

**PROJEKT TECHNICZNY**  
**BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY**  
**WRAZ Z NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ**  
**KUDOWA ZDRÓJ DZ. NR 387/31, 387/32 I 387/48 OBR. ZAKRZE**

### **III. SPIS TREŚCI**

#### **---TOM 1---**

|   |    |
|---|----|
| I. Strona tytułowa.....   | 1  |
| II. Oświadczenie projektantów .....   | 2  |
| III. Spis Treści .....  | 3  |
| IV. Część opisowa.....  | 11 |
| 1. Rodzaj i kategoria obiektu budowlanego.....                                  | 11 |
| 2. Zamierzony sposób użytkowania oraz program użytkowy obiektu budowlanego..... | 11 |
| 3. Układ przestrzenny oraz forma architektoniczna.....                          | 11 |
| 4. Charakterystyczne parametry obiektu budowlanego.....                         | 12 |
| 4.1. Dane liczbowe dotyczące obiektu .....                                      | 12 |
| 5. Nawierzchnie utwardzone .....  | 12 |
| 6. Konstrukcja .....  | 14 |
| 6.1. Rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego .....                        | 14 |
| 6.2. Rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego .....                        | 14 |
| 6.3. Zastosowane schematy konstrukcyjne (statyczne) .....                       | 15 |
| 6.3.1. Nadproża .....   | 15 |
| 6.3.2. Podciągi .....   | 15 |
| 6.3.3. Stropy.....  | 15 |
| 6.3.4. Schody.....  | 15 |
| 6.3.5. Belki spocznikowe.....   | 15 |
| 6.3.6. Balkony .....  | 15 |
| 6.3.7. Krokwie drewniane.....   | 15 |
| 6.3.8. Słupy drewniane.....   | 15 |
| 6.3.9. Płatwie drewniane .....  | 15 |
| 6.3.10. Ława.....   | 15 |
| 6.4. Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji w tym dotyczące obciążeń.....   | 15 |
| 6.4.1. Założenia wstępne .....  | 15 |
| 6.4.2. Materiały:.....  | 16 |
| 6.4.3. Obciążenia .....   | 16 |
| 6.5. Podstawowe wyniki obliczeń konstrukcyjnych.....                            | 23 |
| 6.5.1. Konstrukcja dachu.....   | 23 |
| 6.5.2. Podciągi żelbetowe .....   | 48 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.5.3. | Płyta stropowa międzykondygnacyjna.....  | 56  |
| 6.5.4. | Płyta stropowa nad ostatnim piętrem .....  | 58  |
| 6.5.5. | Płyta balkonowa PŁ-1 .....   | 60  |
| 6.5.6. | Schody .....   | 61  |
| 6.5.7. | Belka spocznikowa BS-1 .....   | 69  |
| 6.5.8. | Fundamenty .....   | 73  |
| 6.6.   | Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe podstawowych elementów konstrukcji obiektu...                            | 77  |
| 6.6.1. | Elementy żelbetowe .....   | 77  |
| 6.6.2. | Ściany .....   | 79  |
| 6.6.3. | Konstrukcja dachu.....   | 79  |
| 7.     | Geotechniczne warunki i sposób posadowienia obiektu budowlanego/ budynku.....                                  | 81  |
| 7.1.   | Opinia geotechniczna.....  | 81  |
| 7.2.   | Informacja o sposobie posadowienia budynku.....  | 82  |
| 8.     | Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych.....                  | 82  |
| 8.1.   | Rozwiązanie materiałowo – kolorystyczne elewacji według rysunków elewacji .....                                | 82  |
| 8.2.   | Przegrody poziome: .....   | 82  |
| 8.3.   | Przegrody pionowe: .....   | 83  |
| 8.4.   | Właściwości cieplne przegród zewnętrznych .....  | 84  |
| 9.     | Instalacje sanitarne wewnętrzne (rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego) ..... | 85  |
| 9.1.   | Możliwości stosowania rozwiązań zamiennych .....   | 85  |
| 9.2.   | Wyposażenie budynku w instalacje sanitarne .....   | 85  |
| 9.3.   | Instalacja wody zimnej, ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji.....   | 85  |
| 9.3.1. | Instalacja wody zimnej - rozwiązania projektowe .....  | 85  |
| 9.3.2. | Instalacja ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji – rozwiązania projektowe .....                                  | 87  |
| 9.3.3. | Mocowanie przewodów .....  | 91  |
| 9.3.4. | Próby szczelności .....  | 91  |
| 9.3.5. | Izolacja przewodów .....   | 91  |
| 9.3.6. | Zabezpieczenie przepustów w przegrodach wydzielenia pożarowego.....  | 92  |
| 9.3.7. | Dobór wodomierzy mieszkaniowych .....  | 92  |
| 9.4.   | Instalacja kanalizacji sanitarnej.....   | 93  |
| 9.4.1. | Rozwiązanie projektowe.....  | 93  |
| 9.4.2. | Próby szczelności .....  | 94  |
| 9.5.   | Instalacja kanalizacji deszczowej .....  | 94  |
| 9.5.1. | Rozwiązanie projektowe.....  | 94  |
| 9.6.   | Źródło ciepła – kaskada pomp ciepła wspomagana kotłem gazowym .....  | 94  |
| 9.6.1. | Rozwiązana projektowe .....  | 94  |
| 9.6.2. | Rozdzielacze pompowe instalacji ciepła .....   | 98  |
| 9.6.3. | Rurociągi i armatura .....   | 99  |
| 9.6.4. | Próby ciśnienia i zabezpieczenie rurociągów .....  | 100 |
| 9.6.5. | Izolacja przewodów .....   | 100 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 9.6.6.  | Zabezpieczenie przepustów w przegrodach wydzielenia pożarowego.....   | 101 |
| 9.6.7.  | Zestawienie głównych urządzeń źródła ciepła .....   | 101 |
| 9.7.    | Instalacja gazu ziemnego na potrzeby kotła gazowego w obrębie pom. technicznego ....                                    | 102 |
| 9.7.1.  | Rozwiązanie projektowe.....   | 102 |
| 9.7.2.  | Badanie szczelności i odbiory .....   | 103 |
| 9.7.3.  | Wentylacja kotłowni i odprowadzenie spalin .....  | 104 |
| 9.7.4.  | Obliczenia .....  | 104 |
| 9.8.    | Instalacja ogrzewania wodnego .....   | 107 |
| 9.8.1.  | Założenia projektowe .....  | 107 |
| 9.8.2.  | Instalacja centralnego ogrzewania .....   | 108 |
| 9.8.3.  | Ogrzewanie podłogowe.....   | 109 |
| 9.8.4.  | Próby szczelności .....   | 110 |
| 9.8.5.  | Mocowanie przewodów .....   | 111 |
| 9.8.6.  | Izolacja przewodów .....  | 111 |
| 9.8.7.  | Zabezpieczenie przepustów w przegrodach wydzielenia pożarowego.....   | 112 |
| 9.9.    | Ogrzewanie elektryczne .....  | 112 |
| 9.9.1.  | Grzejniki elektryczne łazienkowe .....  | 112 |
| 9.9.2.  | Konwektory elektryczne w komunikacji i pomieszczeniu technicznym .....  | 112 |
| 9.10.   | Wytyczne do wykonywania bruzd i wnęk .....  | 113 |
| 9.10.1. | Postanowienia ogólne .....  | 113 |
| 9.10.2. | Bruzdy pionowe i wnęki.....   | 113 |
| 9.10.3. | Bruzdy poziome i ukośne .....   | 114 |
| 10.     | Instalacje elektroenergetyczne wewnętrzne (rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego)..... | 114 |
| 10.1.   | Podstawa opracowania .....  | 114 |
| 10.2.   | Przedmiot opracowania.....  | 115 |
| 10.3.   | Zakres opracowania .....  | 115 |
| 10.4.   | Charakterystyka obiektu .....   | 116 |
| 10.5.   | Rozdzielnica główna nn .....  | 116 |
| 10.6.   | Piętrowe rozdzielnice licznikowe .....  | 117 |
| 10.7.   | Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej .....   | 117 |
| 10.8.   | Wewnętrzne linie zasilające .....   | 118 |
| 10.9.   | Trasy kablowe .....   | 118 |
| 10.10.  | Rozdzielnice mieszkaniowe .....   | 120 |
| 10.11.  | Instalacja elektryczna dźwigu osobowego.....  | 120 |
| 10.12.  | Instalacje elektryczne kotłowni gazowej .....   | 121 |
| 10.13.  | Instalacja domofonowa .....   | 122 |
| 10.14.  | Instalacja telewizyjna .....  | 122 |
| 10.15.  | Instalacja dzwonekowa .....   | 124 |
| 10.16.  | Instalacja telefoniczna .....   | 125 |
| 10.17.  | Instalacje elektryczne ogrzewania.....  | 128 |
| 10.18.  | Instalacja gniazd wtykowych .....   | 128 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 10.19.  | Instalacja oświetlenia podstawowego.....  | 129 |
| 10.20.  | Instalacja fotowoltaiczna .....   | 130 |
| 10.21.  | Osprzęt .....   | 137 |
| 10.22.  | Przewody .....  | 137 |
| 10.23.  | Zabezpieczenie przeciwpożarowe w zakresie instalacji elektrycznych .....  | 138 |
| 10.24.  | Ochrona przeciwporażeniowa urządzeń i instalacji niskiego napięcia.....   | 138 |
| 10.25.  | Instalacja lokalnych połączeń wyrównawczych .....   | 139 |
| 10.26.  | Ochrona odgromowa. Uziom.....   | 139 |
| 10.27.  | Ochrona przeciwprzepięciowa .....   | 142 |
| 10.28.  | Uwagi końcowe .....   | 142 |
| 10.29.  | Obliczenia. Bilans mocy .....   | 143 |
| 11.     | Instalacje sanitarne zewnętrzne (sposób powiązania instalacji i urządzeń budowlanych obiektu budowlanego z sieciami zewnętrznymi) .....                   | 144 |
| 11.1.   | Zasilanie w media .....   | 144 |
| 11.2.   | Przebudowa sieci wodociągowej.....  | 145 |
| 11.2.1. | Rozwiązania projektowe.....   | 145 |
| 11.2.2. | Próby szczelności.....  | 146 |
| 11.2.3. | Płukanie i dezynfekcja przewodów wodociągowych.....   | 146 |
| 11.2.4. | Oznakowanie przewodów wodociągowych i armatury .....  | 147 |
| 11.3.   | Budowa przyłącza wodociągowego .....  | 147 |
| 11.3.1. | Rozwiązania projektowe.....   | 147 |
| 11.3.2. | Próby szczelności.....  | 148 |
| 11.3.3. | Płukanie i dezynfekcja przewodów wodociągowych.....   | 149 |
| 11.3.4. | Oznakowanie przewodów wodociągowych i armatury .....  | 149 |
| 11.4.   | Budowa przyłącza i instalacji zewnętrznej kanalizacji sanitarnej.....   | 149 |
| 11.4.1. | Rozwiązania projektowe.....   | 149 |
| 11.4.2. | Próby szczelności.....  | 150 |
| 11.5.   | Budowa instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej.....   | 150 |
| 11.5.1. | Rozwiązania projektowe.....   | 150 |
| 11.5.2. | Próby szczelności.....  | 152 |
| 11.6.   | Budowa instalacji zewnętrznej ciepła .....  | 152 |
| 11.6.1. | Rozwiązania projektowe.....   | 152 |
| 11.6.2. | Montaż kaskady monoblokowych pomp ciepła.....   | 153 |
| 11.6.3. | Próby szczelności.....  | 153 |
| 11.7.   | Roboty ziemne .....   | 154 |
| 11.8.   | Bilans mediów .....   | 156 |
| 11.8.1. | Bilans wody .....   | 156 |
| 11.8.2. | Bilans ścieków sanitarnych .....  | 157 |
| 11.8.3. | Bilans ścieków deszczowych .....  | 157 |
| 11.8.4. | Bilans gazu ziemnego .....  | 159 |
| 11.9.   | Założone parametry klimatu wewnętrznego na podstawie przepisów techniczno-budowlanych oraz przepisów dotyczących racjonalizacji użytkowania energii ..... | 159 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 11.10. | Dobór i zwymiarowanie parametrów technicznych podstawowych urządzeń ogrzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i chłodniczych oraz określenie wartości mocy cieplnej i chłodniczej oraz mocy elektrycznej związanej z tymi urządzeniami ..... | 160 |
| 12.    | Instalacje elektroenergetyczne zewnętrzne (sposób powiązania instalacji i urządzeń budowlanych obiektu budowlanego z sieciami zewnętrznymi) .....  | 160 |
| 12.1.  | Podstawa opracowania .....   | 160 |
| 12.2.  | Przedmiot opracowania .....  | 161 |
| 12.3.  | Istniejący stan zagospodarowania terenu .....  | 161 |
| 12.4.  | Zasilanie budynku w energię elektryczną - przyłącze .....  | 162 |
| 12.5.  | Wewnętrzne instalacje zasilające (WIZ) .....   | 162 |
| 12.6.  | Wewnętrzne linie zasilające pompy ciepła (WLZ) .....   | 162 |
| 12.7.  | Wewnętrzna linia zasilająca oświetlenie terenu (WLZ) .....   | 163 |
| 12.8.  | Kanalizacja kablowa .....  | 163 |
| 12.9.  | Warunki wykonania linii kablowych .....  | 164 |
| 12.10. | Ochrona przeciwporażeniowa urządzeń i instalacji niskiego napięcia .....   | 169 |
| 12.11. | Uwagi końcowe .....  | 169 |
| 13.    | Ochrona przeciwpożarowa .....  | 169 |
| 13.1.  | Klasyfikacja obiektu .....   | 169 |
| 13.2.  | Odległość od obiektów sąsiadujących .....  | 170 |
| 13.3.  | Parametry pożarowe występujących substancji palnych .....  | 170 |
| 13.4.  | Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego .....  | 170 |
| 13.5.  | Kategoria zagrożenia ludzi .....   | 170 |
| 13.6.  | Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych .....  | 170 |
| 13.7.  | Podział obiektu na strefy pożarowe .....   | 170 |
| 13.8.  | Klasa odporności pożarowej obiektu .....   | 171 |
| 13.9.  | Odporność ogniowa elementów budynku .....  | 171 |
| 13.10. | Warunki ewakuacji, oświetlenie awaryjne (bezpieczeństwa i ewakuacyjne) oraz przeszkodowe .....   | 171 |
| 13.11. | Sposób zabezpieczenia pożarowego przepustów instalacyjnych przez ściany i stropy oddzielenia pożarowego .....  | 172 |
| 13.12. | Woda do zewnętrznego gaszenia budynku .....  | 172 |
| 13.13. | Dobór urządzeń przeciwpożarowych .....   | 172 |

## V. Część graficzna

**ZAGOSPODAROWANIE**

- Projekt zagospodarowania terenu rys. PT-PZT-01
- Profile przebudowywanej sieci wody i przyłącza wody rys. PT-PZT-02
- Profile przyłącza i instalacji zewnętrznej kanalizacji sanitarnej rys. PT-PZT-03

**ARCHITEKTURA**

- Rzut parteru rys. PT-A-01
- Rzut I piętra rys. PT-A -02
- Rzut II piętra rys. PT-A -03
- Rzut poddasza rys. PT-A -04
- Rzut dachu rys. PT-A -05
- Przekrój A-A rys. PT-A -06
- Elewacja południowo -wschodnia rys. PT-A -07
- Elewacja północno-zachodnia rys. PT-A -08
- Elewacja północno- wschodnia rys. PT-A -09
- Elewacja południowo-zachodnia rys. PT-A -10

**KONSTRUKCJA**

- Rzut fundamentów rys. PT-K-01
- Rzut parteru rys. PT-K-02
- Rzut I piętra rys. PT-K-03
- Rzut II piętra rys. PT-K-04
- Rzut poddasza rys. PT-K-05
- Rzut dachu, dachu wiatrolapu rys. PT-K-06
- Przekrój A-A, B-B rys. PT-K-07
- Elementy wykonawcze rys. PT-K-08

**---TOM 2---****INSTALACJE SANITARNE**

- Rzut parteru. Instalacje wody i kanalizacji rys. PT-IS-01
- Rzut I piętra. Instalacje wody i kanalizacji rys. PT-IS-02
- Rzut II piętra Instalacje wody i kanalizacji rys. PT-IS-03
- Rzut dachu. Instalacje sanitarne rys. PT-IS-04
- Rzut parteru. Instalacje ogrzewania, gazu i wentylacji rys. PT-IS-05
- Rzut I piętra. Instalacje ogrzewania i wentylacji rys. PT-IS-06
- Rzut II piętra. Instalacje ogrzewania i wentylacji rys. PT-IS-07
- Schemat źródła ciepła rys. PT-IS-08
- Rozwinięcie instalacji ogrzewania rys. PT-IS-09

**INSTALACJE ELEKTRYCZNE**

- Rzut dachu. Instalacja odgromowa rys. ET-01
- Rzut parteru. Instalacje elektryczne rys. ET-02
- Rzut I-go piętra. Instalacje elektryczne rys. ET-03
- Rzut II-go piętra. Instalacje elektryczne rys. ET-04
- Rzut poddasza. Instalacje elektryczne rys. ET-05
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic głównej RL-A rys. ET-06
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic głównej RL-B rys. ET-07
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic licznikowej RL-0A rys. ET-08
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic licznikowej RL-1A rys. ET-09
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic licznikowej RL-2A rys. ET-10
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic licznikowej RL-0B rys. ET-11
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic licznikowej RL-1B rys. ET-12
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic licznikowej RL-2B rys. ET-13
- Schemat jednobiegunowy tablicy administracji TA-A rys. ET-14
- Schemat jednobiegunowy tablicy administracji TA-B rys. ET-15
- Schemat jednobiegunowy rozdzielnic kotłowni R-K rys. ET-16
- Schemat jednobiegunowy tablicy mieszkaniowej T-M rys. ET-17
- Schemat blokowy rozdziału energii rys. ET-18
- Schemat blokowy instalacji domofonowej rys. ET-19
- Schemat blokowy instalacji światłowodowej rys. ET-20

- Schemat blokowy instalacji logicznej rys. ET-21
- Schemat blokowy instalacji RTV+SAT rys. ET-22
- Elewacja i wyposażenie mieszkaniowej skrzynki teletechnicznej rys. ET-23
- Wyposażenie szafy teletechnicznej RTV+SAT rys. ET-24

**ZAŁĄCZNIKI**

- Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża
- Projekt geotechniczny
- Projektowana charakterystyka energetyczna



**PROJEKT TECHNICZNY**  
**BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY**  
**WRAZ Z NIEZBĘDĄ INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ**  
**KUDOWA ZDRÓJ DZ. NR 387/31, 387/32 I 387/48 OBR. ZAKRZE**

## **IV. CZĘŚĆ OPISOWA**

### **1. Rodzaj i kategoria obiektu budowlanego**

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt techniczny budynku mieszkalnego wielorodzinnego w Kudowie-Zdroju na działkach nr 387/31, 387/32 i 387/48 obręb Zakrze. Kategoria obiektu budowlanego XIII – pozostałe budynki mieszkalne.

### **2. Zamierzony sposób użytkowania oraz program użytkowy obiektu budowlanego**

Inwestycja polega na budowie budynku mieszkalnego wielorodzinnego niepodpiwniczonego. Budynek posiada trzy kondygnacje nadziemne o funkcji mieszkalnej i mieści 28 mieszkań, z czego, 18 mieszkań jest 2-pokojowych, a 10 z nich 3-pokojowych. Budynek obsługiwany jest przez jedną klatkę schodową, ze schodami oraz windą na segment. Cały budynek składa się z dwóch segmentów, po 14 mieszkań każdy. Wejście do klatki schodowej dostępne jest z dojścia pieszego o szerokości 1,5m od strony południowo-wschodniej. Brak kondygnacji podziemnych.

### **3. Układ przestrzenny oraz forma architektoniczna**

Obiekt dwupiętrowy z poddaszem nieużytkowym, niepodpiwniczony, o konstrukcji tradycyjnej murowanej. Ściany zewnętrzne i wewnętrzne nośne murowane z pustaków ceramicznych. Konstrukcja dachu tradycyjna. Spadek dachu 30°. Maksymalna wysokość budynku 14,55 m nad poziomem terenu. Projektuje się budynek wielorodzinny trzykondygnacyjny z poddaszem nieużytkowym, bez kondygnacji podziemnych. Spełnia to wymogi Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego. Budynek o formie prostopadłościanu. Budynek z dachem dwuspadowym. Spadek dachu 30°.

## **4. Charakterystyczne parametry obiektu budowlanego**

### **4.1. Dane liczbowe dotyczące obiektu**

#### Wymiary budynku:

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Długość             | 43,45 m                |
| Szerokość           | 17,74 m                |
| Wysokość            | 14,55 m                |
| Kubatura            | 8 554,2 m <sup>3</sup> |
| Poziom zera budynku | 371,80 m n.p.m.        |

#### Powierzchnie:

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Powierzchnia użytkowa budynku                 | Pu = 1371,96 m <sup>2</sup> |
| Powierzchnia budynku bez poddasza             | Pc = 1691,82 m <sup>2</sup> |
| Powierzchnia całkowita budynku                | Pc = 2284,84 m <sup>2</sup> |
| Powierzchnia zabudowy budynku                 | Pz = 689,86 m <sup>2</sup>  |
| Powierzchnia nieużytkowa poddasza ( podłoga ) | 593,02m <sup>2</sup>        |
| Powierzchnia pomieszczeń technicznych i gosp. | 22,0 m <sup>2</sup>         |
| Powierzchnia komunikacji pionowej i poziomej  | 218,26m <sup>2</sup>        |
| Powierzchnia komórek lokatorskich             | 79,6m <sup>2</sup>          |

## **5. Nawierzchnie utwardzone**

Przyjęta kategoria ruchu KR1 (drogi manewrowe i miejsca postojowe). Kategoria podłoża G4 (grunty bardzo wysadzinowe) – wymaga doprowadzenia do G1.

