje rdzeni ~~zróżnicowane~~, dostosowane do grubości ściany. Zbrojenie podłużne 4 ϕ 12 mm. Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion średnicy 8mm. Strzemiona w rozstawie 18 cm na całej wysokości rdzeni. W ścianie przylegającej do projektowanych rdzeni pozostawić strzępia dla prawidłowego przewiązania rdzenia ze ścianą.

4.9. ŚCIANA KOLANKOWA (Sk-1)

Projektuje się ścianę kolankową Sk-1 jako żelbetową o szerokości 30cm oraz wysokości 50cm (w miejscach, gdzie płyta stropowa nie została doprowadzona do zewnętrznego lica ściany zewnętrznej należy zwiększyć wysokość ściany kolankowej do 60cm - w obszarach tych należy dodatkowo przewiązać płytę stropową ze ścianą kolankową, zgodnie ze szczegółem „B”). W szalunku ściany kolankowej osadzić kotwy Kt-1 do mocowania murłat. Kotwy z pręta średnicy 16mm w rozstawie max. 1,80m.

Ścianę kolankową wykonać jako belkę żelbetową monolityczną o przekroju poprzecznym 30 cm x 50 cm . Zbrojenie dołem 2 ϕ 12 mm. Zbrojenie górą 2 ϕ 12 mm. Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion średnicy 8mm. Strzemiona w rozstawie 30 cm na całej długości belki.

4.10. WYBURZENIA, PRZEBICIA I ZAMUROWANIA

Do zakresu prac wyburzeniowych będzie należało:

- demontaż istniejącej konstrukcji dachu,
- wyburzenie ścian szczytowych poddasza,
- ~~wyburzenie ścian działowych na poziomie parteru,~~
- wykonanie zamurowań i wyburzeń w zakresie otworowania pod okna, drzwi i bramy wraz z wykonaniem nowych żelbetowych nadproży.

Wyburzenia i zamurowania wykonać w zakresie pokazanym w części architektonicznej projektu.

Zamurowania w ścianach nośnych wykonać z pustaków ceramicznych. Przy wykonywaniu zamurowań należy wykonać przewiązania wypełnień z istniejącą częścią muru.

W obszarze oznaczonym na rzucie przyziemia (w trzech miejscach) jako brak przewiązania ścian (istniejące pionowe rozwarstwienie) należy wykonać częściową rozbiórkę ściany w miejscu spękań i wykonać nowe zamurowanie. Zamurowania należy wykonać z zastosowaniem przewiązania (strzępia). Dopuszcza się zamiast zamurowywania elementami murowymi wykonanie zabetonowania z wykonaniem strzępi. Rdzeń betonowy zbroić przeciwskurczowo w postaci czterech prętów podłużnych średnicy min. 8mm oraz zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion o średnicy min. 6mm.

4.11. NAPRAWY I WZMOCNIENIA KONSTRUKCJI

Istniejące ściany nośne wykazują spękania. W miejscach największych spękań należy wykonać przemurowania – najważniejsze przemurowania opisano w punkcie 4.10.

Zabezpieczenia wymaga styk płyt stropowych – lokalizacja została oznaczona na rzucie przyziemia, a sposób wykonania opisany na szczególe „A”.

4.12. KONSTRUKCJA DACHU

Projektuje się nową konstrukcję dachu drewnianą krokwiowo-płatwiową. Dach pokryty blachodachówką. Rozpiętość dachu w osiach podpór zewnętrznych (murłaty) 9,82 m. Rozpiętość dachu w osiach podpór pośrednich (płatwie) 3,90 m. Konstrukcja dachu oparta na ścianach zewnętrznych oraz pośrednio na drewnianych słupach. Słupy z mieczami obustronnymi. Nachylenie konstrukcji dachu 32,3°.

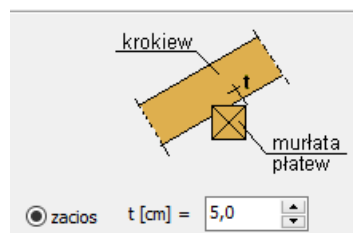
Murłatę (**Md**), o przekroju 16x16 cm mocować do wieńca na jej końcach oraz pośrednio co max. 1,8 m. Do mocowania murłaty zastosować kotwy z pręta gwintowanego M16 umieszczone w szalunku wieńca. Kotwy wykonać jako fajkowe. Na styku wieńca z murłatą i belkami podwalinowymi zastosować izolację poziomą w postaci np. folii fundamentowej PE grubości 1mm.

Płatwie (**Pd**), o przekroju 16 x 16 cm oparte na drewnianych słupach.

