



*Inwestor:*

Miasto Suwałki  
ul. Mickiewicza 1  
16-400 Suwałki

*Temat opracowania:*

**REMONT ELEWACJI, TERMOMODERNIZACJA  
I PRZEBUDOWA W ZAKRESIE PRZYSTOSOWANIA  
DO OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ BUDYNKÓW  
ZESPOŁU SZKÓŁ NR 2  
ul. Tadeusza Kościuszki 36/38, Suwałki**

**działki nr 11100, 11101 obręb 06**

<i>Stadium dokumentacji:</i>		<i>Branża:</i>		
<b>Projekt wykonawczy</b>		<b>Budowlana</b>		
<i>Autorzy:</i>				
<i>Imię i nazwisko:</i>	<i>Branża/Zakres</i>	<i>Specjalność</i>	<i>Nr uprawnień</i>	<i>Podpis</i>
inż. Piotr Kodur	budowlana	konstrukcyjna	28/89/Pw	
<i>Data:</i>				
Poznań, 10 kwietnia 2015 r.				

**OPIS TECHNICZNY CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA DO  
PROJEKTU WYKONAWCZEGO REMONTU ELEWACJI,  
TERMOMODERNIZACJI I PRZEBUDOWY W ZAKRESIE  
PRZYSTOSOWANIA DO OCHRONY PRZECIWOŻAROWEJ  
BUDYNKÓW ZESPOŁU SZKÓŁ NR 2  
ul. Tadeusza Kościuszki 36/38, Suwałki**

**CZĘŚĆ I - WZMOCNIENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH**

**I. Podstawa opracowania.**

- Zlecenie Inwestora.
- Wizja lokalna wykonana dla potrzeb projektu.
- Polskie normy budowlane.
- Ustawa Prawo budowlane.
- Projekt architektoniczny

**II. Cel i zakres opracowania.**

1. Celem opracowania jest projekt budowlany wzmocnień zewnętrznych ścian budynku Zespołu Szkół nr 2 zlokalizowanego w Suwałkach przy ul. Kościuszki 36/38 opracowanie zgodnie ze zleceniem
2. Zakres opracowania zgodny ze zleceniem:
  - Opracowanie wzmocnienia ścian zewnętrznych .

**III. Charakterystyka obiektu zawarta w opisie architektonicznym.**

**IV . ELEMENTY KONSTRUKCYJNE WZMOCNIENIE ŚCIAN  
ZEWNĘTRZNYCH BUDYNKU .**

1.1. Opis przyjętej technologii wzmocnień

Do wzmocnienia pęknięć ścian zewnętrznych zastosowano technologię wklejanych prętów ze stali austenicznej o spiralnym splocie na zewnątrz pręta .

**OPIS TECHNOLOGII**

**OPIS PRZYJĘTEJ TECHNOLOGII WZMOCNIENIA I MATERIAŁY  
STOSOWANE W TECHNOLOGII WZMOCNIENIA ŚCIAN .**

Istota technologii polega na montażu w uszkodzonych konstrukcjach budowlanych dodatkowego zbrojenia w postaci specjalnych prętów, cięgien i kotew stalowych zatopionych w zaprojektowanej dla nich zaprawie klejowej .

**Zbrojenie** - to elastyczne pręty, cięgna i kotwy wykonane z austenitycznej stali nierdzewnej o charakterystycznym, helikoidalnym (śrubowym) kształcie. W przypadku robót remontowych i naprawczych najczęściej stosuje się pręty o średnicach: 6 ; 8 i 10 mm. Pręty można łączyć ze sobą, zginać, układać w wiązki. Ich produkcja jest zgodna z normą: EN ISO 9002:1994 (Certyfikat TÜV – Rheinland Europa Kft. nr 75 100 8417).

**Spoiwo** - to niekurczliwe, elastyczne, szybkowiązące zaprawy wykonane na bazie cementu. Charakteryzują się doskonałą przyczepnością w kontakcie z różnymi materiałami. Zaprawy zostały specjalnie zaprojektowane do współpracy z prętami zbrojenia. Zaprawy są produkowane w zestawach zawierających dwa składniki (sposzowany i płynny), po zmieszaniu których uzyskuje się gotową do użycia plastyczną masę. Do przygotowania zaprawy należy używać składników dostarczanych przez producenta (nie wolno dolewać wody, dosypywać cementu, piasku, plastyfikatorów, itp.).