Wtórny moduł odkształcenia dla podłoża o grupie nośności G1 powinien wynosić:

- dla nawierzchni KR1 - min. 80 MPa
- dla nawierzchni chodników - min. 50 MPa

Grubość minimalna wszystkich warstw ze względu na mrozoodporność:

$$H_z = 0,60 \times 0,80 = 0,48\text{m (KR1)}$$

$$H_z = 0,50 \times 0,80 = 0,40\text{m (chodniki)}$$

### **DROGI MANEWRÓWE**

- kostka betonowa typu BEHATON kolor szary  
(bezfazowa, spoiny wypełnione piaskiem) 8cm
- podsypka cementowo-piaskowa 3cm
- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej  
z kruszywa 0/31,5mm C90/3 (E2>130MPa) 19cm
- warstwa mrozoochronna z gruntu stabilizowanego  
cementem C1,5/2 (E2>80MPa) 30 cm

- podłoże gruntowe G4 (doprowadzone do  $E2 > 25 \text{ MPa}$ )

### MIEJSCA POSTOJOWE

- kostka betonowa typu BEHATON kolor antracyt  
(bezfazowa, spoiny wypełnione piaskiem) 8cm
- podsypka cementowo-piaskowa 3cm
- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej  
z kruszywa 0/31,5mm C90/3 ( $E2 > 130 \text{ MPa}$ ) 19cm
- warstwa mrozochronna z gruntu stabilizowanego  
cementem C1,5/2 ( $E2 > 80 \text{ MPa}$ ) 30 cm
- podłoże gruntowe G4 (doprowadzone do  $E2 > 25 \text{ MPa}$ )

### CHODNIKI I CIĄGI PIESZE

- kostka betonowa typu HOLLAND kolor szary  
(bezfazowa, spoiny wypełnione piaskiem) 8cm
- podsypka cementowo-piaskowa 3cm
- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej  
z kruszywa 0/31,5mm C90/3 ( $E2 > 80 \text{ MPa}$ ) 15cm
- warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego  
cementem C1,5/2 ( $E2 > 50 \text{ MPa}$ ) 20 cm
- podłoże gruntowe G4 (doprowadzone do  $E2 > 25 \text{ MPa}$ )

### KRAWĘŻNIKI I OBRZEŻA.

Obramowanie jezdni krawężnikami betonowymi ulicznymi o wymiarach 15x30cm ułożonymi na ławie betonowej z oporem. Prześwit krawężnika 12cm, na przejściach dla pieszych obniżać krawężnik do prześwitu maksymalnego 2cm w celu likwidacji tzw. barier architektonicznych. Na styku dwóch typów nawierzchni, tj. kostki betonowej i nawierzchni bitumicznej, zastosowano oporniki betonowe o wymiarach 12x25cm ułożone na ławie betonowej z oporem osadzone w poziomie stykających się nawierzchni. Chodniki będą obramowane obrzeżami betonowymi 8x30cm ułożonymi na ławie betonowej z oporem. Przy drodze dojazdowej strefy dostaw, wzdłuż skarpy gruntowej zastosowano ściek betonowy prefabrykowany ułożony na ławie betonowej.

### ROBOTY ZIEMNE

Roboty ziemne należy wykonać zgodnie z normą PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe, Roboty ziemne, Wymagania i badania. Sposób wykonania robót ręczny i mechaniczny. Sposób ręczny w miejscach niedostępnych dla sprzętu. Urobek z wykopów należy usunąć poprzez wywiezienie poza

granicę robót. W związku z projektowanymi robotami inwestycję zalicza się do pierwszej kategorii geotechnicznej zgodnie z §4 Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.08.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.

## **WYTYCZNE REALIZACJI ROBÓT**

Projektuje się organizację budowy w sposób nieodbiegający od przeciętnych warunków organizacyjno-technicznych dla robót inżynierskich. Stosowana technologia nie odbiega od przyjętej podstawy ustalania nakładów i czasu realizacji. Przyjęto mechaniczny sposób wykonania robót ziemnych. Sposób ręczny stosować w miejscach zbliżeń do sieci oraz niedostępnych dla sprzętu. Przed przystąpieniem do robót jak i podczas realizacji należy spełnić wszystkie warunki zawarte w uzgodnieniach administratora drogi i użytkowników sieci podziemnych jak i wskazanych służb publicznych. Roboty wykonywać zgodnie z warunkami technicznymi wykonania robót i odbioru oraz zgodnie z przepisami BHP.

Roboty prowadzić w uzgodnieniu z zarządcą drogi w oparciu o zaakceptowany harmonogram, organizację ruchu drogowego na czas budowy, plan BiOZ oraz obowiązujące normy techniczne

## **6. Konstrukcja**

### **6.1. Rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego**

Obiekt wielorodzinny zaprojektowany w konstrukcji tradycyjnej murowanej. Ściany konstrukcyjne wymurowano z bloczków silikatowych o wytrzymałości 15MPa , ściany fundamentowe z bloczków betonowych o wytrzymałości min. 15MPa. Szyb windy żelbetowy. Strop gęstożebrowy (np. granord) z wyjątkiem stropu nad drugim piętrzem , który wykonano jako żelbetowy. Ściany usztywnione po przez wieńce . Nadproża żelbetowe wylwane na budowie oraz prefabrykowane np.L19. Podciągi , trzpienie żelbetowe wylwane na budowie. Konstrukcja dachu drewniana płatwiowo kleszczowa. Posadowienie budynku bezpośrednie na ławach żelbetowych.

### **6.2. Rozwiązania konstrukcyjne obiektu budowlanego**

Obiekt wielorodzinny zaprojektowany w konstrukcji tradycyjnej murowanej. Ściany konstrukcyjne wymurowano z bloczków silikatowych o wytrzymałości 15MPa , ściany fundamentowe z bloczków betonowych o wytrzymałości min. 15MPa. Szyb windy żelbetowy. Strop gęstożebrowy (np. granord) z wyjątkiem stropu nad drugim piętrzem , który wykonano jako żelbetowy. Ściany usztywnione po przez wieńce . Nadproża żelbetowe wylwane na budowie oraz prefabrykowane np.L19. Podciągi żelbetowe wylwane na budowie. Konstrukcja dachu drewniana płatwiowo kleszczowa. Posadowienie budynku bezpośrednie na ławach żelbetowych.

### **6.3. Zastosowane schematy konstrukcyjne (statyczne)**

#### **6.3.1. Nadproża**

Jednoprzęsłowe z wyjątkiem belki BN-498 którą wykonano jako trójpłaszczyznową. Podparcie przegubowe.

#### **6.3.2. Podciągi**

Jednoprzęsłowe podparte przegubowo.

#### **6.3.3. Stropy**

Strop gęstożebrowy nad parterem i pierwszym piętrzem – płyty dwuprzęsłowe dla rozpiętości w świetle ścian powyżej 6,90m oraz pozostałe jednoprzęsłowe podparte przegubowo na ścianach

Strop wylewany nad drugim piętrzem – płyty wieloprzęsłowe podparte przegubowo na ścianach

#### **6.3.4. Schody**

Płyta dwuprzęsłowa podparta przegubowo na ścianach i belkach spocznikowych

#### **6.3.5. Belki spocznikowe**

Belka jednoprzęsłowa podparta przegubowo na ścianach

#### **6.3.6. Balkony**

Wspornik zamocowany w stropie

#### **6.3.7. Krokwie drewniane**

Belka wieloprzęsłowa wsparta przegubowo na ścianach i płatwiach

#### **6.3.8. Słupy drewniane**

Słup oparty przegubowo na stropie żelbetowym, pośrednio przez płatek podwalinowy.

#### **6.3.9. Płatwie drewniane**

Belki wieloprzęsłowe wsparte przegubowo na ścianach i słupach drewnianych

#### **6.3.10. Ława**

Belka wsparta w sposób ciągły na gruncie

### **6.4. Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji w tym dotyczące obciążeń**

#### **6.4.1. Założenia wstępne**

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Lokalizacja:       | Kudowa Zdrój             |
| Strefy obciążenia: | 3 strefa wiatrowa        |
|                    | 1 strefa śniegowa        |
| „0” budynku        | ±0,00 = +371,60 m n.p.m. |

#### **NORMY**

*Wszystkie obliczenia konstrukcyjne przeprowadzono w oparciu o zestaw norm:*

**- EN 1990 Eurokod:** Podstawy projektowania konstrukcji

- EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
- EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu
- EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji z drewna
- EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne

#### 6.4.2. Materiały:

Do wykonania budynków należy stosować następujące materiały:

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Beton:</b>                | C20/25 -główne elementy żelbetowe<br>C25/30 -fundamenty<br>C8/10 - chudy beton<br><u>Otulina dla fundamentów:</u><br>$c_{nom} = 50\text{mm}$ na podkładzie betonowym kl. eksp. XC2<br>$c_{nom} = 70\text{mm}$ bez podkładu betonowego XC2 kl. eksp. XC2<br><u>Otulina dla elementów eksploatowanych wewnątrz:</u><br>$c_{nom} = 25\text{mm}$ kl. eksp. XC1 |
| <b>Stal zbrojeniowa:</b>     | A-IIIN (B500SP)  |
| <b>Ściany fundamentowe:</b>  | Błoczki betonowe o wytrzymałości min 15MPa   |
| <b>Mury kondygnacji:</b>     | Błoczki sylikatowe gr. 25cm klasy min. 15MPa   |
| <b>Zaprawy:</b>              | Ściany fundamantowe: cementowo-wapienna marki M5<br>zaprawa do cienkich spoin.   |
| <b>Drewno konstrukcyjne:</b> | łite, czterostronnie strugane, klasy C24, wilgotność max. 18%  |
| <b>Stropy:</b>               | gęstożebrowe / żelbetowe   |

#### 6.4.3. Obciążenia

##### Obciążenia stałe

Pokrycie dachu

| L.p. | Opis obciążenia  | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | $\xi$ | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|------|--|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| 1.   | Dachówka ceramiczna karpiówka (pojedyncza) [0,900kN/m <sup>2</sup> ] | 0,75                            |       |                                |
| 2.   | Łacenie 4x6cm co 30cm [0,04*0,06*6,0kN/m <sup>3</sup> /0,3m]=        | 0,05                            |       |                                |
| 3.   | Kontrałaty 3x6cm [0,03*0,06*6,0]=                                    | 0,01                            |       |                                |
| 4.   | Wiatroizolacja 120g/m <sup>2</sup>                                   | 0,01                            |       |                                |
| 5.   | Wełna mineralna 10cm (0,1m*2,0kN/m <sup>3</sup> )                    | 0,20                            |       |                                |
| 6.   | Paroizolacja   | 0,01                            |       |                                |
|      | Suma:  | <b>1,03</b>                     | 1,35  | <b>1,40</b>                    |

Pokrycie daszku

| L.p. | Opis obciążenia  | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | $\xi$ | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|------|--|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| 1.   | Dachówka ceramiczna karpiówka (pojedyncza) [0,900kN/m <sup>2</sup> ] | 0,75                            |       |                                |
| 2.   | Łacenie 4x6cm co 30cm [0,04*0,06*6,0kN/m <sup>3</sup> /0,3m]=        | 0,05                            |       |                                |
| 3.   | Kontrałaty 3x6cm [0,03*0,06*6,0]=                                    | 0,01                            |       |                                |
| 4.   | Wiatroizolacja 120g/m <sup>2</sup>                                   | 0,01                            |       |                                |
|      | Suma:  | <b>0,82</b>                     | 1,35  | <b>1,10</b>                    |

## Obciążenie stropu kondygnacji mieszkalnych

|    | Opis obciążenia  | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | ξ    | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|--|---------------------------------|------|--------------------------------|
| 1. | plytki ceramiczne na zaprawie klejowej                     | 0,320                           |      |                                |
| 2. | wylewka cementowa 6cm (0,06m·21,0kN/m <sup>3</sup> )       | 1,26                            |      |                                |
| 3. | izolacja folia PE 0,2mm                                    | 0,002                           |      |                                |
| 4. | plyty izolacyjne PIR ETX 30 (0,03m·0,30kN/m <sup>3</sup> ) | 0,009                           |      |                                |
| 5. | tynk wewnętrzny 1,0 cm (0,01m·16kN/m <sup>3</sup> )        | 0,160                           |      |                                |
|    | Suma:  | <b>1,75</b>                     | 1,35 | <b>2,40</b>                    |

## Obciążenie stropu kondygnacji nad ostatnim piętrzem

|    | Opis obciążenia                                      | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | ξ    | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|--|---------------------------------|------|--------------------------------|
| 1. | wylewka cementowa 2cm (0,02m·21,0kN/m <sup>3</sup> ) | 0,42                            |      |                                |
| 2. | Wełna mineralna 15cm (0,15m·2,0kN/m <sup>3</sup> )   | 0,30                            |      |                                |
|    | Suma:  | <b>0,72</b>                     | 1,35 | <b>0,97</b>                    |

## Obciążenie spocznika klatki schodowej

|    | Opis obciążenia                                     | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | ξ    | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---|---------------------------------|------|--------------------------------|
| 1. | plytki ceramiczne na zaprawie klejowej              | 0,320                           |      |                                |
| 2. | tynk wewnętrzny 1,0 cm (0,01m·16kN/m <sup>3</sup> ) | 0,160                           |      |                                |
|    | Suma:   | <b>0,48</b>                     | 1,35 | <b>0,65</b>                    |

## Obciążenie biegu klatki schodowej

|    | Opis obciążenia                                     | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | ξ    | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---|---------------------------------|------|--------------------------------|
| 1. | plytki ceramiczne na zaprawie klejowej              | 0,320                           |      |                                |
| 2. | ciężar stopni (0,175m·0,5·25,0kN/m <sup>3</sup> )   | 2,18                            |      |                                |
| 3. | tynk wewnętrzny 1,0 cm (0,01m·16kN/m <sup>3</sup> ) | 0,160                           |      |                                |
|    | Suma:   | <b>2,64</b>                     | 1,35 | <b>3,56</b>                    |

## Obciążenie płyty balkonu

|    | Opis obciążenia                                      | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | ξ    | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|--|---------------------------------|------|--------------------------------|
| 1. | plytki ceramiczne na zaprawie klejowej               | 0,32                            |      |                                |
| 2. | wylewka cementowa 5cm (0,05m·21,0kN/m <sup>3</sup> ) | 1,05                            |      |                                |
| 3. | izolacja folia PE 0,2mm                              | 0,002                           |      |                                |
| 4. | tynk wewnętrzny 2,0 cm (0,02m·19kN/m <sup>3</sup> )  | 0,38                            |      |                                |
|    | Suma:  | <b>1,75</b>                     | 1,35 | <b>2,40</b>                    |

## Ściany zewnętrzne

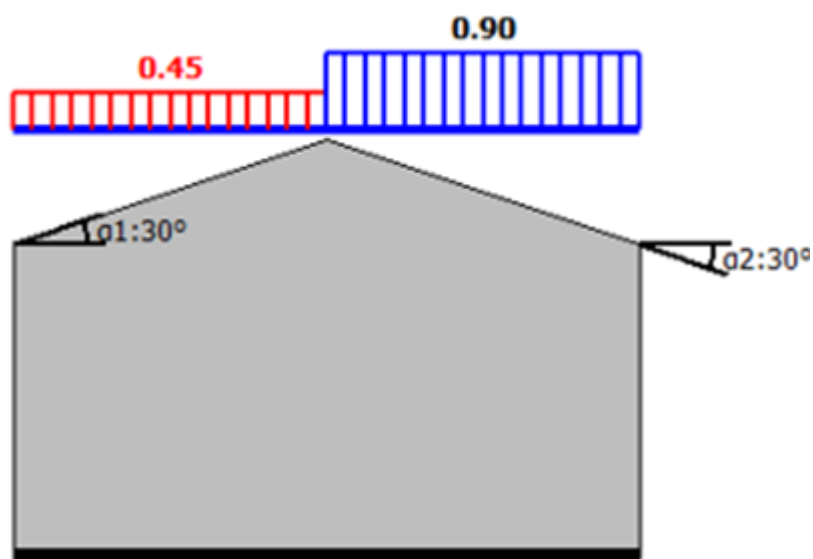
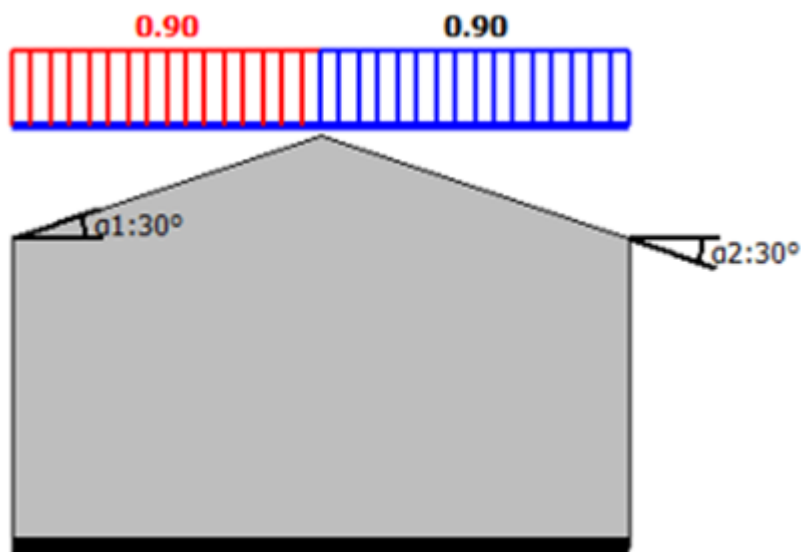
|    | Opis obciążenia   | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | ξ    | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---|---------------------------------|------|--------------------------------|
| 1. | tynk zewnętrzny 2,0 cm (0,02m·19kN/m <sup>3</sup> )     | 0,38                            |      |                                |
| 2. | styropian 14 cm (0,14m·0,45kN/m <sup>3</sup> )          | 0,063                           |      |                                |
| 3. | błoczki sylikatowe 24 cm (0,24m·15,0kN/m <sup>3</sup> ) | 3,60                            |      |                                |
| 4. | tynk wewnętrzny 1,0 cm (0,01m·16kN/m <sup>3</sup> )     | 0,16                            |      |                                |
|    | Suma:   | <b>4,23</b>                     | 1,35 | <b>5,674</b>                   |

## Ściany wewnętrzne

|    | Opis obciążenia   | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | $\xi$ | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|---|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| 1. | tynk wewnętrzny 1,0 cm ( $0,01\text{m} \cdot 16\text{kN/m}^3$ )     | 0,16                            |       |                                |
| 2. | błoczki sylikatowe 24 cm ( $0,24\text{m} \cdot 15,0\text{kN/m}^3$ ) | 3,60                            |       |                                |
| 3. | tynk wewnętrzny 1,0 cm ( $0,01\text{m} \cdot 16\text{kN/m}^3$ )     | 0,16                            |       |                                |
|    | Suma:   | <b>3,92</b>                     | 1,35  | <b>5,30</b>                    |

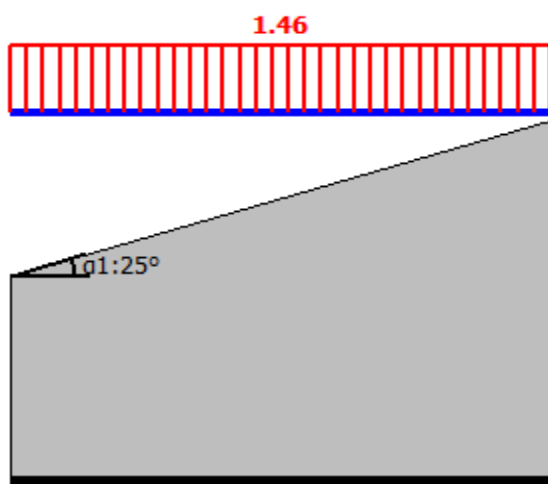
Obciążenia zmienne - śnieg

Obciążenie śniegiem poza strefa akumulacji (dach dwupołaciowy)

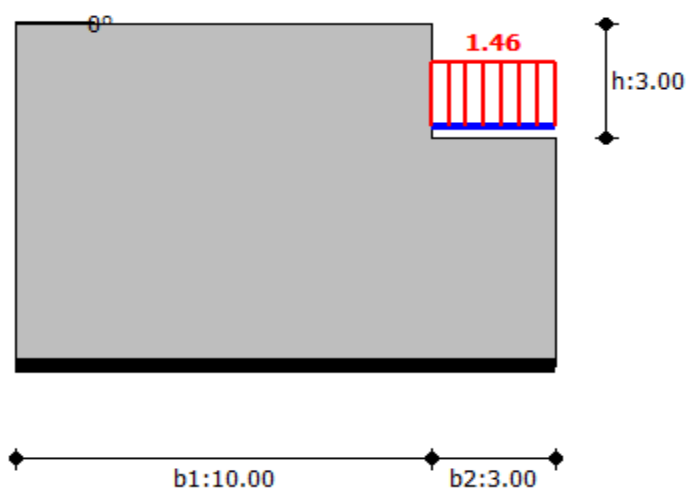




Obciążenie śniegiem poza strefa akumulacji (daszek wiatrolapu)