Krokiew drewniana (**Kd**) 8 x 18 cm mocowana do murłat w rozstawie co max. 90 cm (dopuszcza się miejscowe zwiększenie rozstawu do 102 cm). Krokwie mocować do murłaty wkrętami do drewna średnicy 8mm.

Uwaga:

Podcięcie krokwi pod montaż na murłacie o wysokości maksymalnie 5,0cm (maksymalnie 6cm).



Zestawienie przekrojów elementów drewnianych dachu:

- murłata (Md) 16 x 16 cm,
- krokiew (Kd) 8 x 18 cm,
- płatew (Pd) 16 x 16 cm,
- kleszcze (Ld) 2 x 6 x 16 cm,
- słupy (Sd) 16 x 16 cm,
- miecze (Id) 12 x 12 cm,
- podwalina (Dd) 16 x 16 cm.

Zaleca się wykonać impregnację ciśnieniową dla wszystkich elementów drewnianych oraz zabezpieczenie powierzchniowo środkiem grzybobójczy. Elementy drewniane przed zamontowaniem powinny zostać prawidłowo wysuszone (dopuszczalna wilgotność gotowych elementów 18%). Nie dopuszcza się do montażu elementów wilgotnych. Zamontowanie elementów bez ich odpowiedniego wysuszenia spowoduje ich niekontrolowane pękanie i osłabienie przekrojów drewnianych obniżając ich parametry wytrzymałościowe.

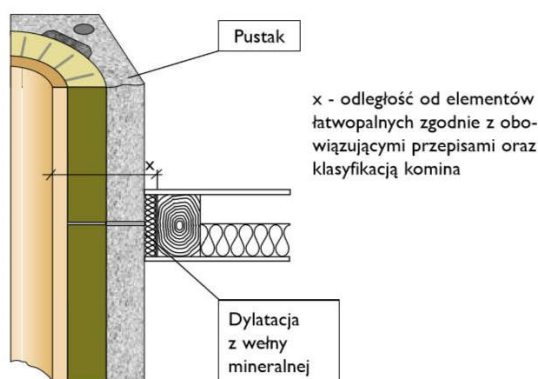
Elementy drewniane konstrukcyjne nie mogą stykać się bezpośrednio z elementami betonowymi – na wszystkich stykach pomiędzy tymi materiałami należy zastosować warstwę rozdzielającą np. z folii PE grubości 1mm.

Zwraca się uwagę, iż najlepszym rozwiązaniem na materiał dla elementów drewnianych konstrukcyjnych jest zastosowanie drewna sosnowego, suszonego komorowo i czterostronnie struganego. Dla drewna suszonego komorowo nie trzeba używać dodatkowej chemii. Zabezpieczyć należy jedynie elementy drewniane, które są narażone na oddziaływanie warunków atmosferycznych. Suszenie w wysokiej temperaturze (powyżej 60°C) eliminuje z drewna wszelkie bakterie, zarodniki grzybów i larwy owadów. Drewno pozbawione zostaje także substancji mogących stanowić dla nich pożywienie. Stąd drewno suszone komorowo uważa się za uodpornione na działanie grzybów i owadów. Dodatkowo czterostronne struganie nadaje drewnu gładką powierzchnię, w której owady niechętnie żerują. Taka powierzchnia powoduje także większą odporność elementów na działanie ognia. Przy tak przygotowanych elementach drewnianych zmniejszone jest również do minimum prawdopodobieństwo spękania, skręcania i deformacji, co przy zabudowie drewna mokrego jest ogromnym problemem i wpływa bezpośrednio na obniżenie parametrów wytrzymałościowych elementów drewnianych.

Zgodnie z ROZPORZĄDZENIEM MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Rozdział 6 Wymagania przeciwpożarowe dla palenisk i instalacji. Art 265. 4 "Piec z kamienia, cegły, kafli i podobnych materiałów niepalnych oraz przewody spalinowe i dymowe powinny być oddalone od łatwo zapalnych, nieosłoniętych części konstrukcyjnych

budynku co najmniej 0,3 m, a od osłoniętych okładziną z tynku o grubości 25mm na siatce albo równorzędną okładziną - co najmniej 0,15 m.”

Obrazuje to poniższy schemat:



4. DANE MATERIAŁOWE

- Beton C20/25
- Stal zbrojeniowa prętów głównych i rozdzielczych A-IIIIN (np. B500SP)
- Stal zbrojeniowa strzemion A-IIIIN (np. B500SP)
- Otulina zbrojenia elementów ponad gruntem 2,0 cm
- Drewno konstrukcyjne lite iglaste C24 zaimpregnowane ciśnieniowo

5. UWAGI KOŃCOWE

N/n projekt rozpatrywać łącznie z projektem architektury i pozostałymi branżami.