W zależności od przeznaczenia do napraw stosowane są zaprawy:

- O wytrzymałość 27 MPa – przeznaczona do napraw murów wykonanych z betonu komórkowego i cegły o wytrzymałości średniej do 10 MPa oraz ceramiki budowlanej,
- O wytrzymałość odpowiednio 38 i 60 MPa – stosowana do napraw murów wykonanych z cegły o wytrzymałości powyżej 10 MPa, z kamienia oraz konstrukcji betonowych.

#### **TECHNOLOGIA NAPRAW:**

W zależności od rodzaju obiektu i charakteru występujących w nim uszkodzeń naprawy konstrukcji budowlanych wykonywane są w dwojaki sposób. Technika napraw polega na montażu odpowiednio dobranych prętów i zatopieniu ich w zaprawie we wcześniej wyfrezowanych szczelinach lub wywierconych otworach. Oba sposoby można stosować łącznie.

Narzędzia niezbędne przy wykonywaniu napraw z zastosowaniem tej technologii to: bruzdownice z odkurzaczami umożliwiające wykonanie w cegle, kamieniu i betonie szczelin o szerokościach od 1 do 2 cm i głębokościach do 7 cm (szerokości i głębokości frezowania określają projekty).

W praktyce, w przypadku cegły i betonu oraz stosowaniu 1 – 2 prętów, wykonuje się szczeliny o szerokości 1cm i głębokości 4 – 5 cm), wiertarki udarowe z wiertłami o średnicach od 10 do 16 mm i długościach odpowiadających założeniom projektu, ręczne urządzenia ciśnieniowe do mycia, przenośne sprężarki i pistolety iniekcyjne do zapraw z odpowiednimi końcówkami, narzędzia pomocnicze.

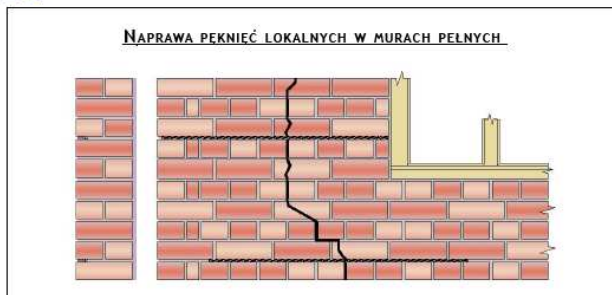
#### **· montaż w szczelinach polega na:**

- wyfrezowaniu, zgodnie z określoną w projekcie lokalizacją i wymiarami szczelin (niezależnie od rodzaju materiału, z którego wykonany jest obiekt – cegła, beton, kamień – szczeliny mogą być frezowane w spoinach lub bezpośrednio w materiale konstrukcyjnym oczyszczeniu szczelin z pozostałości frezowania, a następnie wyczyszczeniu pyłu i drobnych cząsteczek przy pomocy sprężonego powietrza i wody pod ciśnieniem,
- wypełnieniu wilgotnych szczelin (przy pomocy pistoletu iniekcyjnego) pierwszą warstwą zaprawy o grubości około 10 mm,
- zatopieniu w zaprawie przygotowanych wcześniej prętów

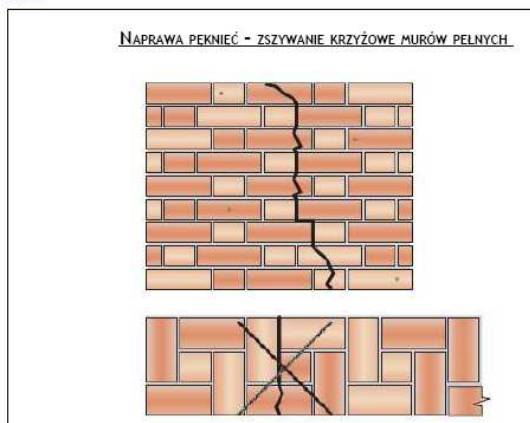
i pokryciu ich przy pomocy pistoletu kolejną warstwą zaprawy o tej samej grubości (w niektórych przypadkach włożone do szczelin profile na czas wiązania zaprawy należy zablokować przy pomocy klinów drewnianych),  
- po związaniu zaprawy (około 20 – 40 minut) - wypełnieniu pozostałej szczeliny zaprawą do spoinowania.