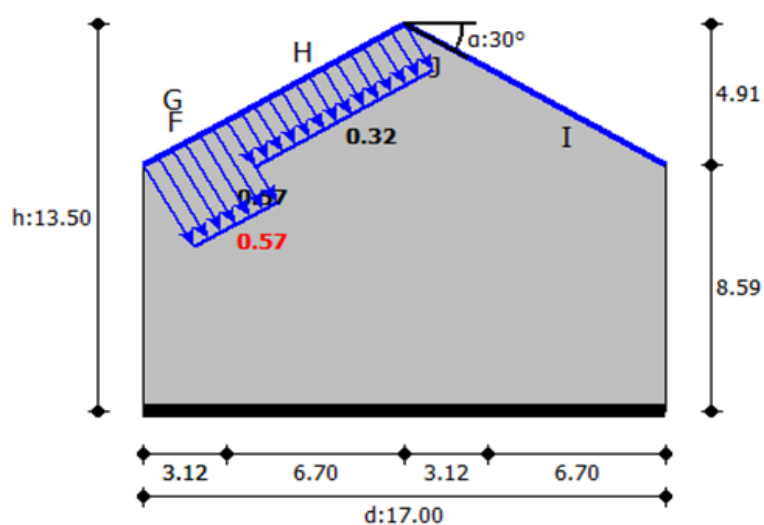


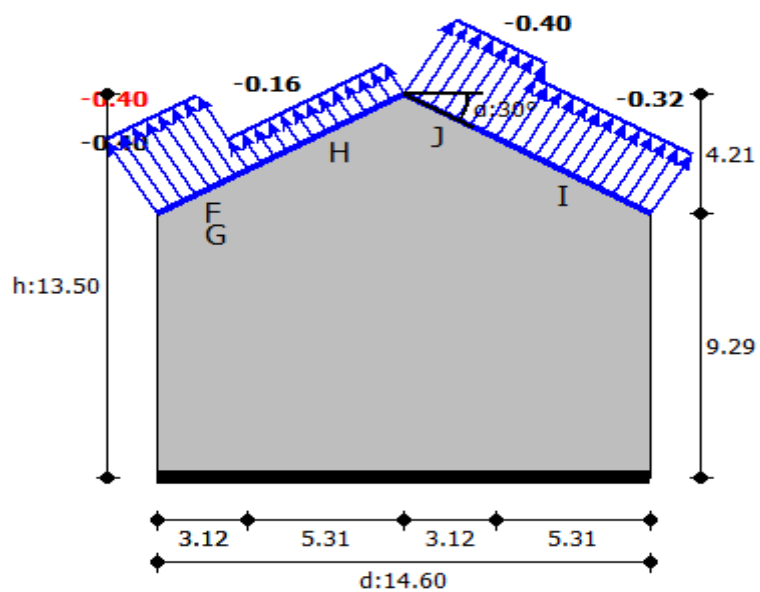
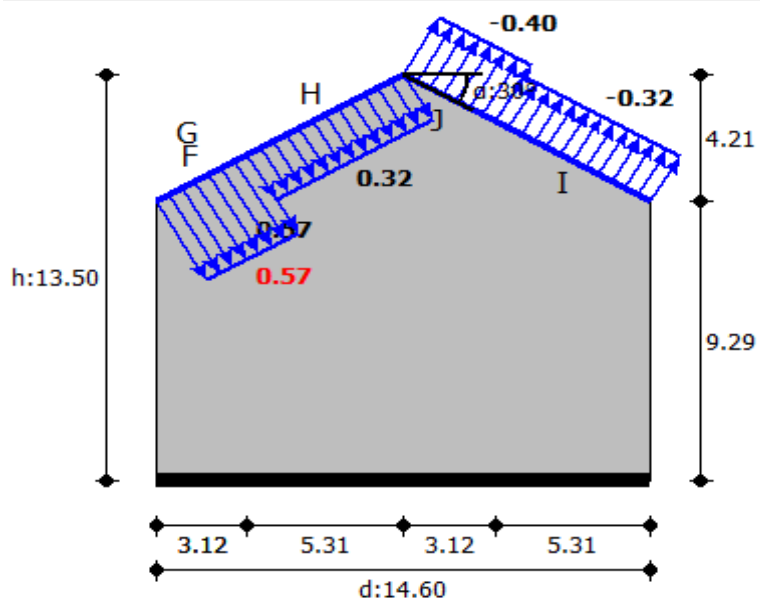
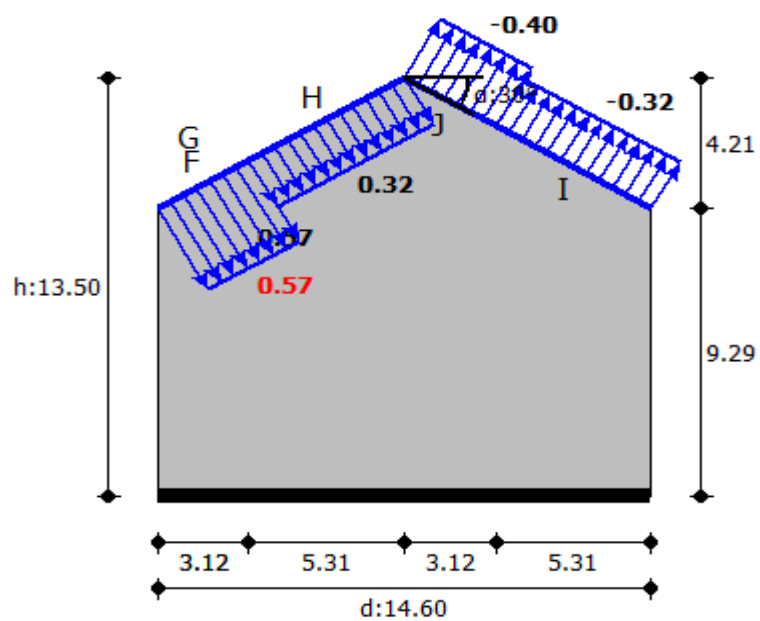
- Obciążenie śniegiem strefa akumulacji (balkon)



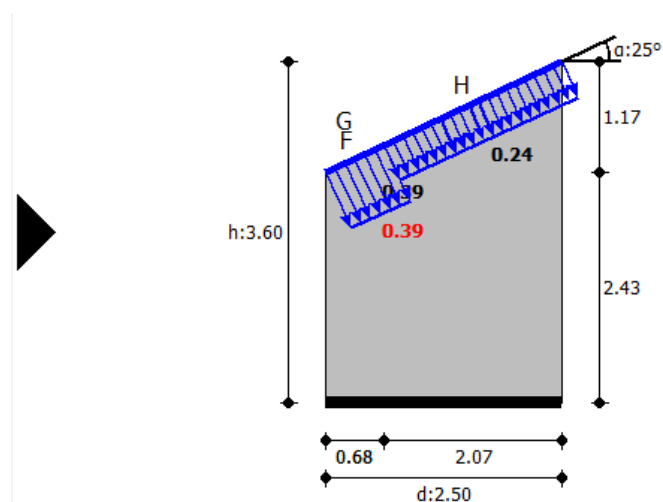
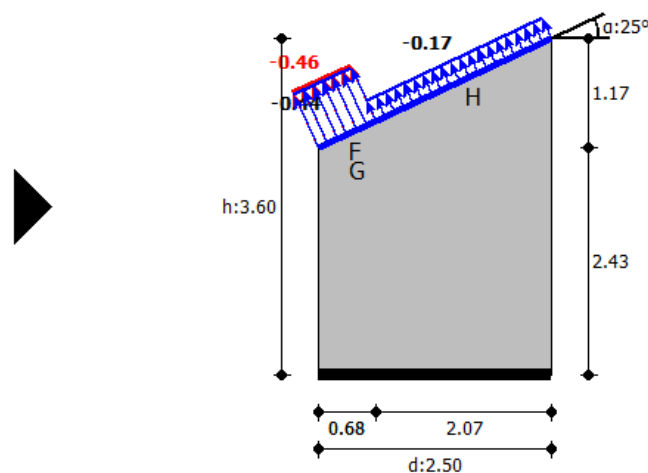
### Obciążenie zmienne - wiatr

Oddziaływanie wiatru na połac dachu - kierunek na ścianę podłużną

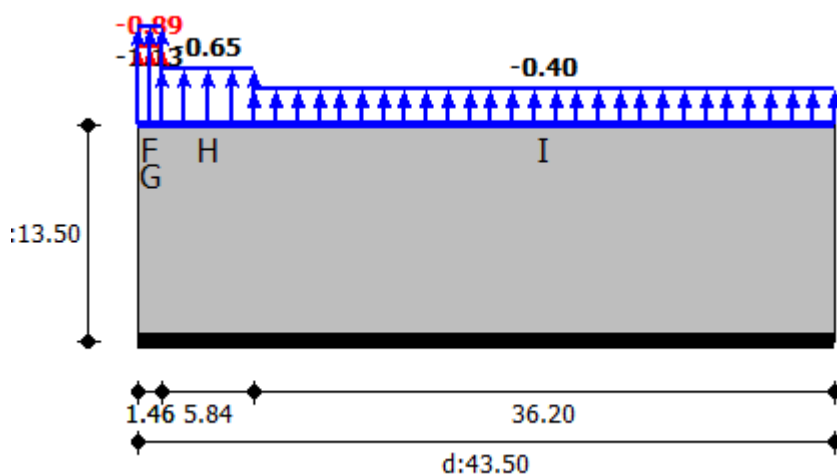




Obciążenie wiatrem daszek wiatrolapu - kierunek na ścianę podłużną

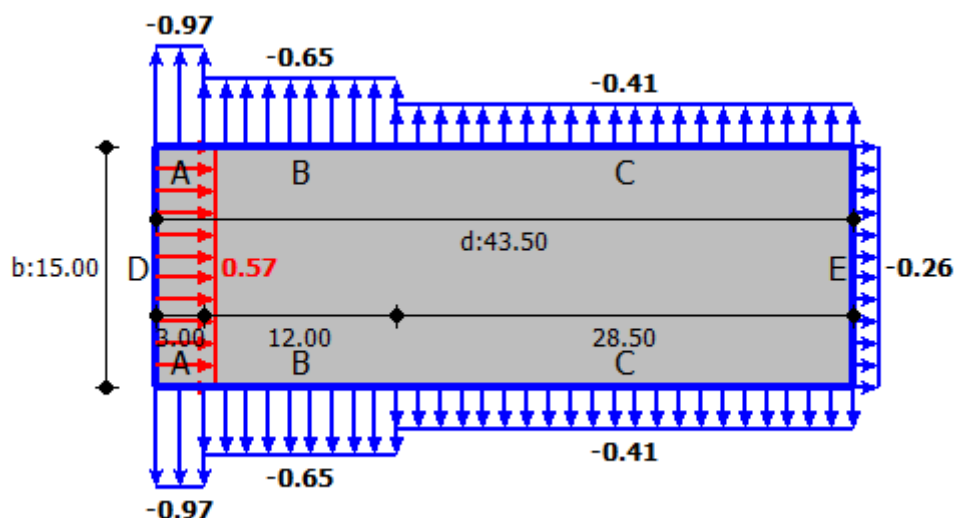


Obciążenie wiatrem – kierunek na ścianę szczytową

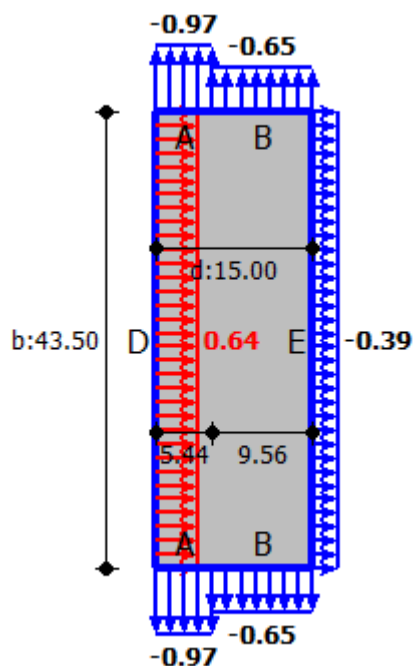


**Oddziaływanie zmienne środowiskowe – wiatr na ściany**

Obciążenie wiatrem ścian – kierunek na ścianę szczytową



Obciążenie wiatrem ścian – kierunek na ścianę podłużną

**Obciążenie zmienne użytkowe**

Kategoria: A (Powierzchnie mieszkalne)

Obciążenia użytkowe

|    | Opis obciążenia                              | Obc. char.<br>kN/m <sup>2</sup> | $\xi$ | Obc. obl.<br>kN/m <sup>2</sup> |
|----|--|---------------------------------|-------|--------------------------------|
| 1. | dla pomieszczeń mieszkalnych                 | 1,50                            | 1,50  | 2,25                           |
| 2. | przestrzenie komunikacyjne (klatki schodowe) | 2,0                             | 1,50  | 3,0                            |
| 3. | balkony                                      | 5,0                             | 1,50  | 7,50                           |
| 4. | Instalacja fotowoltaiczna                    | 0,30                            | 1,50  | 0,45                           |

### Obciążenie zastępcze od ścianek działowych

Ścianki działowe grubości 8cm z bloczków z betonu komórkowego odmiany 500 z obustronnym tynkiem. Ze względu na wysokość ścianek ~2,61 m przyjęto obciążenie zastępcze:

$$2,61\text{m} \times 5 \text{ kN/m}^3 \times 0,08\text{m} = \underline{1,052 \text{ kN/m}}$$

Stąd obciążenie zastępcze 0,750 kN/m<sup>2</sup>

### **6.5. Podstawowe wyniki obliczeń konstrukcyjnych**

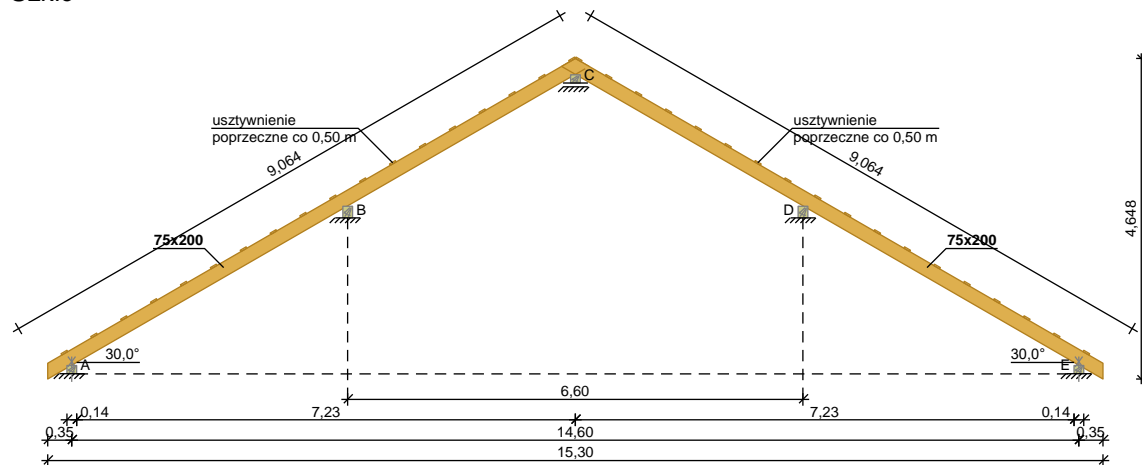
### 6.5.1. Konstrukcja dachu

### Wieżba przekrój A-A

## Wiązar krokwiowo-płatwiowy

**DANE:**

## Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 30,0^\circ$

Osiowy rozstaw płatwi  $l_3 = 6,60$  m

Osiowy rozstaw murłat I = 14,60 m

Wysięg wsporników  $l_1 = 0,42 \text{ m}$

Rozstaw osiowy wiązarów  $a = 0,75 \text{ m}$

Podparcie - lewa murlata: nieprzesuwana;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podparcie - prawa murłata: nieprzesuwana;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podparcie - lewa płatew: nieprzesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podparcie - prawa płatew: nieprzesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podparcie kalenicy: przesuwana;  $b = 0,14 \text{ m}$

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi = 0,50 m

**Dane materiałowe:**

Drewno lite iglaste C24 wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 75x200 mm

**Obciążenia: wg. pkt. 5.3.3**

**Założenia obliczeniowe:**

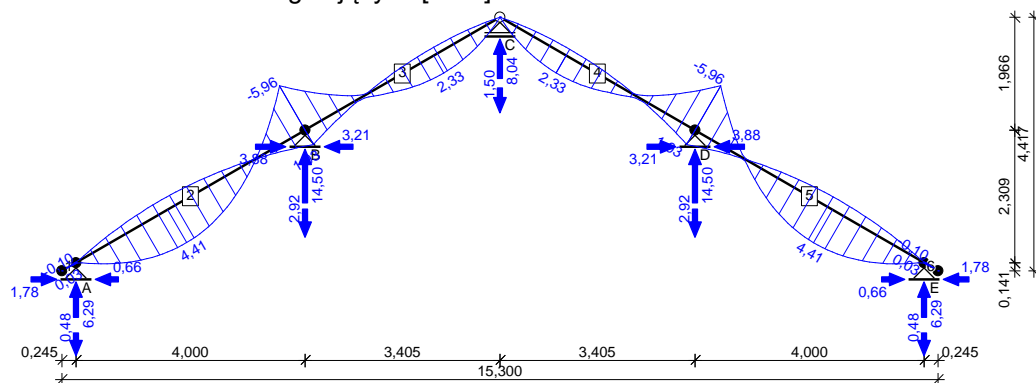
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

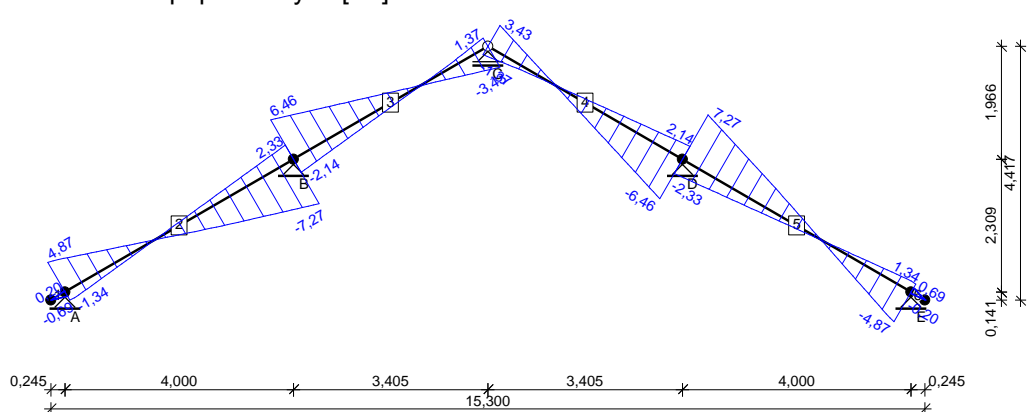
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

**WYNIKI:**

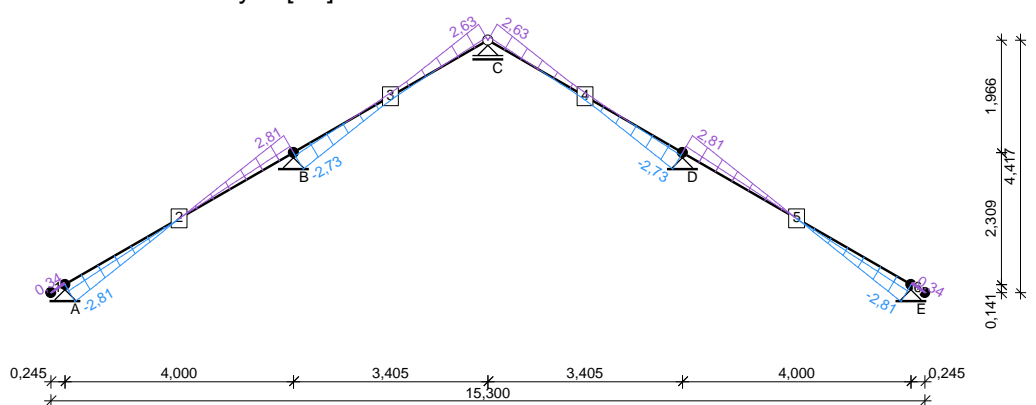
Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił poprzecznych [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



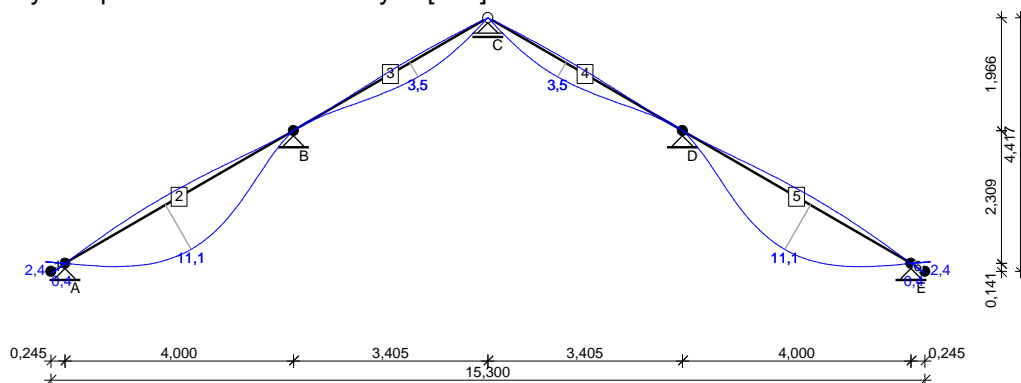
Ekstremalne reakcje podporowe:

| podpora | $R_v$ [kN] | $R_H$ [kN] | kombinacja   |
|---------|------------|------------|--|
| A       | 6,29       | 0,01       | K354: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg max. z lewej+(1,5·0,6·wiatr z lewej, |
|         | -0,48      | 1,60       | strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne)                            |
|         | 1,38       | 1,78       | K837: 1,0·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa               |
|         | 3,44       | -0,66      | FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))                                    |
| B       | 14,50      | -2,36      | K560: 0,85·1,35·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa         |
|         | -2,92      | 3,88       | FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny          |
|         | 12,14      | -3,21      | K740: 1,0·stała+(1,5·wiatr z lewej, strefa GHJI+1,5·ciśnienie        |
|         |            |            | wewnętrzne)  |
|         |            |            | K354: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg max. z lewej+(1,5·0,6·wiatr z lewej, |
|         |            |            | strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne)                            |
|         |            |            | K837: 1,0·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa               |
|         |            |            | FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))                                    |
|         |            |            | K479: 0,85·1,35·stała+(1,5·wiatr z lewej, strefa GHJI                |
|         |            |            | (iii)+1,5·ciśnienie wewnętrzne)+1,5·0,5·śnieg równomierny            |