Wszelkie prace budowlane prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych, posiadających uprawnienia do kierowania robotami, zgodnie z obowiązującymi normami i warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych, z uwzględnieniem warunków BHP, określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002 r., Dz. U. Nr 151, poz. 12576 oraz z dnia 06 lutego 2003 r., Dz. U. Nr 47, poz. 401.

Wszelkie istotne niezgodności stanu projektowanego ze stanem faktycznym należy zgłosić niezwłocznie do projektanta.

W projekcie przedstawiono częściowo konkretne wyroby konkretnych producentów. W zamierzeniu autora projektu ich zastosowanie nie jest i nie może być obligatoryjne, natomiast służą one jako wzorzec poglądowy. W miejsce konkretnych wyrobów można zastosować wyroby inne lub innych producentów, jednakże takie, które pod względem parametrów technicznych, gabarytowych, jakościowych i wizualnych będą adekwatne do zastosowanych w projekcie oraz będą posiadały nie gorsze parametry wytrzymałościowe.

Szczegóły konstrukcyjne w tym szczegóły zbrojenia elementów żelbetowych zostaną wydane w projekcie wykonawczym.

6. EKSPERTYZA TECHNICZNA OKREŚLAJĄCA STAN TECHNICZNY BUDYNKU I OCENA MOŻLIWOŚCI PRZEBUDOWY.

Istniejący budynek znajduje się w dostatecznym stanie technicznym.

Ściany nośne wykazują spękania, wynikające z pracy budynku jak i wynikające z braku przewiązań pomiędzy poszczególnymi murowanymi odcinkami ścian – przewiduje się, iż jedno przęsło budynku w przeszłości było otwarte (bez ścian podłużnych).

Spękania ścian należy usunąć poprzez ich lokalne przemurowania.

Stropy żelbetowe bez spękań lecz lokalnie pojawiają się rozwarstwienia styku podporowego płyt - co widoczne jest od strony poddasza w osi podpory (ściany poprzecznej). Stropy w kilku miejscach wykazują zawilgocenia wynikające z zalewania z nieszczelnego pokrycia dachu.

Rozwarstwienie podporowe stropu należy wzmocnić przewiązując wzajemnie płyty poprzez wklejenie górą do płyt zbrojenia zszywającego. Zawilgocone stropy należy wysuszyć i odgrzybić.

Na styku kamiennej ściany fundamentowej i ściany przyziemia, mniej więcej na poziomie posadzki po całym obwodzie budynku w przeszłości wykonano izolację poziomą w postaci papy. Izolacja ta z czasem utraciła swoje właściwości i w dużym stopniu uległa rozkładowi.

Ze względu na możliwe podciąganie kapilarne wody lub wilgoci z gruntu poprzez ściany fundamentowe należy dokonać zaizolowania ścian. Należy wykonać izolację przeciwwilgociową w postaci poziomej przepony po całym obwodzie ścian (na poziomie możliwie najniżej przy posadzce) oraz wykonać izolację przeciwwilgociową pionową po stronie zewnętrznej ścian. Izolację pionową zewnętrzną wykonać na całej wysokości ściany od poziomu fundamentów do min. 30cm ponad poziom terenu. Szczegóły w zakresie izolacji w części architektonicznej projektu.

Brak wykonania izolacji przeciwwilgociowej ścian fundamentowych może powodować ich zawilgocenie, które w postaci podciągania kapilarnego przejdzie na ściany przyziemia. Zawilgocenie ścian w połączeniu z działaniem mrozu może powodować korozję mrozową elementów murowych i zaprawy co w efekcie doprowadzi do osłabienia struktury ściany i jej wykruszanie się. Dodatkowo zawilgocenia mogą spowodować powstanie na powierzchni ścian pleśni i grzybów.

Stan tynków zewnętrznych ścian jest zły - tynki zewnętrzne ścian wymagają skucia w całości.

Obciążenia na istniejące fundamenty budynku, po wykonaniu projektowanej przebudowy nie ulegną zwiększeniu. Po wykonaniu projektowanej przebudowy naprężenia na grunt nie przekroczą wartości dopuszczalnej.

Projektowana przebudowa:

- nie pogorszy stanu podłoża gruntowego w obszarze budynków istniejących,
- nie spowoduje zagrożeń dla bezpieczeństwa użytkowników budynków sąsiednich i nie spowoduje obniżenia ich przydatności do użytkowania.

Bezpieczeństwo użytkowania projektowanego obiektu nie jest zagrożone.

W świetle powyższych danych stwierdza się, że projektowana przebudowa jest dopuszczalna ze względów użytkowych i konstrukcyjnych. Stan techniczny budynku pozwala na jego przebudowę.

7. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

7.1. Dane założeniowe

Strefa obciążenia śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 (PN-EN 1991-1-3/NA)	3
Strefa obciążenia wiatrem wg PN-B-020111:1977/Az1 (PN-EN 1991-1-4/NA)	III (3)
Umowna głębokość przemarzania gruntu wg PN-81/B-03020	1,0 m
Kategoria geotechniczna obiektu	I
Przybliżona wysokość nad poziomem morza	244,0 m n.p.m.

7.2. Zestawienie obciążeń

Klasa trwania obciążenia		
ciężar własny	stałe	> 10 lat
obciążenie użytkowe, śnieg	średniotrwałe	1 tydzień - 6 miesięcy
wiatr	krótkotrwałe	mniej niż 1 tydzień

7.2.1. Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1

Zgodnie z punktem obejmującym obliczenia dachu.

7.2.2. Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1 / Z1-1

Zgodnie z punktem obejmującym obliczenia dachu.

7.2.3. Obciążenia na stropodach i na konstrukcję dachu

Dach - obciążenia stałe

Zgodnie z punktem obejmującym obliczenia dachu.

Stropodach - obciążenia stałe i użytkowe

Obciążenia stałe.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	wełna mineralna grub. 25 cm [1,200kN/m ³ ·0,25m]	0,30	1,30	--	0,39
2.	posadzka - płyta OSB na ruszcie drewnianym [0,200kN/m ²]	0,20	1,30	--	0,26
3.	wylewka betonowa grub. 5 cm [21,000kN/m ³ ·0,05m]	1,05	1,30	--	1,37
4.	piasek grub. 6 cm [18,000kN/m ³ ·0,06m]	1,08	1,30	--	1,40
5.	płyta żelbetowa grub. 10 cm [25,000kN/m ³ ·0,10m]	2,50	1,30	--	3,25
6.	tynek grub. 2 cm [19,000kN/m ³ ·0,02m]	0,38	1,30	--	0,49
Σ:		5,51	1,30	--	7,16

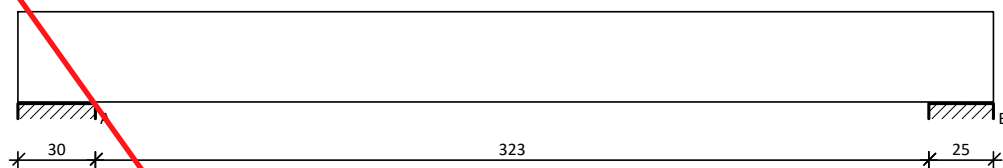
użytkowe.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Obciążenie zmienne (stropy poddaszy oraz stropodachów wentylowanych, w których ciężar pokrycia dachowego nie obciąża konstrukcji stropu z dostępem poprzez wyłaz rewizyjny) [0,5kN/m ²]	0,50	1,40	0,80	0,70
Σ:		0,50	1,40	--	0,70

7.3. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

7.3.1. Belka Bż-1

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 20,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 35,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Stałe**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Strop szer.3,63 m [5,510kN/m ² ·3,63m]	20,00	1,30	--	26,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,20m·0,35m·25,0kN/m ³]	1,75	1,10	--	1,93	cała belka
Σ :		21,75	1,28		27,93	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Dach	4,00	2,63	1,30	--	5,20

Schemat statyczny belki

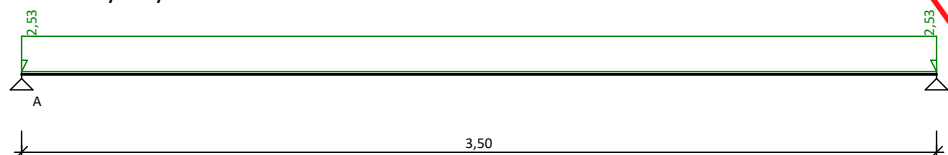


Przypadek: **P2: Użytkowe**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Strop szer.3,63 m [0,500kN/m ² ·3,63m]	1,81	1,40	0,80	2,53	cała belka
Σ :		1,81	1,40		2,53	

Schemat statyczny belki

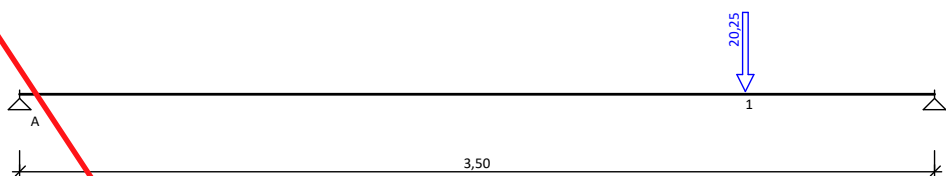


Przypadek: **P3: Śnieg i wiatr**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Dach	13,50	2,63	1,50	0,00	20,25