Poniżej zamieszczono przykładowe rozwiązania wzmocnień murów spękanych zastosowanych w opracowaniu . Do wzmocnienia murów należy stosować pręty o średnicy 10 mm w rozstawie poziomym nie przekraczającym 30 cm . Oznaczenia pęknięć i rodzaj zastosowanej naprawy zawarto na rysunku K-01 .

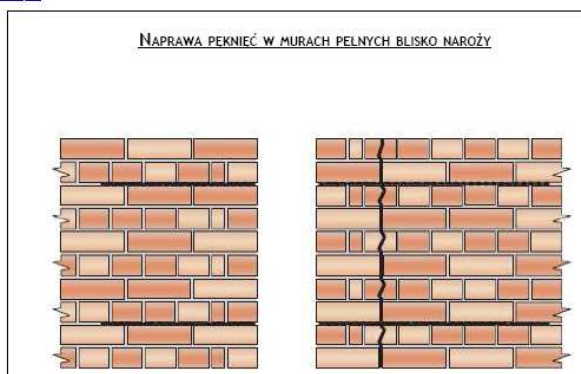
CS05  
(BB-01)

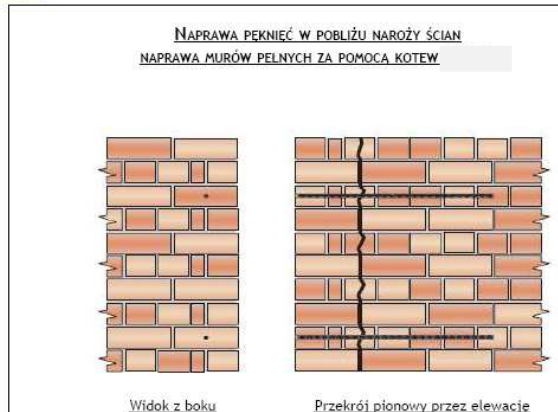


CS07  
(CT-09)



CS08  
(BB-06)



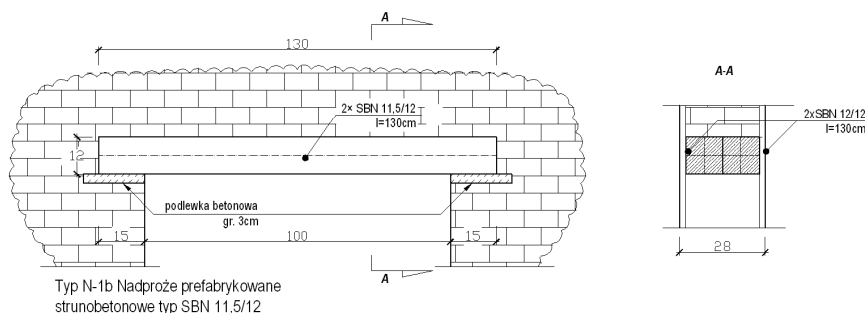
CS09  
(CT-06)

## CZĘŚĆ II – KONSTRUKCJA DACHU

### 7 – NADPROŻA

Dla ścian w których zostały powiększone otwory drzwiowe i przejścia przyjęto konstrukcyjnie nadproże strunobetonowe typu SBN-B wykonane z belek o wymiarach 11,5 X 12 cm i długościach dobranych w zależności od rozpiętości otworu , oparcie nadproża powinno wynosić po 15 cm z każdej strony . Dla prawidłowego wypoziomowania nadproże belki żelbetowe należy układać na 3 cm poduszce betonowej wykonanej z betonu kl. B-15 . Przed wykonaniem nadproży ścian nośnych ścianę w której nadproże jest wykonywane należy odciążać przez podstemplowanie stropów które ją obciążają .