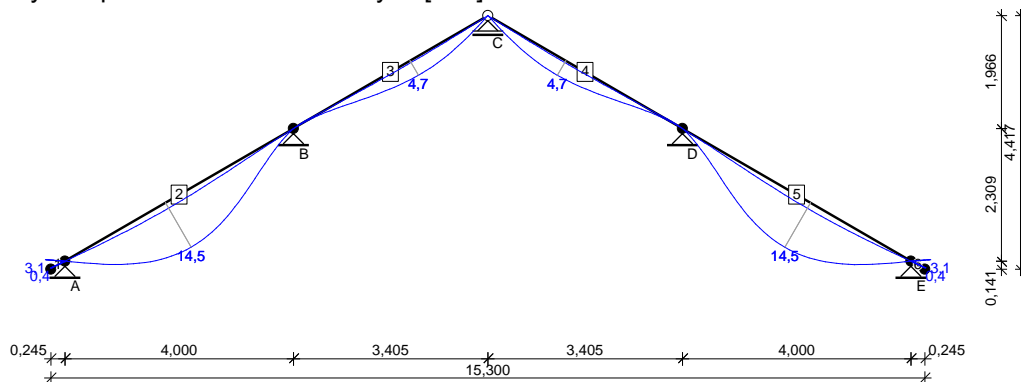
|   |                               |                                 |  |
|---|-------------------------------|---------------------------------|--|
| C | 8,04<br>-1,50                 | 0,00<br>0,00                    | <b>K315:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$<br><b>K837:</b> $1,0 \cdot \text{stałe} + (1,5 \cdot \text{wiatr na ścianę szczytową, strefa FG} + 1,5 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)})$   |
| D | 14,50<br>-2,92<br>12,14       | 2,36<br>-3,88<br>3,21           | <b>K417:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z prawej} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa GHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$<br><b>K837:</b> $1,0 \cdot \text{stałe} + (1,5 \cdot \text{wiatr na ścianę szczytową, strefa FG} + 1,5 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)})$<br><b>K543:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + (1,5 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa GHJI (iii)} + 1,5 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne}) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{śnieg równomierny}$   |
| E | 6,29<br>-0,48<br>3,44<br>1,38 | -0,01<br>-1,60<br>0,66<br>-1,78 | <b>K417:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg max. z prawej} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa GHJI} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$<br><b>K837:</b> $1,0 \cdot \text{stałe} + (1,5 \cdot \text{wiatr na ścianę szczytową, strefa FG} + 1,5 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)})$<br><b>K772:</b> $1,0 \cdot \text{stałe} + (1,5 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI} + 1,5 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$<br><b>K560:</b> $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + (1,5 \cdot \text{wiatr na ścianę szczytową, strefa FG} + 1,5 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne (ii)}) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{śnieg równomierny}$ |

**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

**Obwiednia SGU quasi-stała:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

**Krokiew 75x200 mm**

→  $A = 150 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 500 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 188 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 5000 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 703 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 2149 \text{ cm}^4$ ,  $m = 6,30 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:**

Decyduje kombinacja: **K335:**  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stałe} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny} + (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{ciśnienie wewnętrzne})$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na pręcie 5:

$$N_{t,d} = 2,81 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,19 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -5,96 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,93 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 10,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,019 + 0,718 = 0,737 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K354**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg max. z lewej+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na przęcie **3**:

$$N_{c,d} = 2,40 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,16 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -5,96 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,93 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 3,93 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,576; \quad l_{ez} = 0,50 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,979$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,019 + 0,718 = 0,737 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,011 + 0,502 = 0,514 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

Decyduje kombinacja: **K354**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg max. z lewej+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na przęcie **3**:

$$N_{c,d} = 2,40 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,16 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -5,96 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,93 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ef} = 0,50 \text{ m}; \quad k_{crit} = 1,000$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0,019 + 0,718 = 0,737 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 = 0,011 + 0,515 = 0,527 < 1$$

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K335**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny+(1,5·0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI (iii)+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na przęcie **5**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -7,27 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 1,09 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1,09 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (39,2\%)$$

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K354**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg max. z lewej+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Podpora A → Reakcja  $R_{V,A} = 6,29 \text{ kN}$ ;  $a_p = 60 \text{ mm}$ ;  $b_e = 75 \text{ mm}$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,73 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,60,d} = 1,40 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d}/(k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 60^\circ + \cos^2 60^\circ] = 2,22 \text{ MPa} \quad (63,0\%)$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K951**: stałe+śnieg max. z prawej+(0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne)

Wartości dla przekroju **x = 2,59 m** na przęcie **5**:

$$u_{inst} = (-) 11,1 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 4619 / 350 = 13,2 \text{ mm} \quad (84,0\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1222**: 1,8·stałe+1,0·śnieg max. z prawej+(0,6·wiatr z prawej, strefa FHJI+0,6·ciśnienie wewnętrzne)

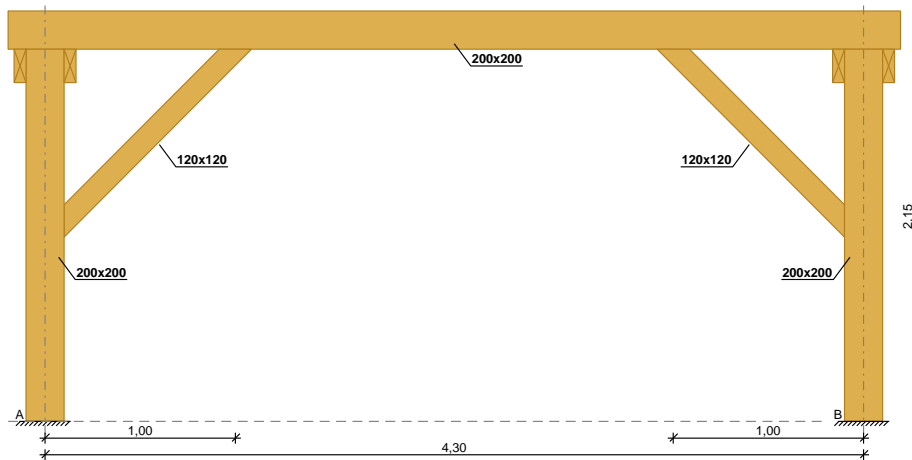
Wartości dla przekroju **x = 2,59 m** na przęcie **5**:

$$u_{fin} = (-) 14,5 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 4619 / 200 = 23,1 \text{ mm} \quad (62,7\%)$$



**Platew****DANE:**

Szkic

**Dane materiałowe:**Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Platew 200x200 mm

Słup 200x200 mm

Miecz 120x120 mm

**Obciążenia: reakcje z krokwi****Założenia obliczeniowe:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

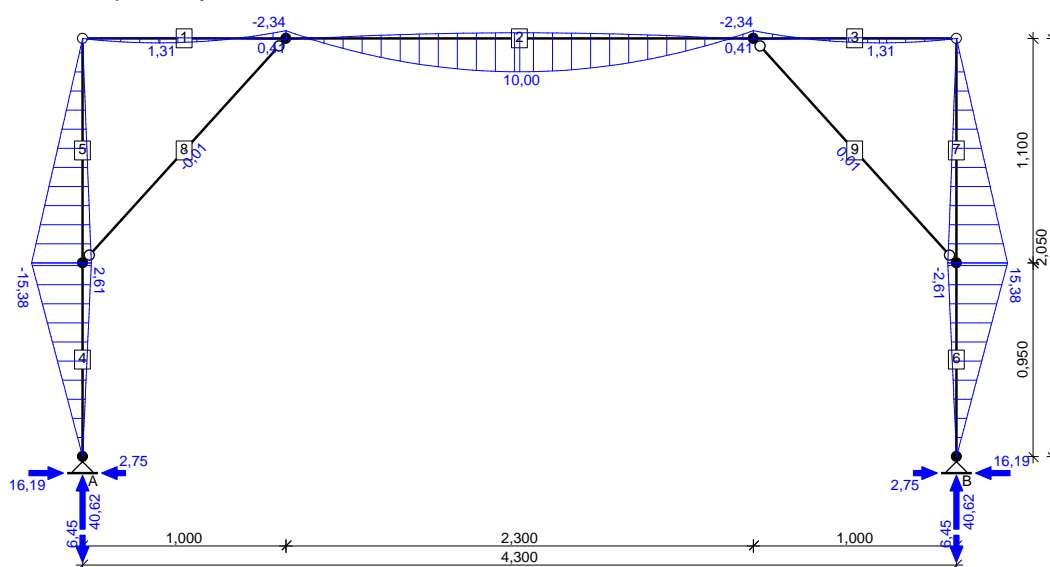
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

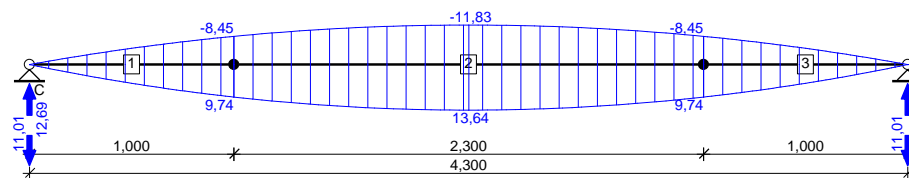
**WYNIKI:**

Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:

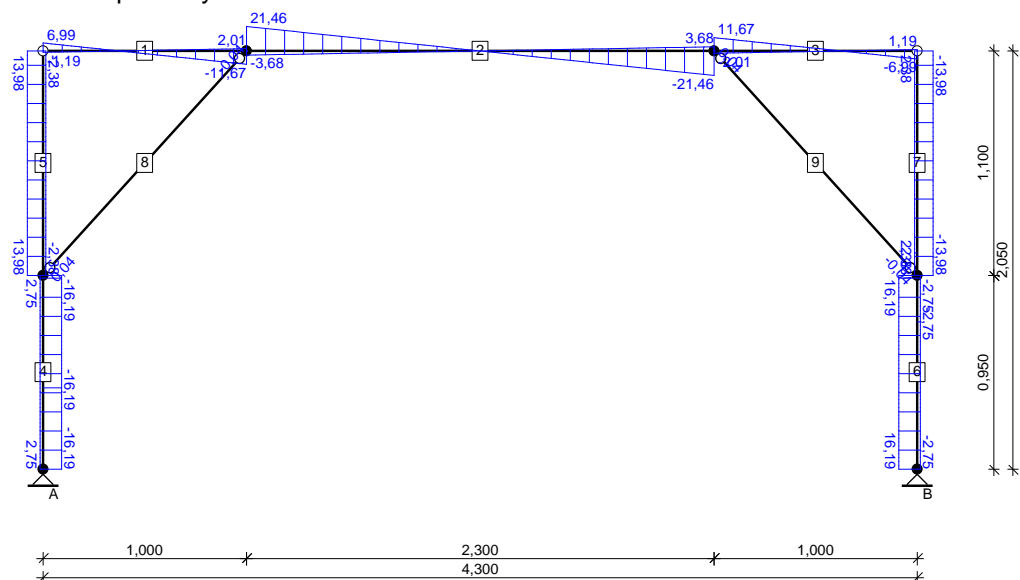


Kierunek poziomy:

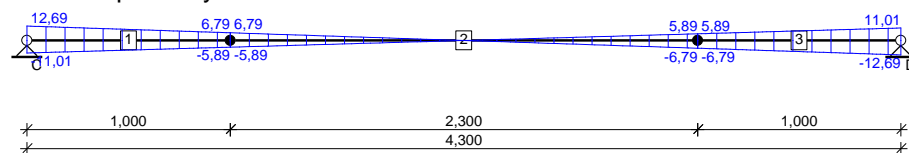


Obwiednia sił poprzecznych [kN]:

Kierunek pionowy:

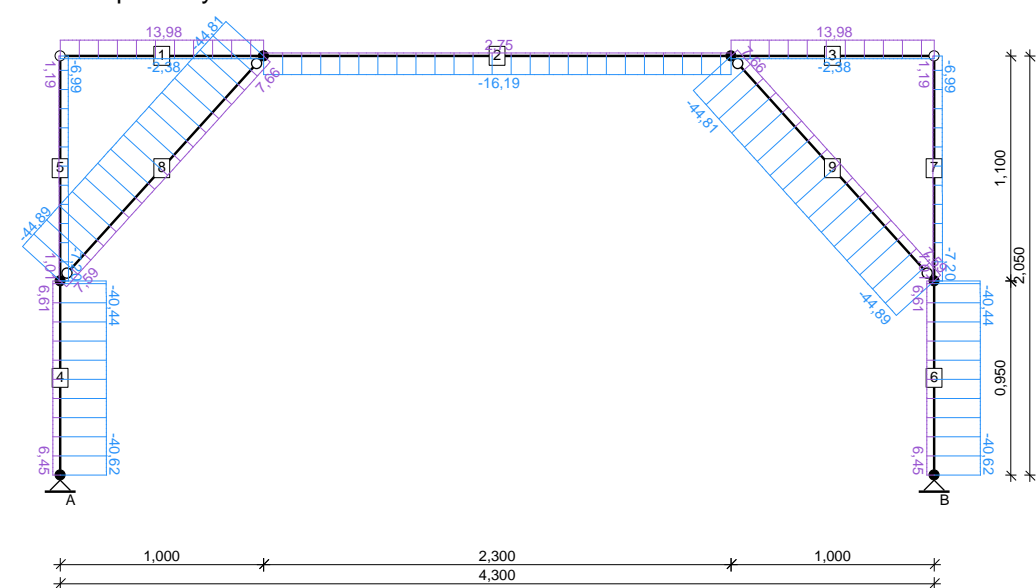


Kierunek poziomy:

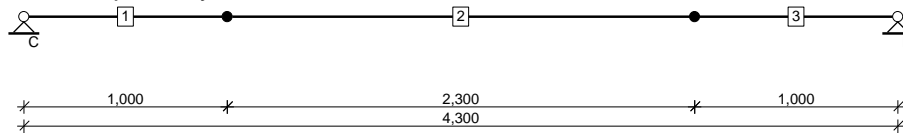


Obwiednia sił osiowych [kN]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



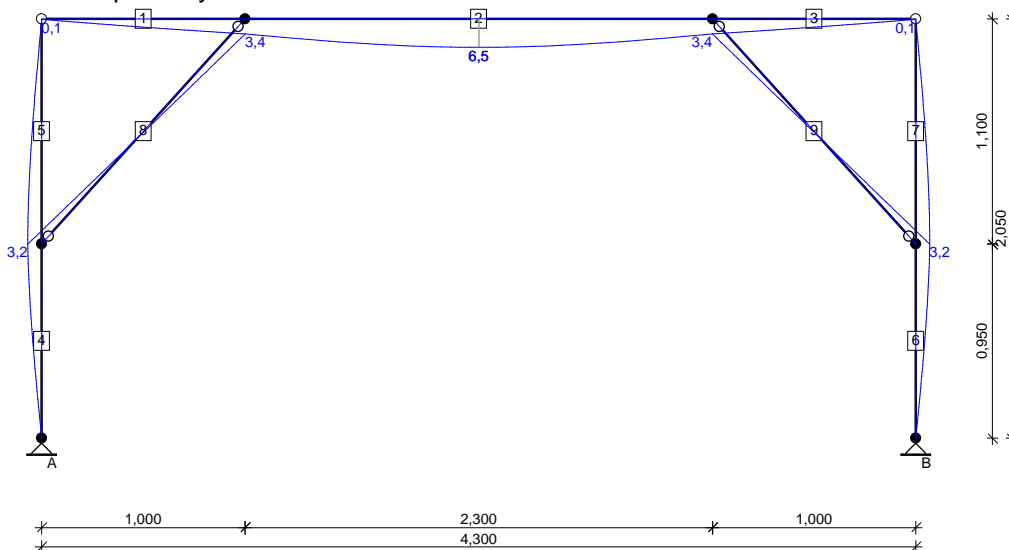
Ekstremalne reakcje podporowe:

|   | $R_V$ [kN]     | $R_H$ [kN]     | $R_Z$ [kN]      | kombinacja   |
|---|----------------|----------------|-----------------|--|
| A | 40,62<br>-6,45 | 16,19<br>-2,75 | --              | --K354: $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23)$<br>--K837: $1,0 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q20 + 1,5 \cdot Q24)$ |
| B | 40,62<br>-6,45 | -16,19<br>2,75 | --              | --K354: $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23)$<br>--K837: $1,0 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q20 + 1,5 \cdot Q24)$ |
| C | --             | --             | 12,69<br>-11,01 | K837: $1,0 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q20 + 1,5 \cdot Q24)$<br>K447: $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q6 + 1,5 \cdot Q23) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q1$               |
| D | --             | --             | 12,69<br>-11,01 | K837: $1,0 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q20 + 1,5 \cdot Q24)$<br>K447: $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q6 + 1,5 \cdot Q23) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q1$               |

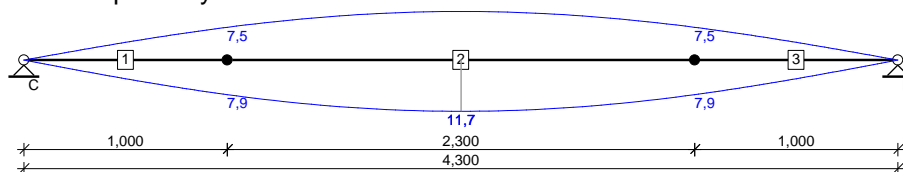
Obwiednia SGU charakterystyczna:

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:



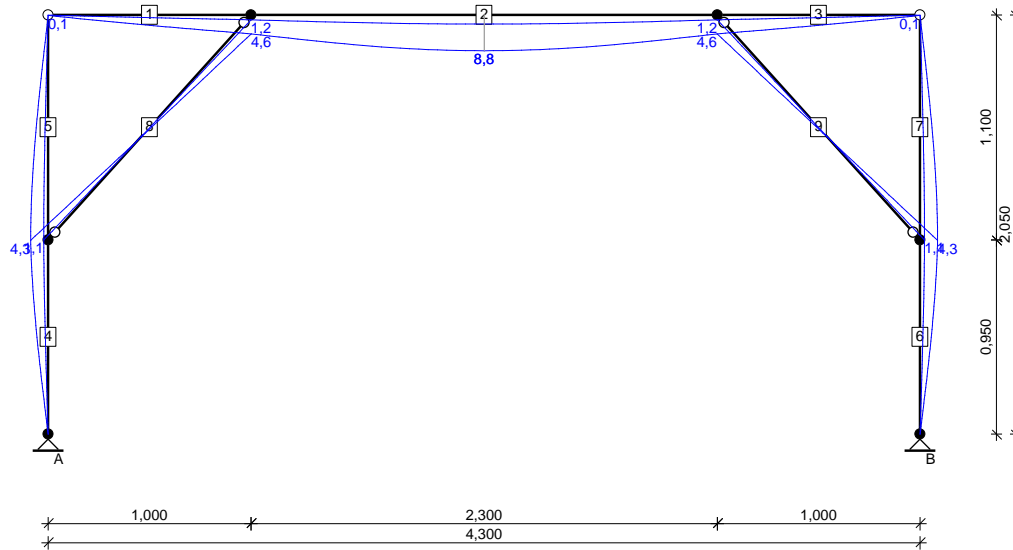
Kierunek poziomy:



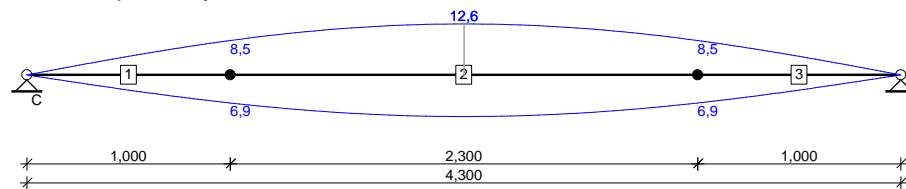
**Obwiednia SGU quasi-stała:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:

**Płatek 200x200 mm**

→  $A = 400 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 1333 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 1333 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 13333 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 13333 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 22507 \text{ cm}^4$ ,  
 $m = 16,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  
 $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:**

Decyduje kombinacja: **K447**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q6 + 1,5 \cdot Q23) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q1 \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,15 m** na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 13,71 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,34 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 8,47 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 6,35 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = -11,83 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 8,87 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{\text{sys}} = 1; \quad f_{m,y,d} = k_{\text{sys}} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{\text{sys}} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{sys}} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,001 + 0,382 + 0,374 = 0,757 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,001 + 0,268 + 0,534 = 0,802 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:**

Decyduje kombinacja: **K447**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q6 + 1,5 \cdot Q23) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q1 \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,15 m** na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 13,71 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,34 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 8,47 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 6,35 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = -11,83 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 8,87 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:;  $k_{\text{sys}} = 1$ 

$$f_{c,0,d} = k_{\text{sys}} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{sys}} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,001 + 0,382 + 0,374 = 0,757 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,001 + 0,268 + 0,534 = 0,802 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K354**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23) \rightarrow \gamma_M = 1,3;$   
 $k_{mod} = 0,90$

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **2**:

$$k_{cr} = 1,0$$

$$V_{z,d} = -21,46 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,80 \text{ MPa}$$

$$V_{y,d} = 4,20 \text{ kN}, \quad T_{y,d} = 0,16 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{sys} = 1; \quad f_{v,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M) = 2,77 \text{ MPa}$$

$$(T_{z,d}/f_{v,d})^2 + (T_{y,d}/f_{v,d})^2 = 0,084 + 0,003 = 0,088 < 1$$

SGU - Ugięcie chwilowe:

Decyduje kombinacja: **K989**:  $G1 + (Q6 + Q23) + 0,5 \cdot Q1$

Wartości dla przekroju **x = 1,15 m** na pręcie **2**:

$$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5} = 12,5 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 4300 / 300 = 14,3 \text{ mm} \quad (86,9\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K1260**:  $1,8 \cdot G1 + (1,0 \cdot Q6 + 1,0 \cdot Q23) + 0,5 \cdot Q1$

Wartości dla przekroju **x = 1,15 m** na pręcie **2**:

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 14,8 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 4300 / 200 = 21,5 \text{ mm} \quad (69,1\%)$$

**Słup 200x200 mm**

$\rightarrow A = 400 \text{ cm}^2, \quad W_y = 1333 \text{ cm}^3, \quad W_z = 1333 \text{ cm}^3, \quad J_y = 13333 \text{ cm}^4, \quad J_z = 13333 \text{ cm}^4, \quad J_{tor} = 22507 \text{ cm}^4,$   
 $m = 16,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