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,09$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**B500SP**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**B500SP**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (B500SP)

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

\rightarrow nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

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

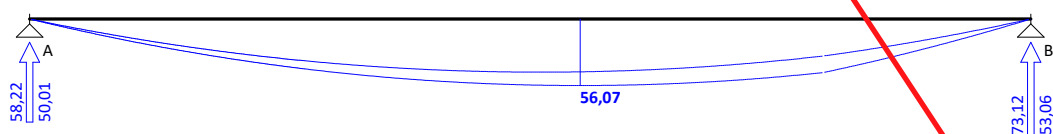
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

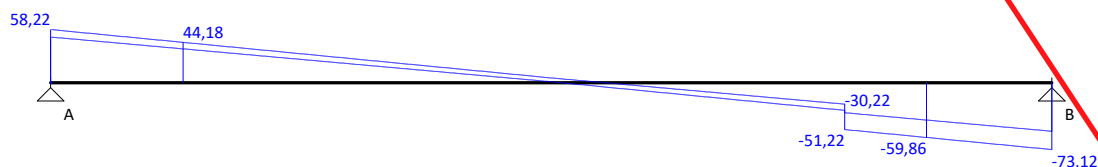
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

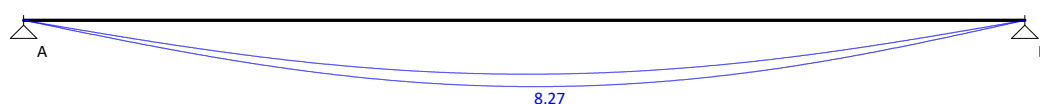
Momenty zginające [kNm]:



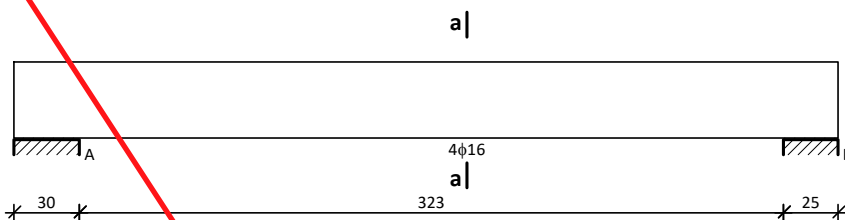
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 56,07 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $4\phi 16$ o $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,28\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 56,07 \text{ kNm} < M_{Rd} = 84,67 \text{ kNm}$ (66,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = (-)59,86 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 230 mm na odcinku 69,0 cm przy prawej podporze oraz co 230 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = (-)59,86 \text{ kN} < V_{Rd3} = 103,76 \text{ kN}$ (57,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 42,53 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 37,09 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostokątnych: $w_k = 0,109 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (36,3%)

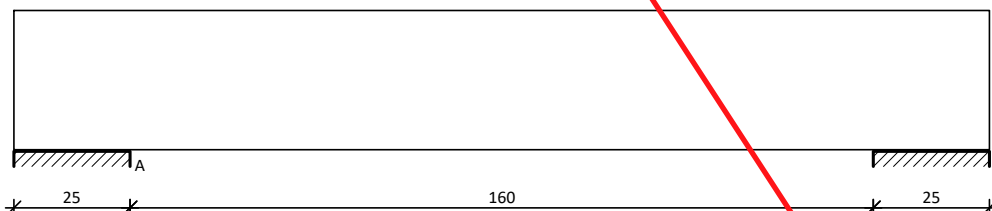
Maksymalne ugięcie od $M_{sk,lt}$: $a(M_{sk,lt}) = 8,27 \text{ mm} < a_{lim} = 3505/200 = 17,52 \text{ mm}$ (47,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk,lt} = 40,93 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,166 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (55,3%)

7.3.2. Belka Bż-4

SKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 30,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 30,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Stałe**