#### Przykładowy sposób wykonania nadproża



### 9 – WZMOCNIENIE KROKWI K-2

Wszystkie krokwie dachowe o wymiarach 7 x 14 cm zaznaczone na rysunku nr. K-11 należy wzmocnić przez nadbicie na długości 220 cm w miejscu podparcia płatwią desek drewnianych wykonanej z tarcicy sosnowej kl. C-24

o wymiarach 2 x 3 x 14 cm gwoździowanych do bocznych powierzchni krokwi istniejącej i o wymiarach 7 x 14 cm gwoździowanych do powierzchni bocznej krokwi.

Mocowanie desek wzmacniających należy wykonać przez gwoździowanie desek do istniejącej krokwi gwoździami stalowymi o średnicy 3 mm w układzie trójrzędowym przestawnym . Minimalny rozstaw gwoździ 6 cm , minimalna długość gwoździ 8 cm . Gwoździowanie należy wykonać zgodnie z normą PN-B-03150/2000 .

Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 . Płaszczyznę krokwi do której ma być mocowane wzmocnienie , należy oczyścić przez oszlifowanie i zakonserwować .

## **10 – WZMOCNIENIE KROKWI K-3**

Wszystkie krokwie dachowe o wymiarach 6 x 15 cm zaznaczone na rysunku nr. K-11 należy wzmocnić przez nadbicie na długości 220 cm w miejscu podparcia płatwią desek drewnianych wykonanej z tarcicy sosnowej kl. C-24 o wymiarach 2 x 3,5 x 15 cm gwoździowanych do bocznych powierzchni krokwi istniejącej i o wymiarach 6 x 15 cm gwoździowanych do powierzchni bocznej krokwi.

Mocowanie desek wzmacniających należy wykonać przez gwoździowanie desek do istniejącej krokwi gwoździami stalowymi o średnicy 3 mm w układzie trójrzędowym przestawnym . Minimalny rozstaw gwoździ 6 cm , minimalna długość gwoździ 8 cm . Gwoździowanie należy wykonać zgodnie z normą PN-B-03150/2000 .

Tarcicę użytą do wzmocnienia krokwi należy poddać przed wbudowaniem konserwacji preparatem ognio i grzybo ochronnym . Odporność ogniowa wbudowywanych elementów powinna wynosić EI-30 . Płaszczyznę krokwi do której ma być mocowane wzmocnienie , należy oczyścić przez oszlifowanie i zakonserwować .

## **V. UWAGI**

1 - Zorganizowanie procesu budowy w sposób zgodny z projektem i pozwoleniem na budowę należy do kierownika budowy.

2 - Prace należy wykonać zgodnie z „ Warunkami technicznymi prowadzenia i odbioru robót budowlanych i montażowych,, ITB

3 – Do wartości kosztorysowej projektu należy dodać 15% kosztów wykonania wzmocnień , jako rezerwa na pęknięcia , które zostaną odslonięte w czasie prowadzenia prac dla pełnej dokumentacji prowadzić bieżącą inwentaryzację pęknięć w czasie trwania prac budowlanych i wprowadzić korektę kosztorysową .

4 - Do wszystkich zaprojektowanych wzmocnień zastosowano pręty o średnicy 8 mm

5 - Wszystkie roboty budowlane należy wykonać sposobem remontowym zgodnie ze sztuką budowlaną , oraz przepisami BHP i PPOŻ. oraz Ochrony Środowiska.

6 – Projekt budowlany przeznaczony jest dla potrzeb urzędów w celu uzyskania niezbędnych uzgodnień i zezwoleń .

7 – Projekt rozpatrywać jako całość z opracowaniem architektonicznym

8 - Prace budowlane wykonywać zgodnie z przepisami BHP i PPOŻ dla robót remontowych .

inż. Piotr Kodur

upr. nr 28/89/Pw

## VI . SPIS RYSUNKÓW:

**Rysunek K-01 WZMOCNIENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH**

**Rysunek K-02 WZMOCNIENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH**

**Rysunek K-03 WZMOCNIENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH**

**Rysunek K-04 WZMOCNIENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH**

**Rysunek K-05 RZUT PARTERU NADPROŻA**

**Rysunek K-06 RZUT I PIĘTRA NADPROŻA**

**Rysunek K-07 RZUT PODDASZA, NADPROŻA, WZMOCNIENIE KROKWI**

## VII. OBLICZENIA

### SPRAWDZENIE KROKWI K-1

#### Element 1

##### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 10,0$  cm

Wysokość  $h = 16,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

##### Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

##### Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 27,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 1,10$  m