$\rightarrow f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, \quad f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, \quad f_{v,k} = 4 \text{ MPa}, \quad E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \quad \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3,$   
 $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K354**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23) \rightarrow \gamma_M = 1,3;$   
 $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,95 m** na pręcie **6**:

$$N_{c,d} = 40,44 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,01 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 15,38 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,53 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{sys} = 1; \quad f_{m,y,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 14,54 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,005 + 0,694 = 0,699 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K354**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23) \rightarrow \gamma_M = 1,3;$   
 $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,95 m** na pręcie **4**:

$$N_{c,d} = 40,44 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,01 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -15,38 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,53 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 2,84 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,805; \quad l_{ez} = 2,05 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,917; \quad k_{sys} = 1$$

$$f_{c,0,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 14,54 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,086 + 0,694 = 0,781 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,076 + 0,486 = 0,562 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K354**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23) \rightarrow \gamma_M = 1,3;$   
 $k_{mod} = 0,90$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,40 m** na pręcie **4**:

$$k_{cr} = 1,0$$

$$V_{z,d} = 16,19 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,61 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{sys} = 1; \quad f_{v,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M) = 2,77 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,61 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (21,9\%)$$

### Miecz 120x120 mm

→  $A = 144 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 288 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 288 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 1728 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1728 \text{ cm}^4$ ,  $J_{tor} = 2917 \text{ cm}^4$ ,  $m = 6,05 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$

### SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K837**:  $1,0 \cdot G1 + (1,5 \cdot Q20 + 1,5 \cdot Q24) \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na przecie 8:

$$N_{t,d} = 7,66 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,53 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,04 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{sys} = 1; \quad k_{h,y} = 1,046; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,37 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,046; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,051 + 0,002 = 0,053 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K354**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot G1 + 1,5 \cdot Q2 + (1,5 \cdot 0,6 \cdot Q4 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q23) \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,77 \text{ m}$  na przecie 8:

$$N_{c,d} = 44,85 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 3,11 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,04 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 1,49 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,864; \quad l_{ez} = 1,49 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,864; \quad k_{sys} = 1$$

$$f_{c,0,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M) = 14,54 \text{ MPa}; \quad k_{h,y} = 1,046$$

$$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,248 + 0,003 = 0,251 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,248 + 0,002 = 0,250 < 1$$

### SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

### SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K1**:  $1,35 \cdot G1 \rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na przecie 8:

$$k_{cr} = 1,0$$

$$V_{z,d} = 0,04 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

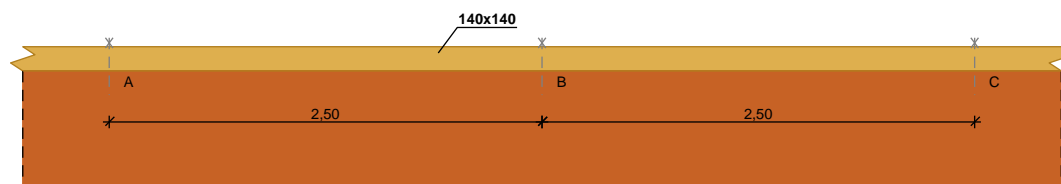
$$k_{sys} = 1; \quad f_{v,d} = k_{sys} \cdot (k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M) = 1,85 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,00 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (0,2\%)$$

### Murlata

#### DANE:

Szkic



Rozstaw podpór poziomych  $l_1 = 2,50 \text{ m}$

#### Dane materiałowe:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Murlata 140x140 mm

**Obciążenia: reakcje z krokwi****Założenia obliczeniowe:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

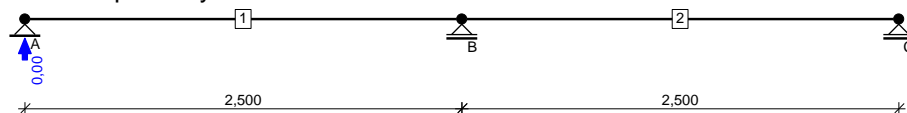
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

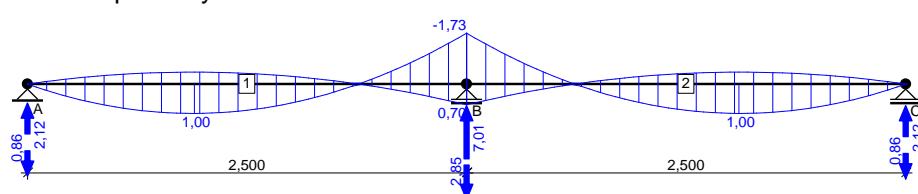
**WYNIKI:**

Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:

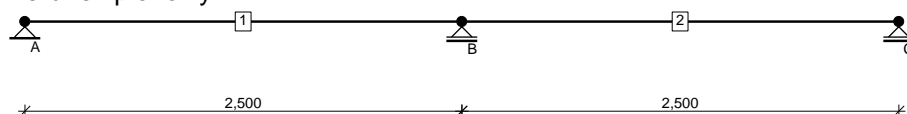


Kierunek poziomy:

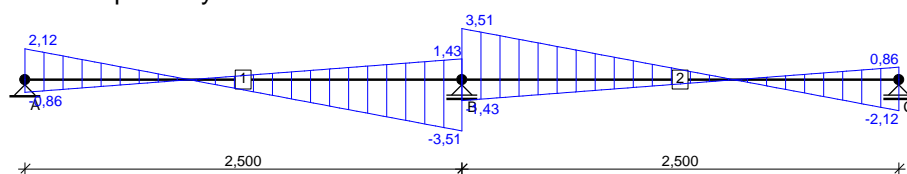


Obwiednia sił poprzecznych [kN]:

Kierunek pionowy:

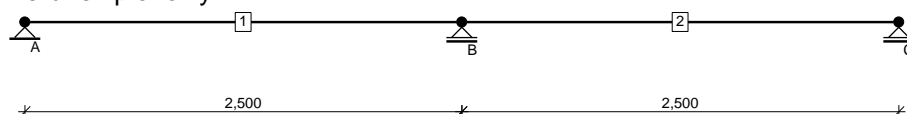


Kierunek poziomy:

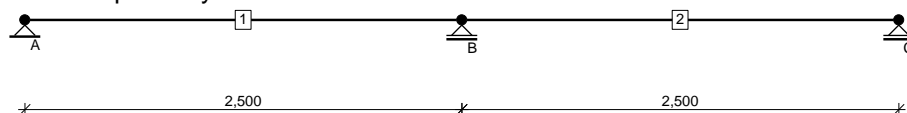


Obwiednia sił osiowych [kN]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



Ekstremalne reakcje podporowe:

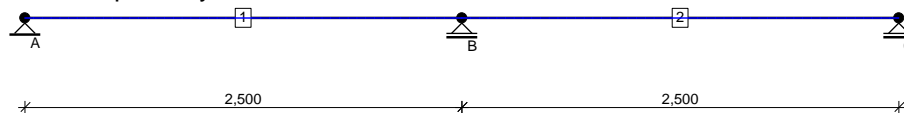
|   | $R_v$ [kN]   | $R_H$ [kN]   | $R_z$ [kN]    | kombinacja   |
|---|--------------|--------------|---------------|--|
| A | 0,00<br>0,00 | 0,00<br>0,00 | 2,12<br>-0,86 | K560: 0,85·1,35·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową,<br>strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg<br>równomierny<br>K708: 1,0·stała+(1,5·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·ciśnienie<br>wewnętrzne) |
| B | 0,00<br>0,00 | --<br>--     | 7,01<br>-2,85 | K560: 0,85·1,35·stała+(1,5·wiatr na ścianę szczytową,<br>strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg  |

|   |              |          |                             |   |
|---|--------------|----------|-----------------------------|---|
|   |              |          |                             | równomierny<br><b>K708</b> : 1,0·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·ciśnienie wewnętrzne)  |
| C | 0,00<br>0,00 | --<br>-- | <b>2,12</b><br><b>-0,86</b> | <b>K560</b> : 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny<br><b>K708</b> : 1,0·stałe+(1,5·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·ciśnienie wewnętrzne) |

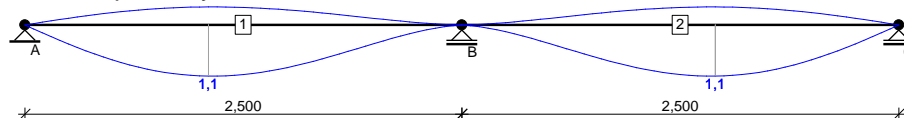
**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:

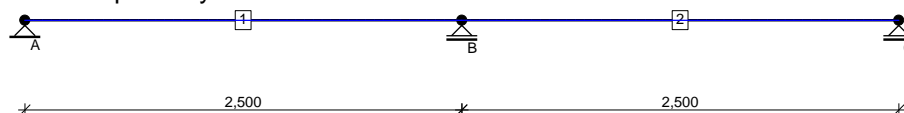


Kierunek poziomy:

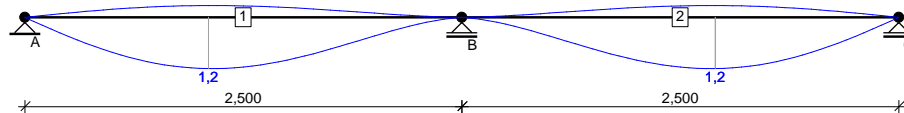
**Obwiednia SGU quasi-stała:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:

**Murlata 140x140 mm**

→  $A = 196 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 457 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 457 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 3201 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 3201 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 5404 \text{ cm}^4$ ,  $m = 8,23 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**SGN - Zginanie:**

Decyduje kombinacja: **K560**: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = -1,73 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 3,79 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,014; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,85 \text{ MPa}$$

$$k_{h,z} = 1,014; \quad f_{m,z,d} = k_{h,z} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 16,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,225 < 1$$

**SGN - Ścinanie:**

Decyduje kombinacja: **K560**: 0,85·1,35·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii))+1,5·0,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = 0,00 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$V_{y,d} = -3,51 \text{ kN}, \quad \tau_{y,d} = 0,40 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:



$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,77 \text{ MPa}$$

$$T_{y,d} = 0,40 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,77 \text{ MPa} \quad (14,5\%)$$

**SGU - Ugięcie chwilowe:**

Decyduje kombinacja: **K1102**: stałe+(wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 1,05 m** na pręcie 1:

$$u_{inst} = (u_{inst,z}^2 + u_{inst,y}^2)^{0,5} = 1,1 \text{ mm} < u_{inst,lim} = 2500 / 350 = 7,1 \text{ mm} \quad (14,7\%)$$

**SGU - Ugięcie końcowe:**

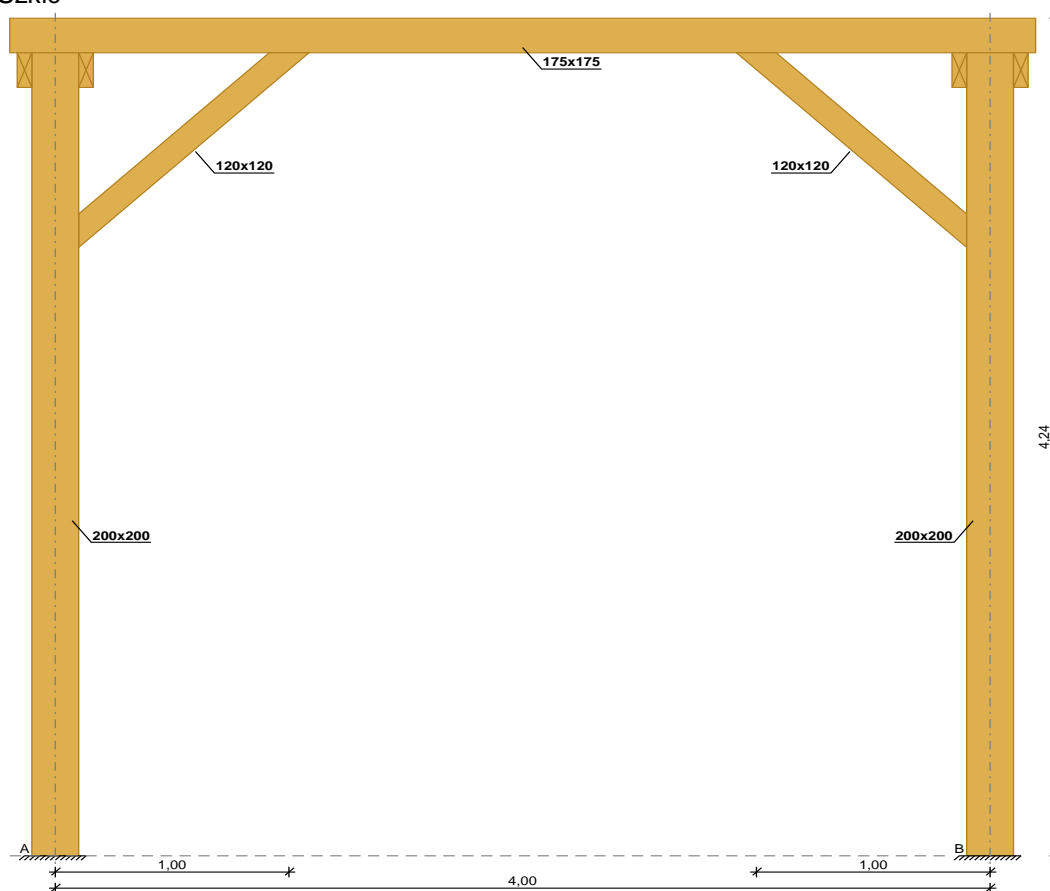
Decyduje kombinacja: **K1373**: 1,8·stałe+(1,0·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,0·ciśnienie wewnętrzne (ii))+0,5·śnieg równomierny

Wartości dla przekroju **x = 1,05 m** na pręcie 1:

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 1,2 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 2500 / 200 = 12,5 \text{ mm} \quad (9,2\%)$$

**Płatew 2****DANE:**

Szkic

**Dane materiałowe:**

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Płatew 175x175 mm

Słup 200x200 mm

Miecz 120x120 mm

**Obciążenia: Reakcje z krokwi****Założenia obliczeniowe:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

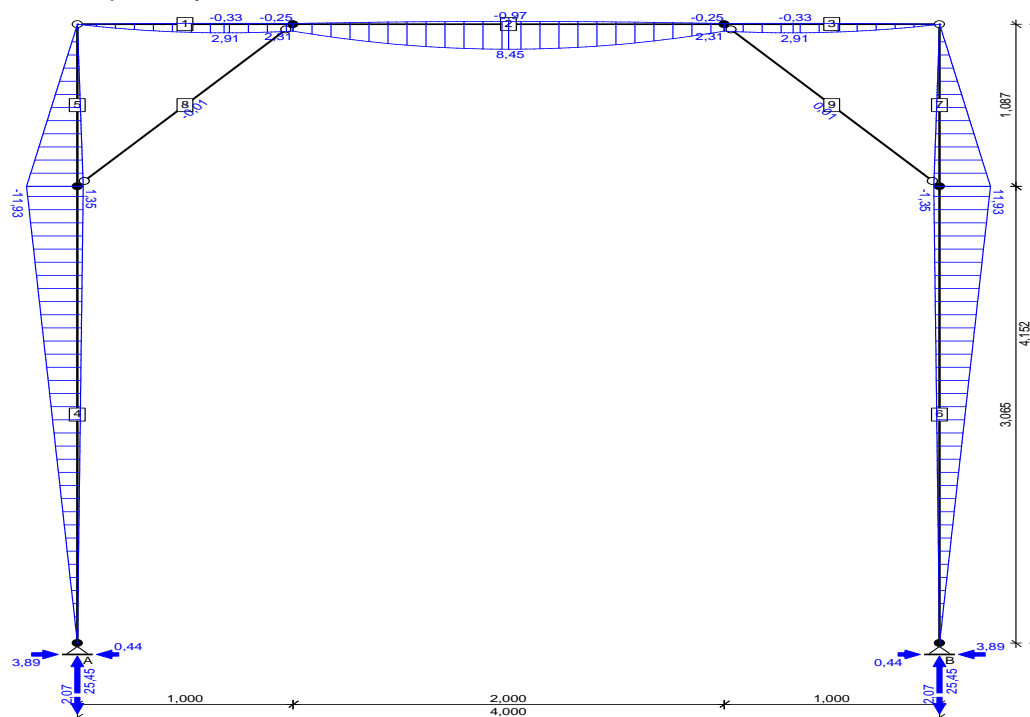
Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

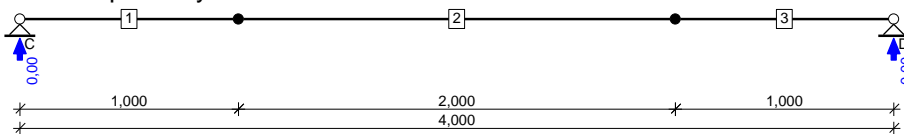
**WYNIKI:**

Obwiednia momentów zginających [kNm]:

Kierunek pionowy:

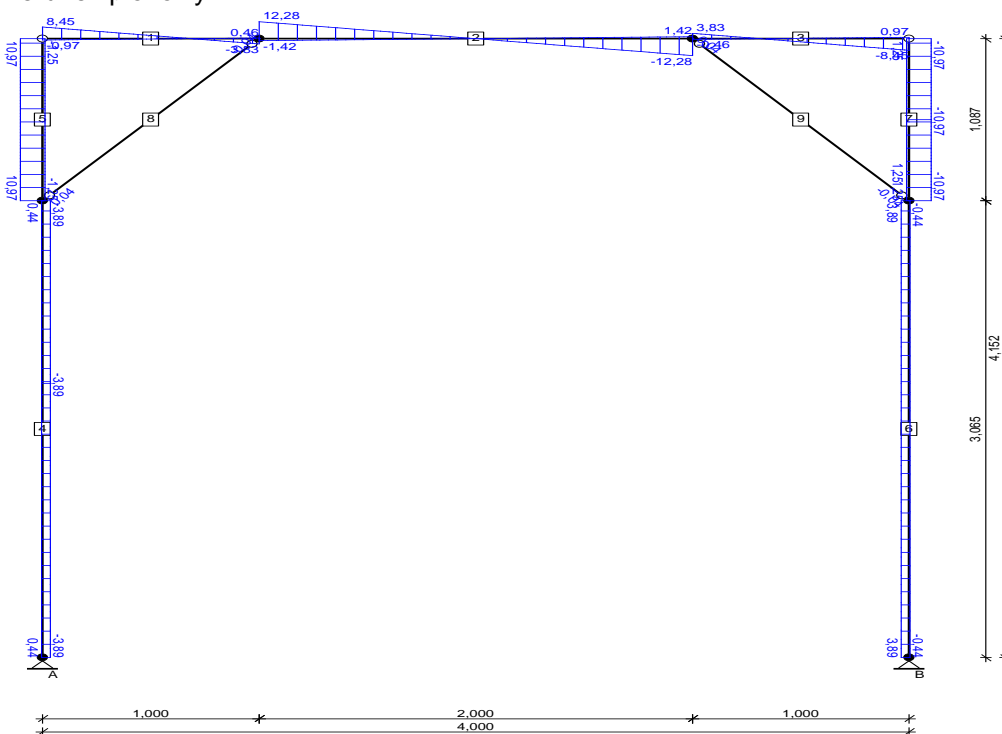


Kierunek poziomy:

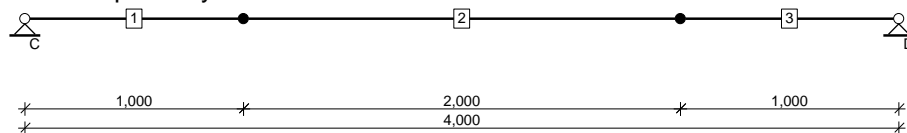


Obwiednia sił poprzecznych [kN]:

Kierunek pionowy:

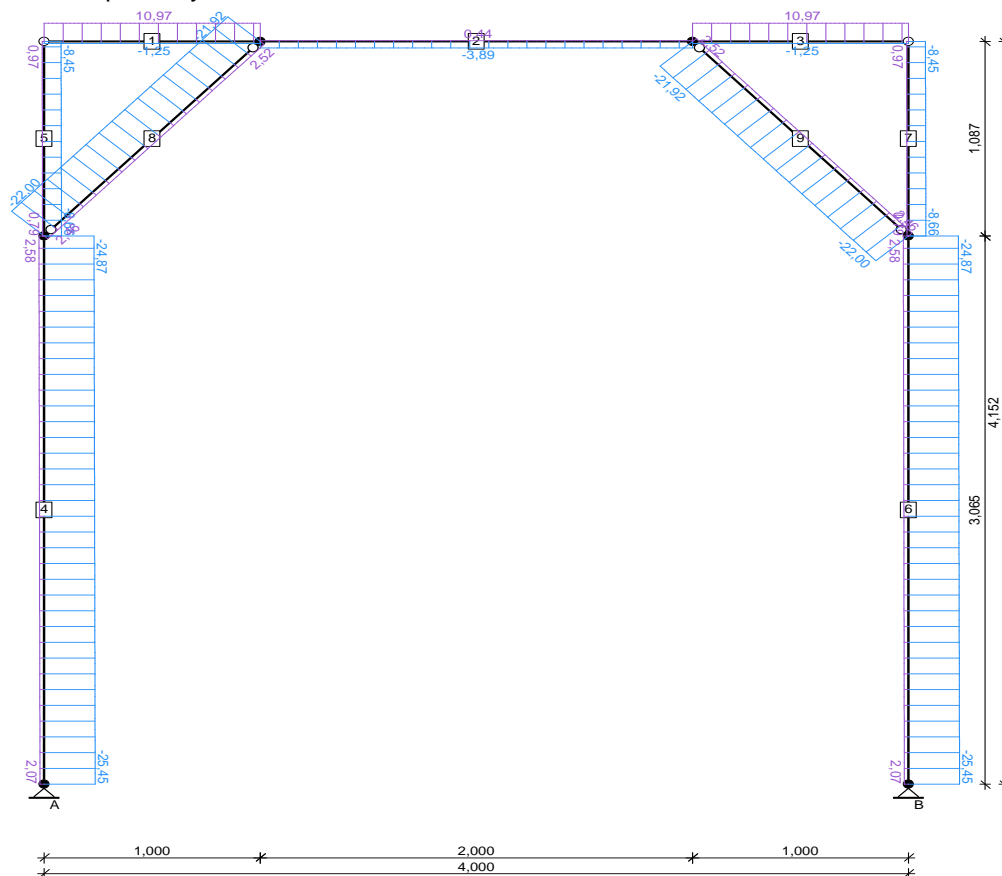


Kierunek poziomy:

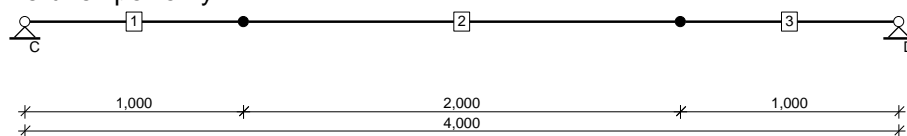


Obwiednia sił osiowych [kN]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:



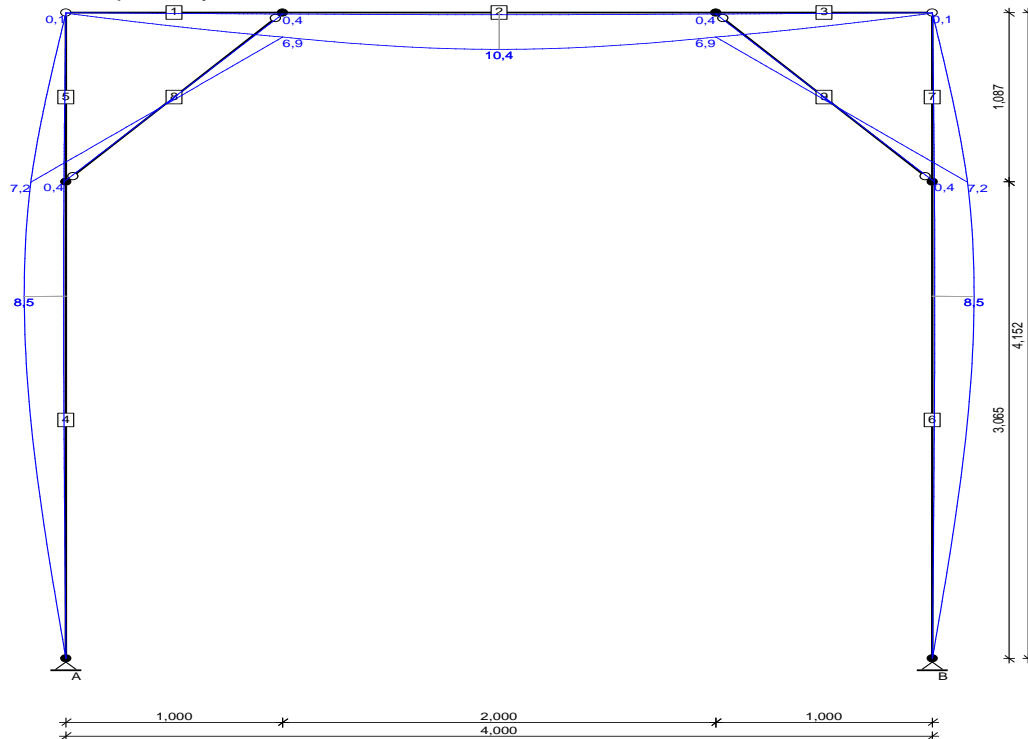
Ekstremalne reakcje podporowe:

|   | $R_v$ [kN]     | $R_H$ [kN]    | $R_z$ [kN] | kombinacja   |
|---|----------------|---------------|------------|--|
| A | 25,45<br>-2,07 | 3,89<br>-0,44 |            | --K315: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg<br>--równomierny+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne)<br>K837: 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) |
| B | 25,45<br>-2,07 | -3,89<br>0,44 |            | --K315: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg<br>--równomierny+(1,5·0,6·wiatr z lewej, strefa FHJI+1,5·0,6·ciśnienie wewnętrzne)<br>K837: 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) |
| C |                |               |            |  |
| D |                |               |            |  |

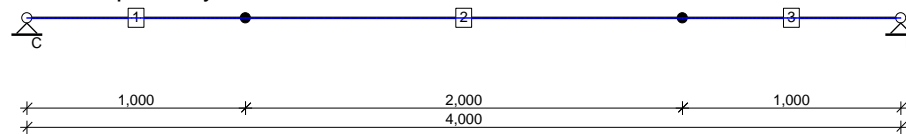
**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

Kierunek pionowy:

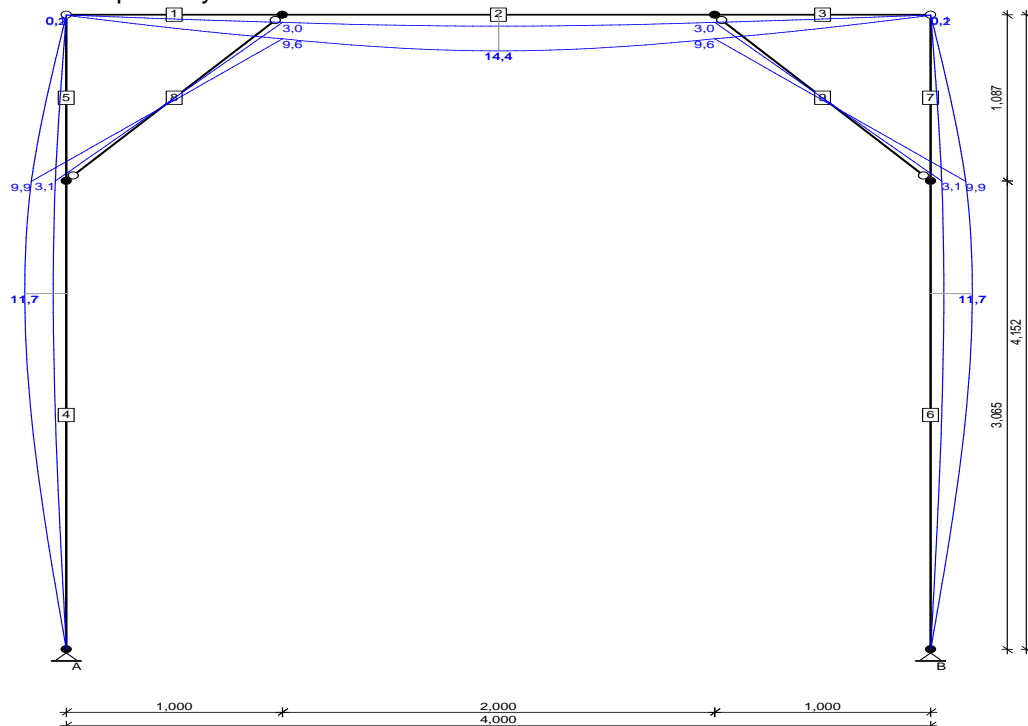


Kierunek poziomy:

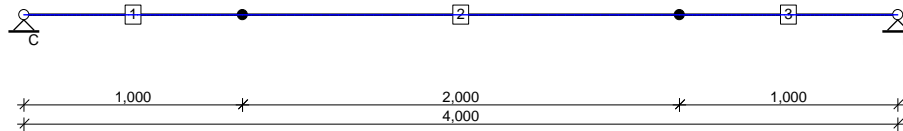
**Obwiednia SGU quasi-stała:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

Kierunek pionowy:



Kierunek poziomy:

**Platew 175x175 mm**

→  $A = 306 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 893 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 893 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 7816 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 7816 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 13193 \text{ cm}^4$ ,  $m = 12,9 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:**

Decyduje kombinacja: **K314**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 1,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 3,58 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 7,77 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 8,69 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,000 + 0,589 = 0,589 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:**

Decyduje kombinacja: **K314**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 1,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$N_{c,d} = 3,58 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,12 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 7,77 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 8,69 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,000 + 0,589 = 0,589 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,000 + 0,412 = 0,412 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:**

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SGN - Ścinanie:**

Decyduje kombinacja: **K314**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg równomierny}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły poprzeczne i odpowiadające naprężenia dla przekroju  $x = 0,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -11,29 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 0,82 \text{ MPa}$$

$$V_{y,d} = 0,00 \text{ kN}, \quad \tau_{y,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 0,82 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (33,5\%)$$

**SGU - Ugięcie chwilowe:**

Decyduje kombinacja: **K857**:  $\text{stała} + \text{śnieg równomierny} + (0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa}$

FHJI+0,6-ciśnienie wewnętrzne)

Wartości dla przekroju  $x = 1,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$U_{\text{inst}} = (U_{\text{inst},z}^2 + U_{\text{inst},y}^2)^{0,5} = (-) 10,4 \text{ mm} < U_{\text{inst},\text{lim}} = 4000 / 350 = 11,4 \text{ mm} \quad (91,4\%)$$

**SGU - Ugięcie końcowe:**

Decyduje kombinacja: **K1128**:  $1,8 \cdot \text{stała} + 1,0 \cdot \text{śnieg równomierny} + (0,6 \cdot \text{wiatr z lewej, strefa}$

FHJI+0,6-ciśnienie wewnętrzne)

Wartości dla przekroju  $x = 1,00 \text{ m}$  na pręcie 2:

$$U_{\text{fin}} = (U_{\text{fin},z}^2 + U_{\text{fin},y}^2)^{0,5} = (-) 14,4 \text{ mm} < U_{\text{fin},\text{lim}} = 4000 / 200 = 20,0 \text{ mm} \quad (72,0\%)$$

**Słup 200x200 mm**

→  $A = 400 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 1333 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 1333 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 13333 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 13333 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 22507 \text{ cm}^4$ ,  $m = 16,8 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,

$$\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$$

SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K314**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$   
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,06 m** na pręcie **4**:

$$N_{c,d} = 22,88 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,57 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -10,96 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 8,22 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,002 + 0,557 = 0,559 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K314**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$   
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 3,06 m** na pręcie **4**:

$$N_{c,d} = 22,88 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,57 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -10,96 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 8,22 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 7,07 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,210; \quad l_{ez} = 4,15 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,532$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,210 + 0,557 = 0,767 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,083 + 0,390 = 0,473 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K314**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$   
Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **5**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -10,08 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,56 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,56 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (22,9\%)$$

**Miecz 120x120 mm**

→  $A = 144 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 288 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 288 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 1728 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1728 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 2917 \text{ cm}^4$ ,  $m = 6,05 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  
 $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:

Decyduje kombinacja: **K837**: 1,0·stałe+(1,5·wiatr na ścianę szczytową, strefa FG+1,5·ciśnienie wewnętrzne (ii)) →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,90$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **8**:

$$N_{t,d} = 2,52 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,18 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,04 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$k_{h,y} = 1,046; \quad f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 17,37 \text{ MPa}$$

$$k_h = 1,046; \quad f_{t,0,d} = k_h \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M) = 10,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,017 + 0,002 = 0,019 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:

Decyduje kombinacja: **K314**: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg równomierny →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$   
Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,77 m** na pręcie **8**:

$$N_{c,d} = 20,18 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,40 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,01 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,04 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 1,48 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,866; \quad l_{ez} = 1,48 \text{ m}; \quad k_{c,z} = 0,866$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}; \quad k_{h,y} = 1,046$$

$$f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 15,44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,125 + 0,003 = 0,128 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,125 + 0,002 = 0,127 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:**

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SGN - Ścinanie:**

Decyduje kombinacja: **K1**: 1,35·stałe  $\rightarrow \gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,60$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie **8**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = 0,04 \text{ kN}, \quad T_{z,d} = 0,01 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

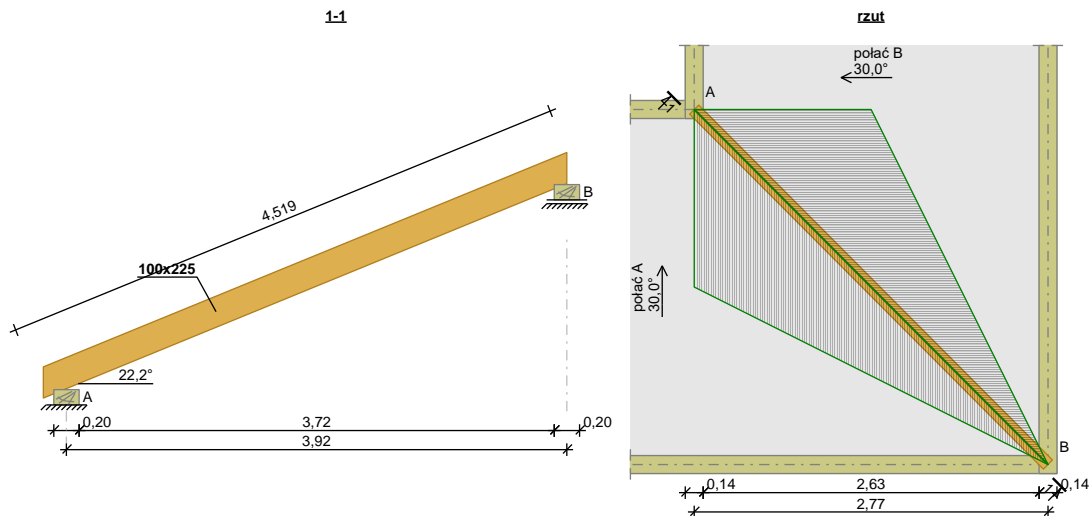
$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 1,85 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d} = 0,01 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (0,3\%)$$

### Krokiew koszowa

**DANE:**

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowych  $\alpha = 30,0^\circ$

Długości w osiach podpór:

- Odcinek A-B  $l_2 = 2,77 \text{ m}$

Podpora A: nieprzesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podpora B: przesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podpora C: przesuwna;  $b = 0,12 \text{ m}$

**Dane materiałowe:**

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 100x225 mm

**Obciążenia: wg.pkt. 5.3.3**

**Założenia obliczeniowe:**

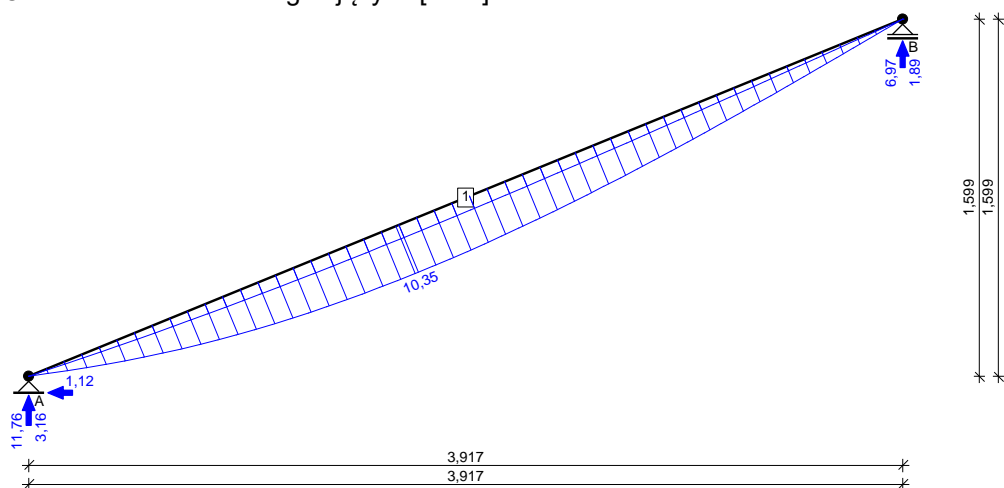
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

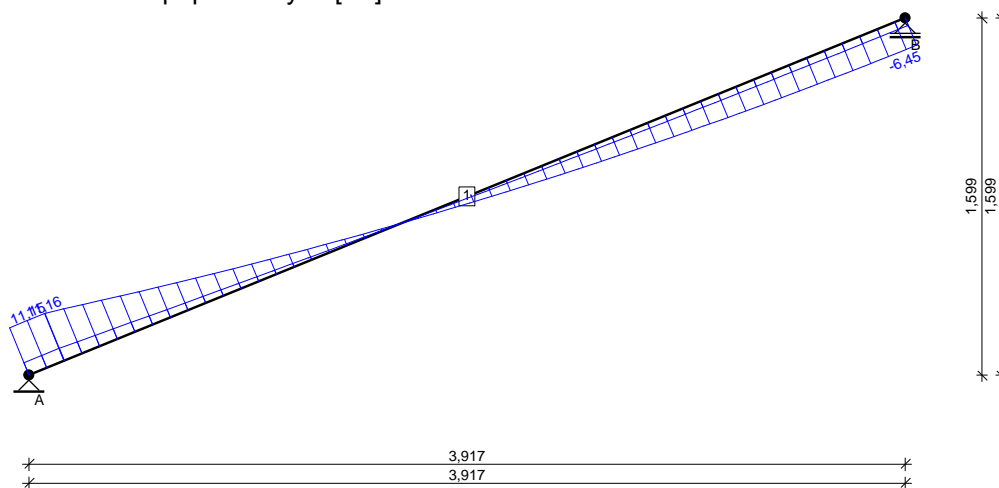
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

**WYNIKI:**

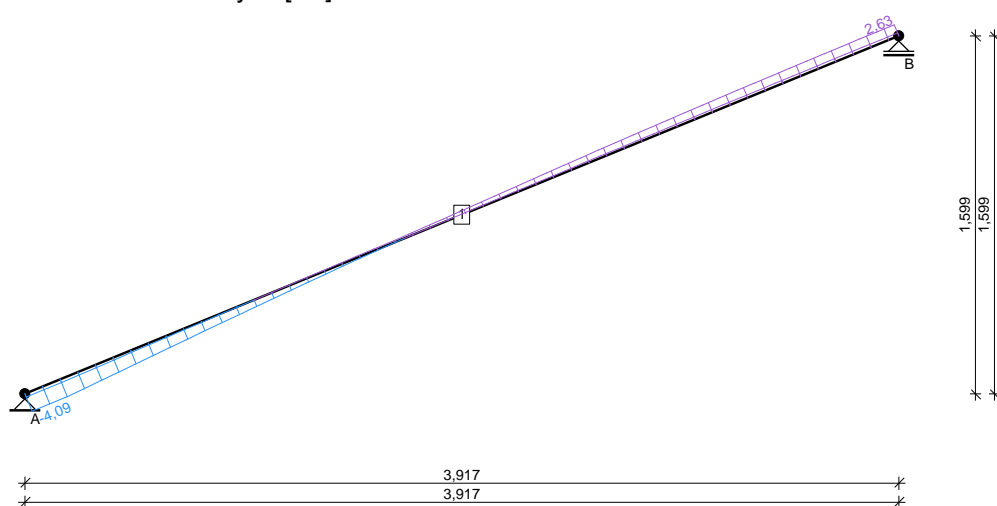
Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił poprzecznych [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



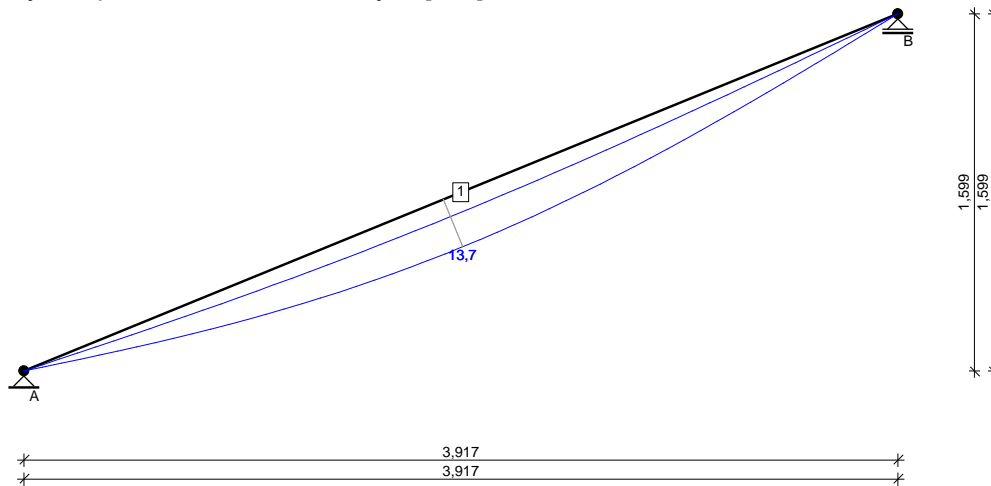
Ekstremalne reakcje podporowe:

| podpora | $R_V$ [kN] | $R_H$ [kN] | kombinacja                                   |
|---------|------------|------------|--|
| A       | 11,76      | -0,67      | K15: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg+1,5·0,6·wiatr |
|         | 10,82      | 0,00       | K14: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg               |
|         | 5,20       | -1,12      | K17: 0,85·1,35·stałe+1,5·wiatr               |
|         | 6,97       | 0,00       | K15: 0,85·1,35·stałe+1,5·śnieg+1,5·0,6·wiatr |

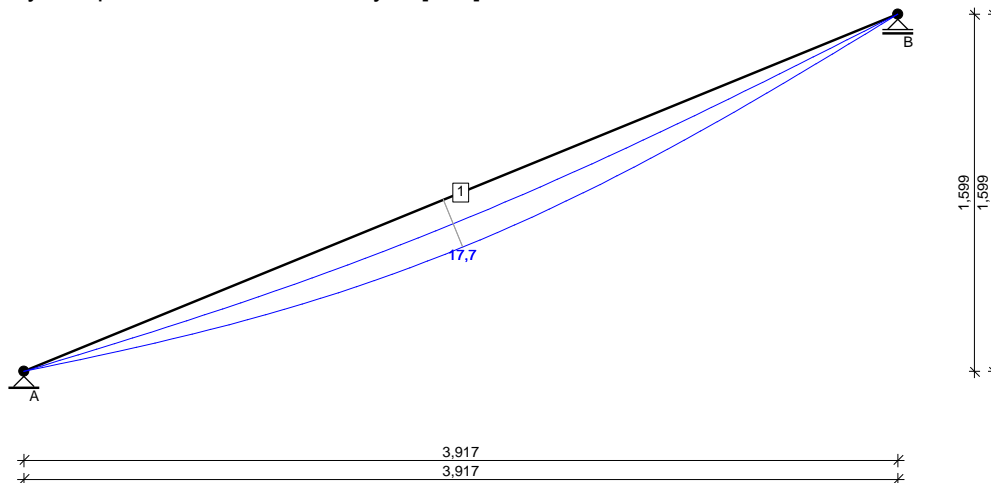


**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:

**Obwiednia SGU quasi-stała:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:

**Krokiew 100x225 mm**

→  $A = 225 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 844 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 375 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 9492 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1875 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 5407 \text{ cm}^4$ ,  $m = 9,45 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:**