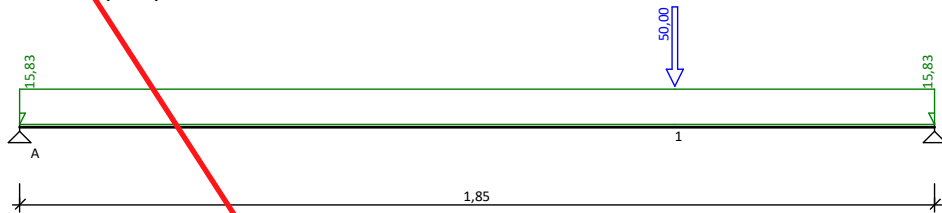
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Strop szer.1,00 m [5,510kN/m ² ·1,00m]	5,51	1,30	--	7,16	cała belka
2.	Tynk ściany grub. 0,03 m i szer.1,20 m [19,000kN/m ³ ·0,03m·1,20m]	0,68	1,30	--	0,88	cała belka
3.	Izolacja ściany grub. 0,15 m i szer.1,20 m [0,450kN/m ³ ·0,15m·1,20m]	0,08	1,30	--	0,10	cała belka
4.	Ścianka kolankowa grub. 0,25 m i szer.0,60 m [25,000kN/m ³ ·0,25m·0,60m]	3,75	1,10	--	4,13	cała belka
5.	Dach	0,83	1,30	--	1,08	cała belka
6.	Ciążar własny belki [0,30m·0,30m·25,0kN/m ³]	2,25	1,10	--	2,48	cała belka
Σ:		13,10	1,21		15,83	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Dach	4,00	1,85	1,30	--	5,20
2.	Bż-1	38,46	1,20	1,30	--	50,00

Schemat statyczny belki



Przypadek: P2: Użytkowe

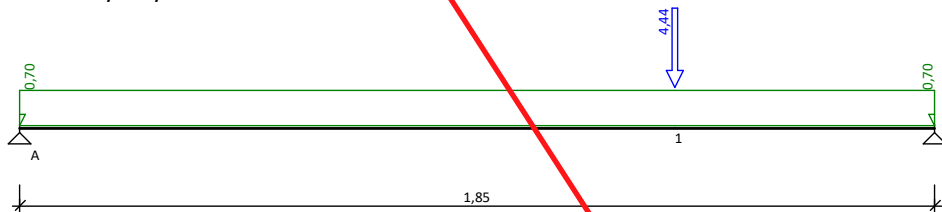
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Strop szer.1,00 m [0,500kN/m ² ·1,00m]	0,50	1,40	0,80	0,70	cała belka
Σ :		0,50	1,40		0,70	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Bż-1	3,17	1,20	1,40	0,80	4,44

Schemat statyczny belki



Przypadek: P3: Śnieg i wiatr

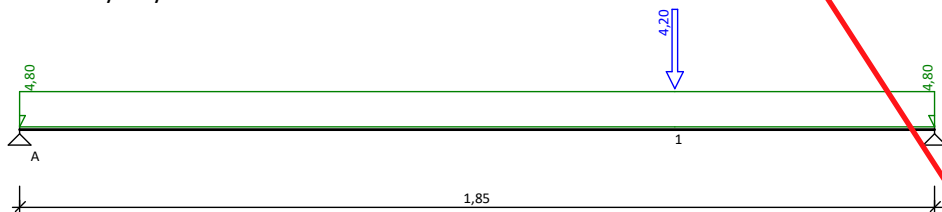
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Dach	3,20	1,50	0,00	4,80	cała belka
Σ :		3,20	1,50		4,80	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp.	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Bż-1	2,80	1,20	1,50	0,00	4,20

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pęcznienia (obliczono) $\phi = 3,01$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**B500SP**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**B500SP**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (B500SP)

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

\rightarrow nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

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

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

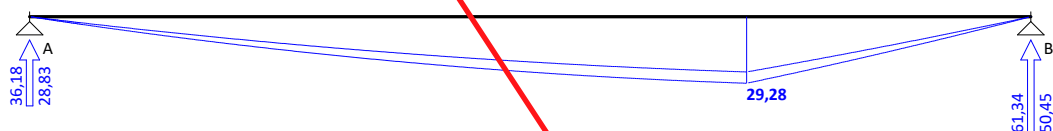
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

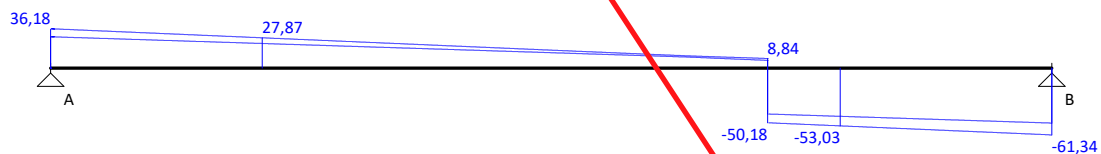
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

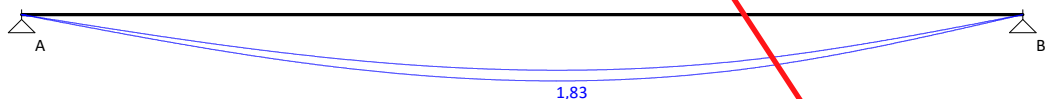
Momenty zginające [kNm]:



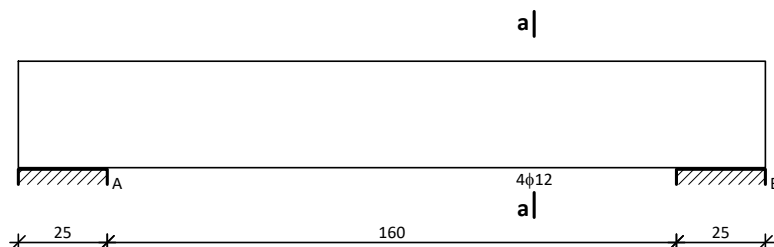
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 29,28 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem **4φ12** o $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,57\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 29,28 \text{ kNm} < M_{Rd} = 46,03 \text{ kNm}$ (63,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)53,03 \text{ kN}$

lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mL} = 0,90$ m
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mP} = 0,90$ m
 - odcinek E - F o rozpiętości $l = 3,64$ m
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mL} = 0,90$ m
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mP} = 0,90$ m
 - odcinek F - G o rozpiętości $l = 3,49$ m
 lewy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mL} = 0,90$ m
 prawy koniec odcinka oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczem $a_{mP} = 0,70$ m
 - odcinek G - H o rozpiętości $l = 0,70$ m
 lewy koniec odcinka oparty na słupie
 prawy koniec odcinka niepodparty (wspornik)
 Wysokość całkowita słupów pod płatew pośrednią $h_s = 2,25$ m
 Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{mo} = 1,80$ m
 Wysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 0,70$ m

Dane materiałowe:

- krokiew 8/18cm (zacios 6 cm) z drewna C24
- płatew 16/16 cm z drewna C24
- słup 16/16 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 6/16 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 6 cm, z przewiązkami co 130 cm z drewna C24
- murłata 16/16 cm z drewna C24

Obciążenia (wartości charakterystyczne i obliczeniowe):

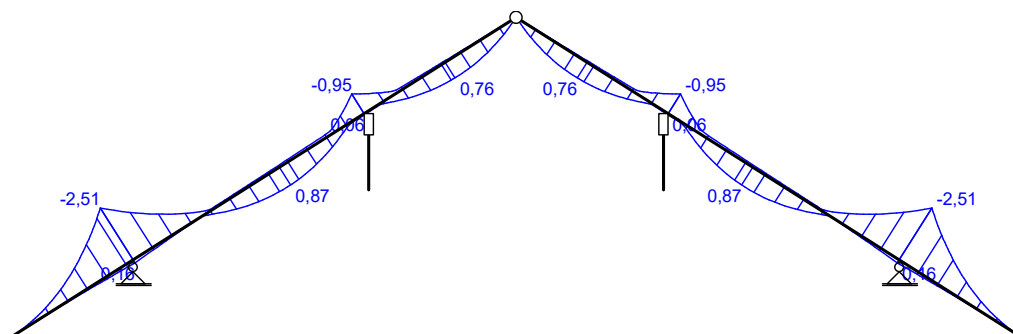
- pokrycie dachu : $g_k = 0,200$ kN/m², $g_o = 0,240$ kN/m²
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 3, $A=244$ m n.p.m., nachylenie połaci 41,0 st.):
 - na połaci lewej $s_{kl} = 0,912$ kN/m², $s_{ol} = 1,368$ kN/m²
 - na połaci prawej $s_{kp} = 0,608$ kN/m², $s_{op} = 0,912$ kN/m²
 - obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotrwale
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa III, teren A, wys. budynku $z = 7,1$ m):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl I} = -0,160$ kN/m², $p_{ol I} = -0,240$ kN/m²
 - na połaci nawietrznej $p_{kl II} = 0,131$ kN/m², $p_{ol II} = 0,197$ kN/m²
 - na stronie zawietrznej $p_{kp} = -0,185$ kN/m², $p_{op} = -0,277$ kN/m²
- ocieplenie na całej długości krokwi $g_{kk} = 0,000$ kN/m², $g_{ok} = 0,000$ kN/m²
- obciążenie montażowe kleszczy $F_k = 1,0$ kN, $F_o = 1,2$ kN

Założenia obliczeniowe:

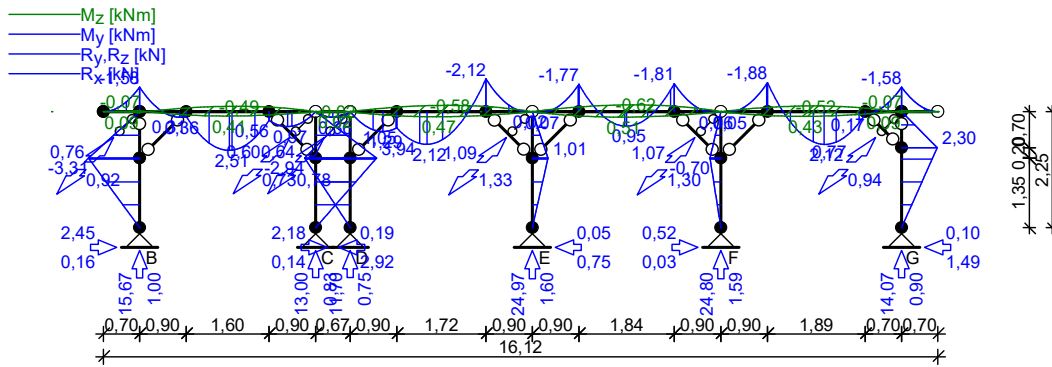
- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wybozeniowej słupa:
 - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
 - w płaszczyźnie więzara $\mu_y = 1,00$

WYNIKI

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



Obwiednia momentów w układzie podłużnym - płatwi pośredniej:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 8/18 cm (zacios na podporach 6 cm)

Smukłość

$\lambda_y = 67,4 < 150$

$\lambda_z = 151,6 > 150$ - dopuszcza się nieznaczne przekroczenie smukłości

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K15** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)+0,90-wiatr-wariant II (podatność)

$M_y = 0,87 \text{ kNm}$, $N = 4,29 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 2,01 \text{ MPa}$, $\sigma_{c,0,d} = 0,30 \text{ MPa}$

$k_{c,y} = 0,611$, $k_{c,z} = 0,141$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,174 < 1$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,300 < 1$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murłacie)

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr-wariant II

$M_y = -2,51 \text{ kNm}$, $N = 5,84 \text{ kN}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$, $f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 13,06 \text{ MPa}$, $\sigma_{c,0,d} = 0,61 \text{ MPa}$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,886 < 1$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murłatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K13** stałe-max (podatność)+śnieg (podatność)

$u_{fin} = 2,81 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 5809 / 200 = 29,04 \text{ mm} \quad (9,7\%)$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$u_{fin} = 7,72 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 1869 / 200 = 18,69 \text{ mm} \quad (41,3\%)$

Płatew 16/16 cm

Smukłość

$\lambda_y = 22,1 < 150$

$\lambda_z = 22,1 < 150$

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$q_{z,max} = 6,46 \text{ kN/m}$, $q_{y,max} = 0,31 \text{ kN/m}$

Maksymalne siły i naprężenia w płatwi (odcinek D - E)

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr-parcie

$N = -10,96 \text{ kN}$

$M_y = -2,12 \text{ kNm}$, $M_z = 0,32 \text{ kNm}$

$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$, $f_{t,0,d} = 8,62 \text{ MPa}$

$\sigma_{t,0,d} = 0,43 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = 3,11 \text{ MPa}$, $\sigma_{m,z,d} = 0,48 \text{ MPa}$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,283 < 1$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,229 < 1$

Maksymalne ugięcie (odcinek B - C)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 3,22 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 8,00 \text{ mm} \quad (40,2\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika (odcinek A - B)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,97 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 7,00 \text{ mm} \quad (13,9\%)$$

Słup 16/16 cm

Smukłość (słup G)

$$\lambda_y = 77,7 < 150$$

$$\lambda_z = 48,7 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia (słup C)

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr-parcie

$$M_y = 3,94 \text{ kNm}, \quad N = 13,00 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,77 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,551, \quad k_{c,z} = 0,863$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,462 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,436 < 1$$

Kleszcze 2x 6/16 cm o prześwicie gałęzi 6 cm, z przewiązkami co 130 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 84,4 < 150$$

$$\lambda_z = 162,6 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+montażowe

$$M_y = 1,31 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 20,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,55 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,126 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K3** stałe-max+montażowe

$$u_{fin} = 3,54 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 3900 / 200 = 19,50 \text{ mm} \quad (18,1\%)$$

Murłata 16/16 cm

Część murłaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 5,81 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 1,14 \text{ kN/m}$$

$$q_{z,min} = -0,04 \text{ kN/m} \text{ (odrywanie)}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K5** stałe-max+wiatr

$$M_z = 0,39 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,035 < 1$$

Część wspornikowa murłaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 5,81 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 1,14 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr-wariant II+0,90-śnieg

$$M_y = 1,34 \text{ kNm}, \quad M_z = -0,20 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,96 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,146 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,112 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,30 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 700 / 200 = 7,00 \text{ mm} \quad (4,3\%)$$

Przy wykonywaniu obliczeń statycznych i wymiarowania elementów korzystano z systemów komputerowego wspomagania projektowania.

-----KONIEC OBLICZEŃ-----