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,10$  m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 3,05$  m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 3,10$  m

element w remontowanym obiekcie starym

##### Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001: ):

$g_k = 0,870$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,00$

- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 1,  $A=300$  m n.p.m., nachylenie połaci  $27,0$  st.):

$$S_k = 1,280 \text{ kN/m}^2 \text{ rzutu połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant II, strefa I,  $H=300$  m n.p.m., teren A,  $z=H=10,0$  m, budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0$  m,  $B=10,0$  m,  $L=10,0$  m, nachylenie połaci  $27,0$  st.,  $\beta=1,80$ ):

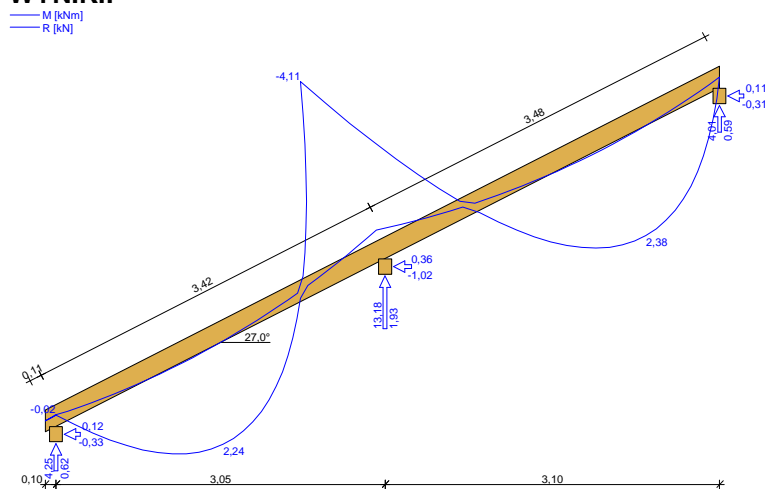
$$p_k = 0,111 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant I, strefa I,  $H=300$  m n.p.m., teren A,  $z=H=10,0$  m, budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0$  m,  $B=10,0$  m,  $L=10,0$  m, nachylenie połaci  $27,0$  st.,  $\beta=1,80$ ):

$$p_k = -0,316 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej, } \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ocieplenieniem  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej

## WYNIKI:



## Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -4,11 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 14,59 \text{ MPa, } f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,988 < 1$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{\text{fin}} = (-) 0,73 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot 2,0 \cdot l / 200 = 1,68 \text{ mm} \quad (43,5\%)$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{\text{fin}} = 6,53 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l / 200 = 26,09 \text{ mm} \quad (25,0\%)$$

**PRZEKRÓJ WYSTARCZAJĄCY**

## SPRAWDZENIE KROKWI K-2

### Element 1

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 7,0$  cm

Wysokość  $h = 14,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

Drewno:

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

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



Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 27,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 1,10 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,10 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 2,38 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,35 \text{ m}$

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001: ):

$g_k = 0,870 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,00$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 1,  $A=300 \text{ m n.p.m.}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ):

$S_k = 1,280 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant II, strefa I,  $H=300 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):

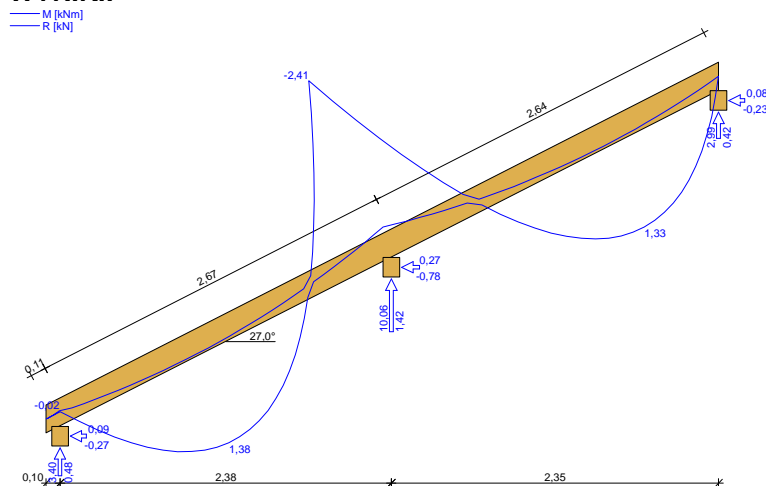
$p_k = 0,111 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant I, strefa I,  $H=300 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):