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,86 m** na pręcie 1:

$$N_{t,d} = 0,11 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,01 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 9,28 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 10,99 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 8,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,001 + 0,744 = 0,745 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:**

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg}$  →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 1,78 m** na pręcie 1:

$$N_{c,d} = 0,05 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 9,28 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 11,00 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 4,23 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,612; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,000 + 0,745 = 0,745 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,000 + 0,521 = 0,521 < 1$$

SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

SGN - Ścinanie:

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} \rightarrow \gamma_M = 1,3; \quad k_{mod} = 0,80$

Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 0,00 m** na pręcie 1:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = -10,02 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 1,00 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1,00 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (40,5\%)$$

SGN - Docisk na podporze:

Decyduje kombinacja: **K14**:  $0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{stała} + 1,5 \cdot \text{śnieg} \rightarrow \gamma_M = 1,3; \quad k_{mod} = 0,80$

Podpora A  $\rightarrow$  Reakcja  $R_{V,A} = 10,82 \text{ kN}$ ;  $a_p = 79,4 \text{ mm}$ ;  $b_e = 100 \text{ mm}$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,67,8,d} = 1,36 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 67,8^\circ + \cos^2 67,8^\circ] = 1,76 \text{ MPa} \quad (77,5\%)$$

SGU - Ugięcie końcowe:

Decyduje kombinacja: **K39**:  $1,8 \cdot \text{stała} + 1,0 \cdot \text{śnieg} + 0,6 \cdot \text{wiatr}$

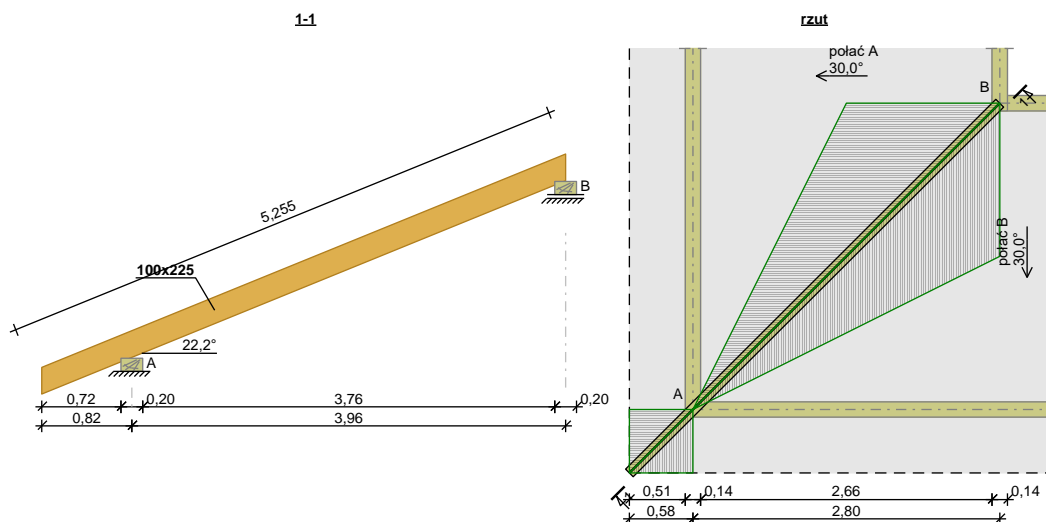
Wartości dla przekroju **x = 2,03 m** na pręcie 1:

$$u_{lin} = (-) 17,7 \text{ mm} < u_{lin,lim} = 4231 / 200 = 21,2 \text{ mm} \quad (83,7\%)$$

**Krokiew narożna**

**DANE:**

Szkic



Kąt nachylenia połaci dachowych  $\alpha = 30,0^\circ$

Długości w osiach podpór:

- Odcinek wspornika  $l_1 = 0,58 \text{ m}$

- Odcinek A-B  $l_2 = 2,80 \text{ m}$

Podpora A: nieprzesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podpora B: przesuwna;  $b = 0,14 \text{ m}$

Podpora C: przesuwna;  $b = 0,12 \text{ m}$

**Dane materiałowe:**

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Krokiew 100x225 mm

**Obciążenia: wg.pkt. 5.3.3****Założenia obliczeniowe:**

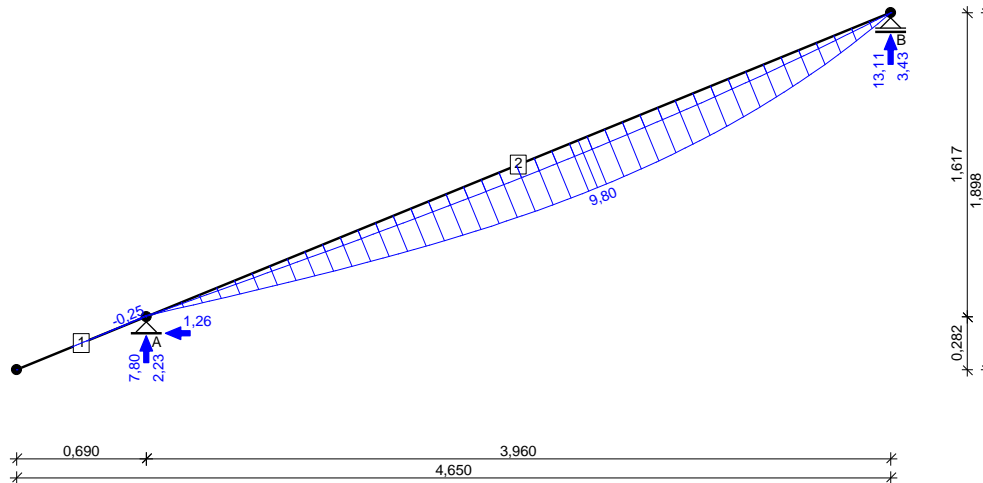
Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa niezawodności konstrukcji - RC2

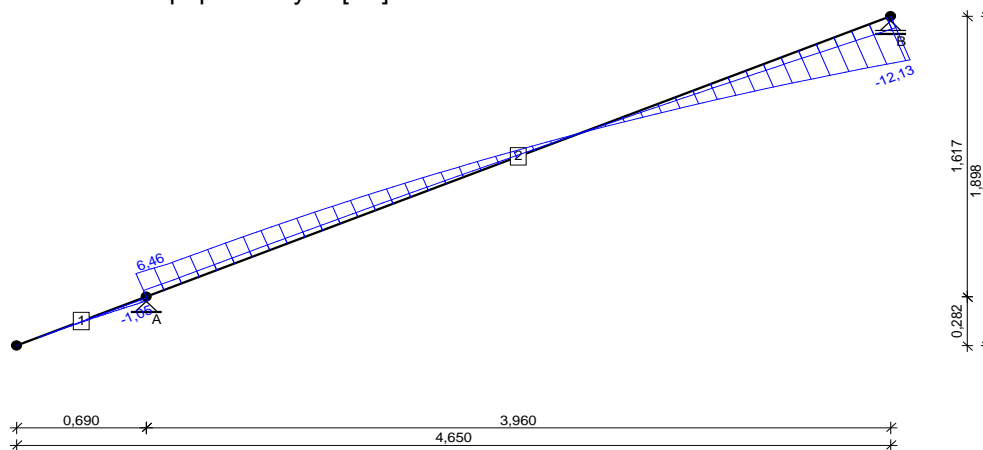
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

**WYNIKI:**

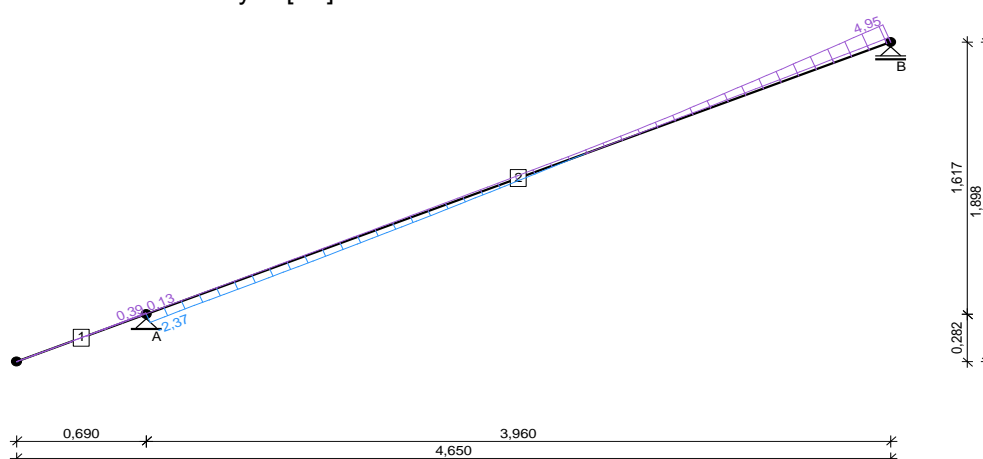
Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Obwiednia sił poprzecznych [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:

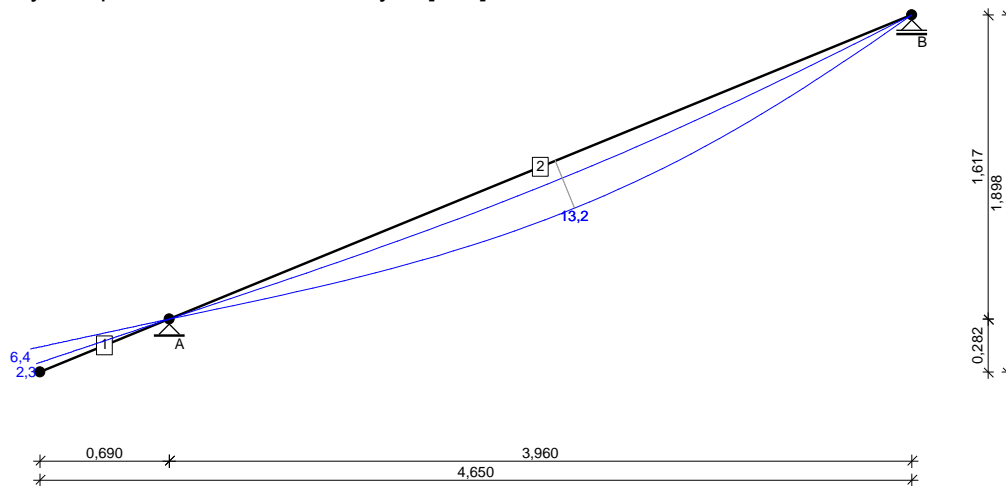


Ekstremalne reakcje podporowe:

| podpora | $R_v$ [kN]   | $R_H$ [kN]  | kombinacja   |
|---------|--------------|-------------|--|
| A       | <b>7,80</b>  | -0,75       | <b>K16:</b> 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg+1,5·0,6·wiatr (ii) |
|         | 6,97         | <b>0,00</b> | <b>K22:</b> 1,0·stała+1,5·śnieg                          |
|         | 3,40         | -1,26       | <b>K17:</b> 0,85·1,35·stała+1,5·wiatr                    |
| B       | <b>13,11</b> | 0,00        | <b>K16:</b> 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg+1,5·0,6·wiatr (ii) |

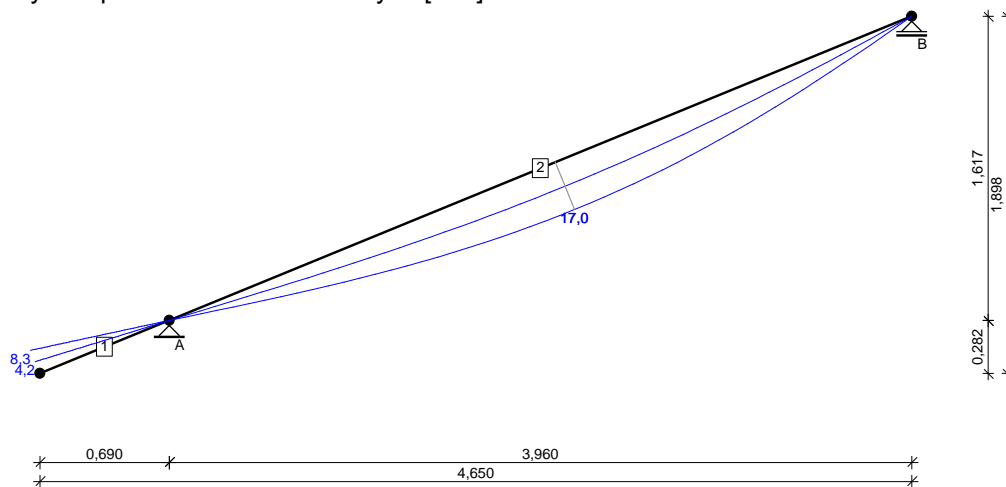
**Obwiednia SGU charakterystyczna:**

Wykres przemieszczeń chwilowych [mm]:



**Obwiednia SGU quasi-stała:**

Wykres przemieszczeń końcowych [mm]:



#### Krokiew 100x225 mm

→  $A = 225 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 844 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 375 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 9492 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1875 \text{ cm}^4$ ,  $J_{\text{tor}} = 5407 \text{ cm}^4$ ,  $m = 9,45 \text{ kg/m}$

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,\text{mean}} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{mean}} = 420 \text{ kg/m}^3$

**SGN - Zginanie ze ściskaniem osiowym:**

Decyduje kombinacja: **K14:** 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{\text{mod}} = 0,80$

Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 2,48 m** na przęcie **2**:

$N_{c,d} = 0,03 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$

$M_{y,d} = 8,80 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 10,43 \text{ MPa}$

Warunek nośności:

$f_{m,y,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$

$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,706 = 0,706 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - wyboczenie:**Decyduje kombinacja: **K14**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$ Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 2,48 m** na pręcie **2**:

$$N_{c,d} = 0,03 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 8,80 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 10,43 \text{ MPa}$$

Warunek stateczności elementu:

$$l_{ey} = 4,28 \text{ m}; \quad k_{c,y} = 0,603; \quad l_{ez} = 0,00 \text{ m}; \quad k_m = 0,7$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,706 = 0,707 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,000 + 0,495 = 0,495 < 1$$

**SGN - Warunek stateczności - zwichrzenie:**

element zabezpieczony przed zwichrzeniem

**SGN - Ścinanie:**Decyduje kombinacja: **K14**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$ Siła poprzeczna i odpowiadające naprężenie dla przekroju **x = 4,28 m** na pręcie **2**:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$V_{z,d} = 10,89 \text{ kN}, \quad \tau_{z,d} = 1,08 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M = 2,46 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1,08 \text{ MPa} < f_{v,d} = 2,46 \text{ MPa} \quad (44,0\%)$$

**SGN - Docisk na podporze:**Decyduje kombinacja: **K14**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$ Podpora B → Reakcja  $R_{V,B} = 11,76 \text{ kN}$ ;  $a_p = 79,4 \text{ mm}$ ;  $b_e = 100 \text{ mm}$ 

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 12,92 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,67,8,d} = 1,48 \text{ MPa} < f_{c,0,d} / [(f_{c,0,d}/(k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})) \cdot \sin^2 67,8^\circ + \cos^2 67,8^\circ] = 1,76 \text{ MPa} \quad (84,2\%)$$

**SGU - Ugięcie końcowe:**Decyduje kombinacja: **K39**: 1,8·stała+1,0·śnieg+0,6·wiatrWartości dla przekroju **x = 2,22 m** na pręcie **2**:

$$u_{fin} = (-) 17,0 \text{ mm} < u_{fin,lim} = 4277 / 200 = 21,4 \text{ mm} \quad (79,6\%)$$

**Krokiew w miejscu oparcia na podporze 100x195 mm**→  $A = 195 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 634 \text{ cm}^3$ ,  $W_z = 325 \text{ cm}^3$ ,  $J_y = 6179 \text{ cm}^4$ ,  $J_z = 1625 \text{ cm}^4$ ,  $J_{tor} = 4412 \text{ cm}^4$ ,  $m = 8,19 \text{ kg/m}$ Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06→  $f_{t,0,k} = 14,5 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$ **SGN - Zginanie z rozciąganiem osiowym:**Decyduje kombinacja: **K14**: 0,85·1,35·stała+1,5·śnieg →  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,80$ Siły wewnętrzne i odpowiadające naprężenia dla przekroju **x = 0,75 m** na pręcie **1**:

$$N_{t,d} = 0,39 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,02 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = -0,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 8,92 \text{ MPa}$$

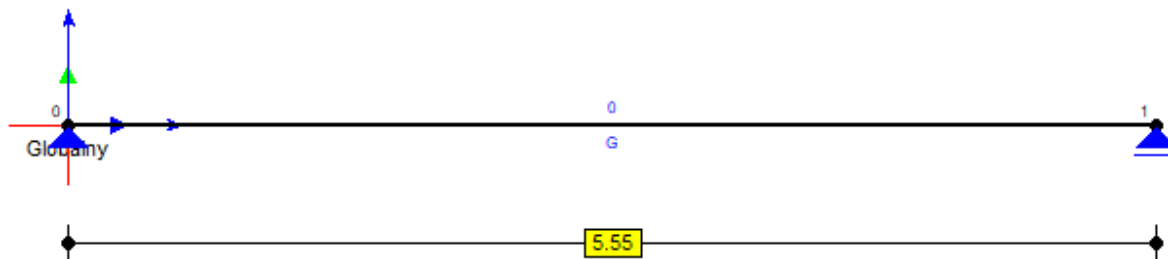
$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,002 + 0,025 = 0,027 < 1$$

### 6.5.2. Podciągi żelbetowe

#### Podciąg PD-1

Belka 26x40

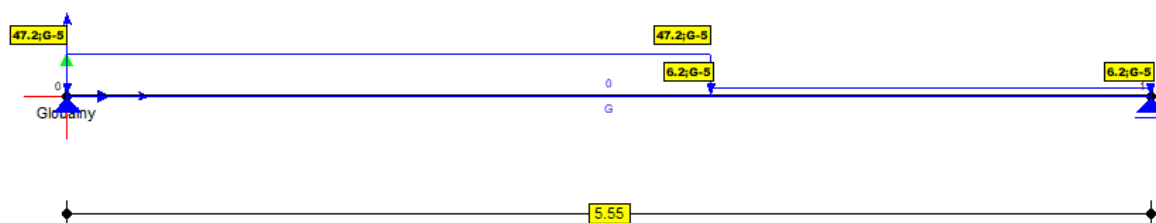
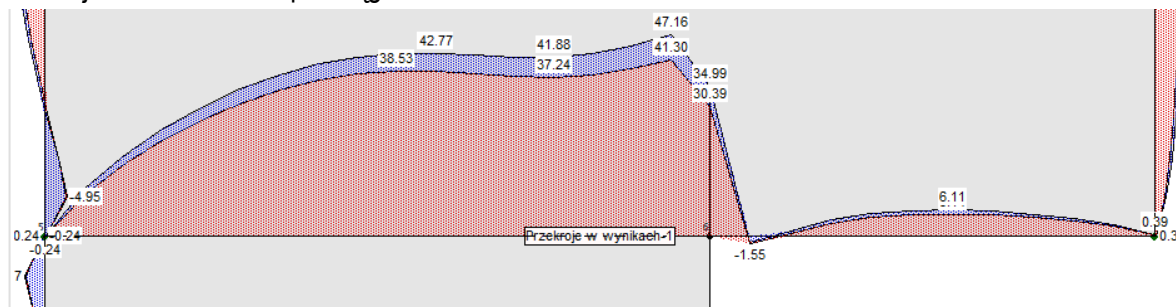
Schemat statyczny:



**Obciążenia:**

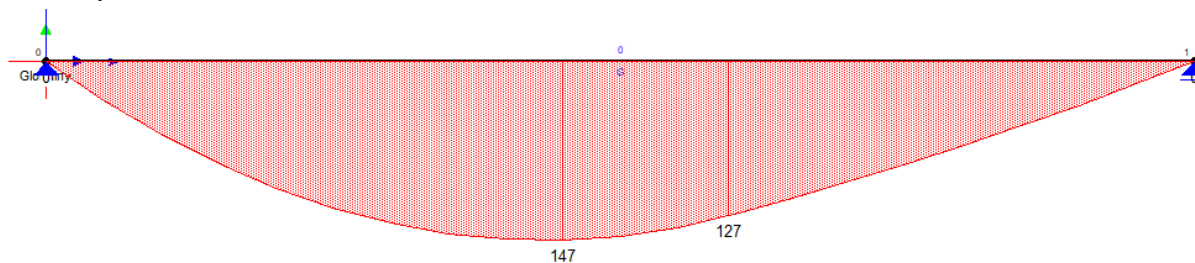
Obciążenie płytą stropową nad klatką schodową