$p_k = -0,316 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej

**WYNIKI:**



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -2,41 \text{ kNm}$

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 17,08 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,157 > 1$  (!!!)

Ugięcie (wspornik):

$u_{fin} = (-) 0,75 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot 2,0 \cdot l / 200 = 1,68 \text{ mm}$  (44,5%)

Ugięcie (odcinek środkowy):

$u_{fin} = 4,96 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 20,03 \text{ mm}$  (24,8%)

PRZEKRÓJ KROKWI ZA MAŁY

KROKIEW K-2 PO WZMOCNIENIU

## Element 1

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 13,0$  cm

Wysokość  $h = 14,0$  cm

Zacios na podporach  $t_k = 3,0$  cm

### Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

### Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 27,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 1,10$  m

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,10$  m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 2,38$  m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,35$  m

element w remontowanym obiekcie starym

### Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001:):

$g_k = 0,870$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,00$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 1,  $A=300$  m n.p.m., nachylenie połaci  $27,0$  st.):

$S_k = 1,280$  kN/m<sup>2</sup> rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant II, strefa I,  $H=300$  m n.p.m., teren A,  $z=H=10,0$  m, budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0$  m,  $B=10,0$  m,  $L=10,0$  m, nachylenie połaci  $27,0$  st.,  $\beta=1,80$ ):

$p_k = 0,111$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

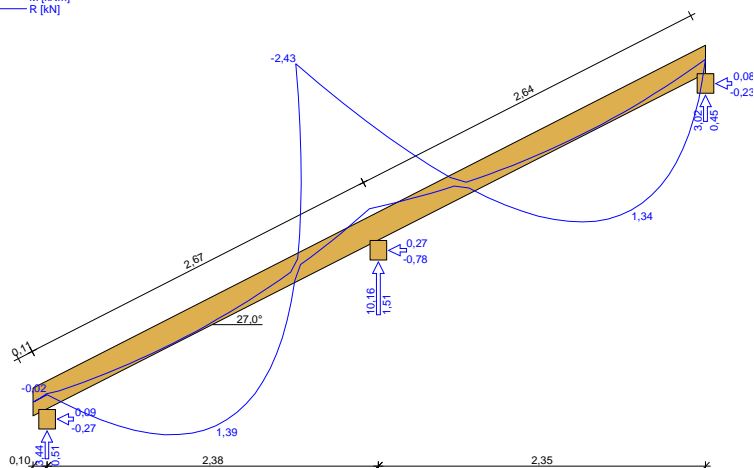
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant I, strefa I,  $H=300$  m n.p.m., teren A,  $z=H=10,0$  m, budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0$  m,  $B=10,0$  m,  $L=10,0$  m, nachylenie połaci  $27,0$  st.,  $\beta=1,80$ ):

$p_k = -0,316$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000$  kN/m<sup>2</sup> połaci dachowej

### WYNIKI:

— M [kNm]  
— R [kN]



### Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -2,43$  kNm

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 9,29 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,629 < 1$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{fin} = (-) 0,41 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot 2,0 \cdot l / 200 = 1,68 \text{ mm} \quad (24,3\%)$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 2,71 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 20,03 \text{ mm} \quad (13,6\%)$$

### SPRAWDZENIE KROKWI K-3

#### Element 1

##### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 6,3 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 15,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach  $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 31,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 1,10 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,10 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 3,38 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,80 \text{ m}$

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001: ):

$$g_k = 0,870 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,00$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 1,  $A=300 \text{ m n.p.m.}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ):

$$S_k = 1,280 \text{ kN/m}^2 \text{ rzutu połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant II, strefa I,  $H=300 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):

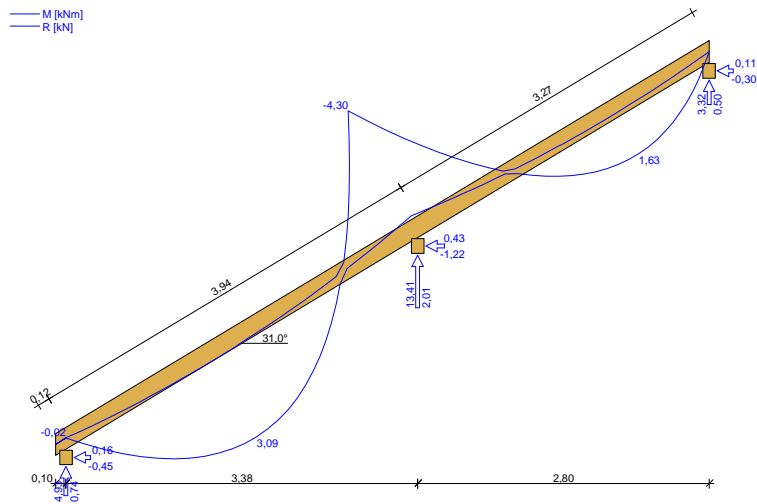
$$p_k = 0,111 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant I, strefa I,  $H=300 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):

$$p_k = -0,316 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}$

#### WYNIKI:



### Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -4,30 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 28,45 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1,926 > 1 \quad (!!!)$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{\text{fin}} = (-) 2,44 \text{ mm} > u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot 2,0 \cdot l / 200 = 1,75 \text{ mm} \quad (139,6\%) \quad (!!!)$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 22,51 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l / 200 = 29,57 \text{ mm} \quad (76,1\%)$$

### PRZEKRÓJ KROKWI ZA MAŁY

### KROKIEW K-3 PO WZMOCNIENIU

### Element 1

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 12,5 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 15,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach  $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 31,0^\circ$

Rozstaw krokwi  $a = 1,10 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,10 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 3,38 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 2,80 \text{ m}$

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe (wg PN-82/B-02001: ):

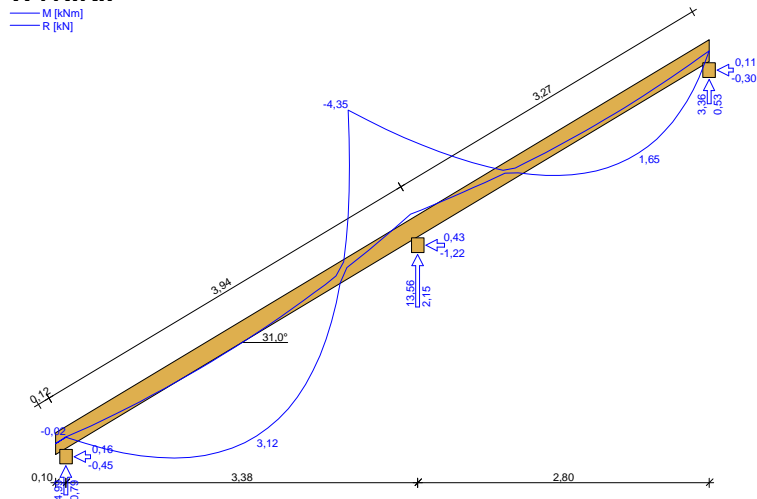
$$g_k = 0,870 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,00$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3 p.5.3.2: dach jednopołaciowy, strefa 1,  $A=300 \text{ m n.p.m.}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ):

- $S_k = 1,280 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant II, strefa I,  $H=300 \text{ m}$  n.p.m., teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = 0,111 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
  - obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant I, strefa I,  $H=300 \text{ m}$  n.p.m., teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $27,0 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = -0,316 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
  - obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,000 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej

#### WYNIKI:



#### Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -4,35 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 14,50 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,981 < 1$$

Ugięcie (wspornik):

$$u_{\text{fin}} = (-) 1,25 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot 2,0 \cdot l / 200 = 1,75 \text{ mm} \quad (71,6\%)$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 11,55 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l / 200 = 29,57 \text{ mm} \quad (39,0\%)$$