Reakcja obliczeniowa na podciąg kN/m

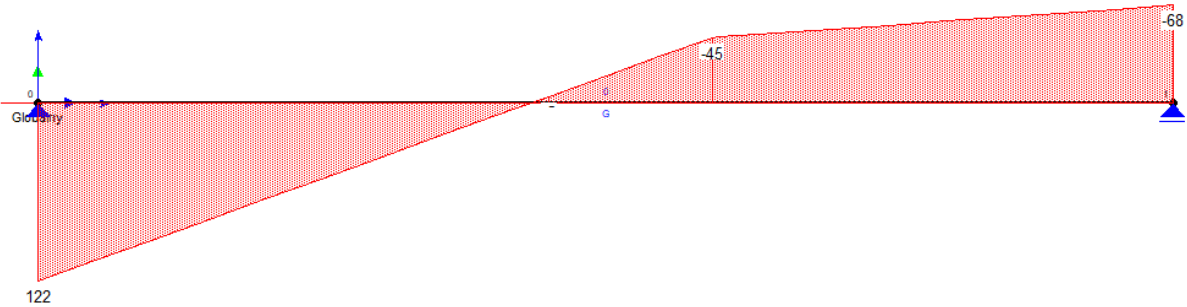


**Siły przekrojowe**

Momenty



## Siły tnące



## Wymiarowanie

**Całkowite wyężenie elementu: 82%**

Zbrojenie główne: 78 %  
 Ścinanie: 47 %  
 Zbrojenie główne (ścinanie): 82 %  
 Rysy prostopadłe: 76 %  
 Przemieszczenia (sprężyste): 30 %  
 Ugięcia: 80 %  
 Zbrojenie minimalne: 0 %  
 Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %  
 Zakotwienie zbrojenia: 0 %  
 Rozstaw strzemion: 0 %  
 Zbrojenie min. strzemionami: 0 %  
 Smukłość: 0 %

**Wyniki szczegółowe****Zbrojenie minimalne (0.0 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=5.55m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Zbrojenie minimalne przy zginaniu bez udziału siły podłużnej dla przekroju prostokątnego oraz teowego z półką w strefie ściskanej:

$$A_{s1,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b d = 0.26 \frac{2.2}{500.0} 26.0 \cdot 36.3 = 1.1 \text{ cm}^2 < 12.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 b d = 0.0013 \cdot 26.0 \cdot 36.3 = 1.2 \text{ cm}^2 < 12.6 \text{ cm}^2$$

**Zakotwienie zbrojenia (0.0 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=5.55m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Wyniki dla najstabiliej zakotwionego pręta (krawędź: 0,  $x=163.0\text{mm}$ ,  $y=31.0\text{mm}$ ).

$$\text{Podstawowa długość zakotwienia: } l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{1.2}{4} \cdot \frac{|-0.1|}{2.41} = 0.0 \text{ cm}$$

$$\text{Minimalna długość zakotwienia: } l_{b,min} = \max(0.3l_b, 10\phi, 10\text{cm}) = 16.2 \text{ cm}$$

$$\text{Dodatkowe zakotwienie od ścinania: } a_L = 0.5z \cot \theta = 0.5 \cdot 30.6 \cdot 2.000 = 30.6 \text{ cm}$$

Obliczeniowa długość zakotwienia:

$$l_{bd} = \max(|\alpha l_{b,rqd}| + a_L, l_{b,min}) = \max(|1.0 \cdot 0.0| + 30.6, 16.2) = 30.7 \text{ cm}$$

$$\text{Warunek na zakotwienie: } l_{bd} = 30.7 \text{ cm} < 54.1 \text{ cm} = l$$

**Zbrojenie minimalne ze względu na rysy**

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k_{fct,eff} \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.400 \cdot 0.9 \cdot 0.22 \cdot 520.0}{24.0} = 1.8 \text{ cm}^2 < 12.6 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \frac{b}{b_{ct,eff}} f_{ct,eff}} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{-0.00}{0.67 \frac{40.0}{40.0} 0.22} \right), 1.0 \right] = 0.400$$

### Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto wg Rysunku 5.7

Klasyfikacja: X-X → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty; Y-Y → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty

Przyjęto:  $\beta_x = 1.000$   $\beta_y = 1.000$  oraz  $l_{col} = 5.552m$

### Zbrojenie główne (78.0 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=2.78m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Dane:  $\alpha_{cc} = 1.00$ ,  $x_{eff} = 16.2cm$ ,  $a_1 = 3.3cm$ ,  $d = 36.3cm$

Nośność przy ściskaniu/rozciąganiu:

$$\min N_{Rd} = -923.9kN < 0.0kN = N_{sd}$$

$$\max N_{Rd} = 269.6kN > 0.0kN = N_{sd}$$

Nośność przy zginaniu:

$$M_{Rd} = 179.0kNm > 139.6kNm = M_{sd}$$

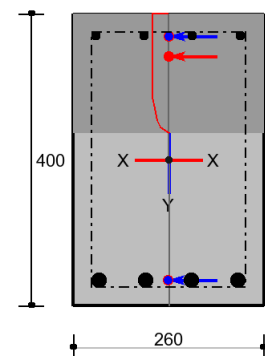
Odkształcenia:

$$\varepsilon_{s1} = -0.00178 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00142 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = -0.00007 < 0.0020$$

$x/L=0.500$  (max  $M_x$ )



### Zbrojenie główne (ściskanie) (81.7 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=2.78m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Siły przekrojowe:  $N_{Ed} = 0.0kN$ ,  $M_{Ed} = 139.6kNm$ ,  $V_{Ed} = 18.8kN$

Przyrost siły w zbrojeniu głównym:  $\Delta F_{td} = 0.5 V_{Ed} \cot \theta = 0.5 \cdot 18.8 \cdot 2.000 = 18.8kN$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:  $F_{td} = \varepsilon_{s1} A_{s1} E_s = 0.00178 \cdot 12.57 \cdot 20000.0 = 446.1kN$

Maksymalna siła w zbr. rozciągającym na długości elementu:  $\max F_{td} = 446.1kN$

Warunek nośności:  $\min(F_{td} + \Delta F_{td}, \max F_{td}) = 446.1kN < 546.4kN = A_{s1} f_{yd} = 12.57 \cdot 43.5$

### Ścinanie (47.5 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Pochylenie betonowych krzyżulców:  $\cot \theta = 2.000$

Nośność obliczeniowa ze względu na rozciąganie strzemion:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd1} \cot \theta = \frac{2.01}{10.0} 30.6 \cdot 43.5 \cdot 2.000 = 535.8kN$$

gdzie przyjęto:

$$-A_{sw} = \min \left( A_{sw}, \frac{0.5 \alpha_{cc} V_{Ed} b_w s}{f_{ywd}} \right) = \min(201.06, 235.78) = 2.01cm^2$$

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1.000 \cdot 26.0 \cdot 30.6 \cdot 0.552 \cdot 1.43}{\cot 26.6 + \tan 26.6} = 251.3kN$$

gdzie przyjęto:

$$-v_1 = v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 20.0/250) = 0.552$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,s} = 535.8kN > 119.3kN$$

$$V_{Rd,max} = 251.3kN > 119.3kN$$



**Rysy prostopadłe (75.9 %)**

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=2.78m$ ; Kombinacja:  $\min N\_SGU (1, S2, 5, 6,)$

Stosunek naprężeń rysujących do aktualnych:

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{M_{cr}}{M_{Ed}} = \frac{f_{ct,eff} W_c}{M_{Ed}} = \frac{2.2 \cdot 0.0069}{139.6} = 0.108$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 25 + 0.8 \cdot 0.500 \cdot 0.425 \frac{20.0}{0.0616} = 140.2 \text{ mm}$$

gdzie przyjęto:

- $k_1 = 0.8$  (pręty zebrowane),  $k_2 = 0.500$  (ściskanie lub/i zginanie),
- efektywny stopień zbrojenia:  $\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 12.6 / 203.8 = 0.0616$

Różnica średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego i betonu:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{et} \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{355.0 - 0.6 \frac{2.2}{0.0616} (1 + 6.67 \cdot 0.0616)}{200000.0} = 0.001624$$

gdzie przyjęto:

- $k_t = 0.6$  (obc. krótkotrwałe),

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi elementu:

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 140.2 \cdot 0.001624 = 0.23 \text{ mm} < 0.30 \text{ mm} = w_{k,lim.}$$

**Przemieszczenia (sprężyste) (30.4 %)**

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=2.78m$ ; Kombinacja:  $\text{ext } U (1, 5, 6,)$

Przemieszczenia prostopadłe do osi elementu wyznaczone w układzie centralnym przekroju:

$$Y-Y: v_y = |-10.5 \text{ mm}| < 34.5 \text{ mm} = v_{y,lim}$$

$$X-X: v_x = |-0.0 \text{ mm}| < 34.5 \text{ mm} = v_{x,lim}$$

$$\text{Przemieszczenie wzdłuż osi elementu: } u = |-0.0 \text{ mm}| < 34.5 \text{ mm} = u_{lim}$$

**Ugięcia (80.3 %)**

Przekrój:  $x/L=0.480$ ,  $L=2.66m$ ; Kombinacja:  $\max v (1, 5, 6,)$

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: belka wolnopodparta

$$\text{Efektywny moduł sprężystości betonu: } E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{30000.0}{1 + 2.000} = 10000.0 \text{ MPa}$$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą  $B_\infty = E_{c,eff} I_I$  lub  $B_0 = E_{cm} I_I$  odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych wyznaczono wg wzoru:

$$B_\infty = \frac{E_{c,eff} I_I}{1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left( 1 - \frac{I_I}{I_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku  $B_0$  przyjęto  $E_{c,eff} = E_{cm}$ .

Warunek projektowy (kierunek Y-Y):  $a = 27.7 \text{ mm} < 34.5 \text{ mm} = a_{lim.}$

**Widok elementu****Zbrojenie podłużne (B500SP (C))**

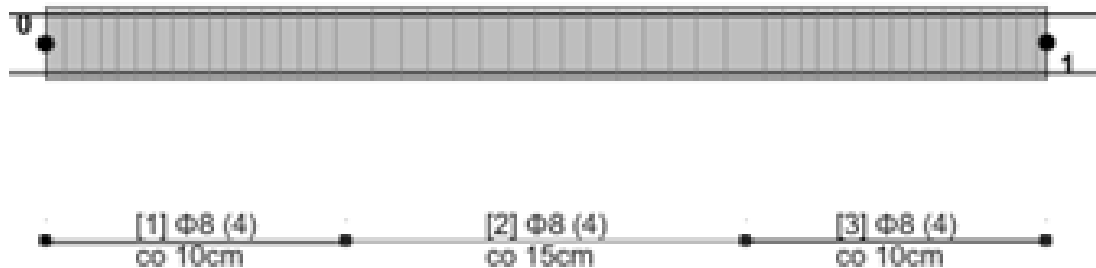
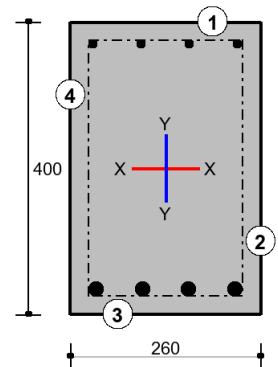
Krawędź 1 - 4#12; od L1=0.00m do L2=5.55m; lbd1=0.54m; lbd2=0.54m

Krawędź 3 - 4#20; od L1=0.00m do L2=5.55m; lbd1=0.90m; lbd2=0.90m

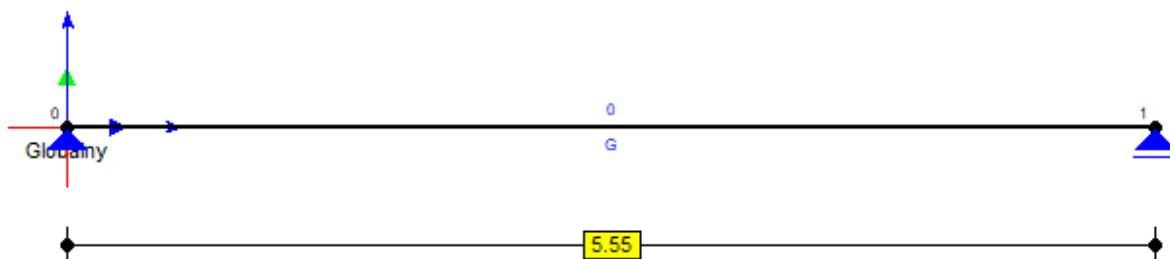
Odcinek 1 od x1/L=0.00 do x2/L=0.30: (Y-Y) 4#8 co 10cm

Odcinek 2 od x1/L=0.30 do x2/L=0.70: (Y-Y) 4#8 co 15cm

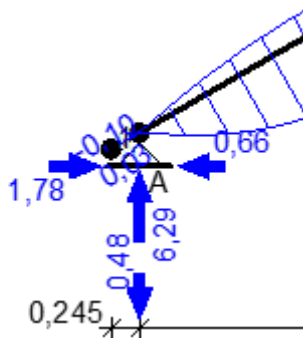
Odcinek 3 od x1/L=0.70 do x2/L=1.00: (Y-Y) 4#8 co 10cm



Całkowite wyężenie elementu: 84%

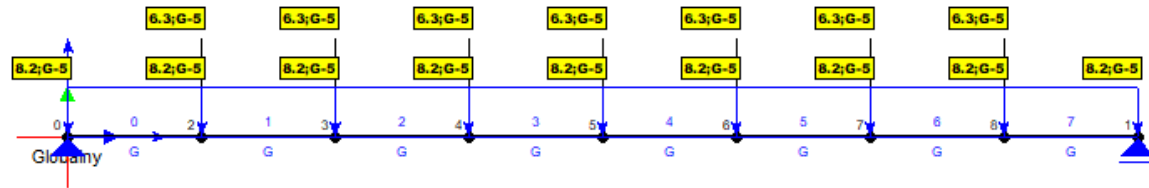
**Podciąg PD-2****Schemat statyczny****Obciążenie**

Reakcja obliczeniowa od obciążenia dachu



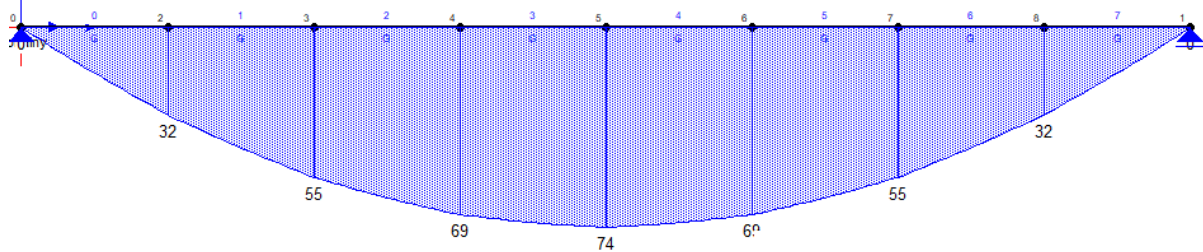
Obciążenie obliczeniowe stropem żelbetowym (stałe + zmienne)

$$P = 1\text{ m} \times 1,35 \times (0,20\text{ m} \times 24\text{ kN/m}^3 + 0,75\text{ kN/m}^2 + 0,50\text{ kN/m}^2) = 8,20\text{ kN/m}$$

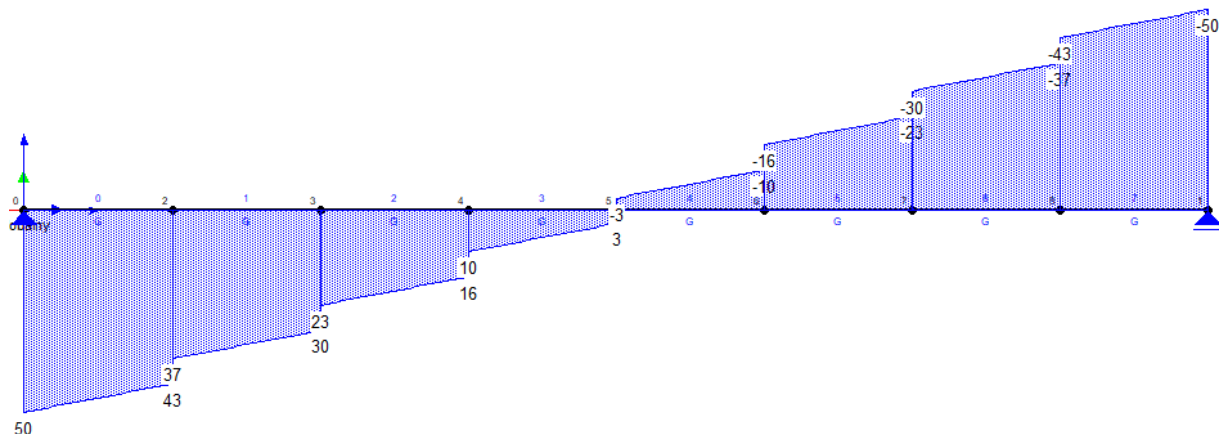


## Siły przekrojowe

### Momenty



### Siły tnące



## Wymiarowanie

### Całkowite wyężenie elementu: 65%

Zbrojenie główne: 65 %

Ścinanie: 16 %

Zbrojenie główne (ścinanie): 62 %

Rysy prostopadłe: 56 %

Przemieszczenia (sprężyste): 50 %

Ugięcia: 48 %

Zbrojenie minimalne: 0 %

Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %

Zakotwienie zbrojenia: 0 %

Rozstaw strzemion: 0 %

Zbrojenie min. strzemionami: 0 %

Smukłość: 0 %

## Wyniki szczegółowe

### Zbrojenie minimalne (0.0 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=0.69m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Zbrojenie minimalne przy zginaniu bez udziału siły podłużnej dla przekroju prostokątnego oraz teowego z półką w strefie ściskanej:

$$A_{s1,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b d = 0.26 \frac{2.2}{500.0} 25.0 \cdot 26.4 = 0.8 \text{ cm}^2 < 12.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 b d = 0.0013 \cdot 25.0 \cdot 26.4 = 0.9 \text{ cm}^2 < 12.6 \text{ cm}^2$$

### Zakotwienie zbrojenia (0.0 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=0.69m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Wyniki dla najstabiliej zakotwionego pręta (krawędź: 2,  $x=95.0\text{mm}$ ,  $y=35.0\text{mm}$ ).

$$\text{Podstawowa długość zakotwienia: } l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{2.0}{4} \cdot \frac{|269.1|}{2.41} = 55.8 \text{ cm}$$

$$\text{Minimalna długość zakotwienia: } l_{b,min} = \max(0.3l_b, 10\phi, 10\text{cm}) = 27.1 \text{ cm}$$

$$\text{Dodatkowe zakotwienie od ścinania: } a_L = 0.5z \cot \theta = 0.5 \cdot 21.5 \cdot 1.000 = 10.8 \text{ cm}$$

Obliczeniowa długość zakotwienia:

$$l_{bd} = \max(|\alpha l_{b,rqd}| + a_L, l_{b,min}) = \max(|1.0 \cdot 55.8| + 10.8, 27.1) = 66.6 \text{ cm}$$

$$\text{Warunek na zakotwienie: } l_{bd} = 66.6 \text{ cm} < 90.2 \text{ cm} = l$$

### Zbrojenie minimalne ze względu na rysy

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k_{fct,eff} \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.400 \cdot 1.0 \cdot 0.22 \cdot 375.0}{24.0} = 1.4 \text{ cm}^2 < 12.6 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \frac{b}{b_{fct,eff}}} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{0.00}{1.50 \frac{25.0}{25.0} 0.22} \right), 1.0 \right] = 0.400$$

### Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto wg Rysunku 5.7

Klasyfikacja: X-X → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty; Y-Y → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty

Przyjęto:  $\beta_x = 1.000$   $\beta_y = 1.000$  oraz  $l_{col} = 0.694m$

### Zbrojenie główne (64.7 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=0.69m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Dane:  $\alpha_{cc} = 1.00$ ,  $x_{eff} = 13.8\text{cm}$ ,  $a_1 = 3.4\text{cm}$ ,  $d = 26.4\text{cm}$

Nośność przy ściskaniu/rozciąganiu:

$$\min N_{Rd} = -582.8 \text{ kN} < -0.0 \text{ kN} = N_{sd}$$

$$\max N_{Rd} = 457.8 \text{ kN} > -0.0 \text{ kN} = N_{sd}$$

Nośność przy zginaniu:

$$M_{Rd} = 113.8 \text{ kNm} > 73.6 \text{ kNm} = M_{sd}$$

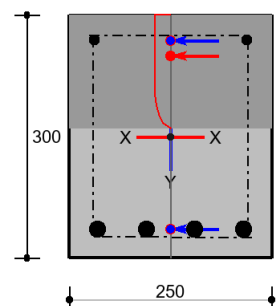
Odkształcenia:

$$\varepsilon_{s1} = -0.00135 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00148 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = 0.00011 < 0.0020$$

$x/L=1.000$  ( $\max M_x$ )



**Zbrojenie główne (ściananie) (61.9 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=0.69m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Siły przekrojowe:  $N_{Ed} = -0.0kN$ ,  $M_{Ed} = 73.6kNm$ ,  $V_{Ed} = 3.2kN$

Przyrost siły w zbrojeniu głównym:  $\Delta F_{td} = 0.5V_{Ed} \cot \theta = 0.5 \cdot 3.2 \cdot 1.000 = 1.6kN$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:  $F_{td} = \epsilon_{s1} A_{s1} E_s = 0.00135 \cdot 12.57 \cdot 20000.0 = 338.1kN$

Maksymalna siła w zbr. rozciągającym na długości elementu:  $\max F_{td} = 338.1kN$

Warunek nośności:  $\min(F_{td} + \Delta F_{td}, \max F_{td}) = 338.1kN < 546.4kN = A_{s1} f_{yd} = 12.57 \cdot 43.5$

**Ściananie (16.1 %)**

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+5,-6,)$

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Pochylenie betonowych krzyżulców:  $\cot \theta = 1.000$

Nośność obliczeniowa ze względu na rozciąganie strzemion:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd1} \cot \theta = \frac{1.01}{15.0} 21.5 \cdot 43.5 \cdot 1.000 = 62.7kN$$

gdzie przyjęto:

$$- A_{sw} = \min \left( A_{sw}, \frac{0.5 \alpha_{cc} v f_{ctd} b_w s}{f_{ywd}} \right) = \min(100.53, 340.07) = 1.01cm^2$$

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} b_w z v_1 f_{ctd}}{\cot \theta + \tan \theta} = \frac{1.000 \cdot 25.0 \cdot 21.5 \cdot 0.552 \cdot 1.43}{\cot 45.0 + \tan 45.0} = 211.9kN$$

gdzie przyjęto:

$$- v_1 = v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 20.0/250) = 0.552$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,s} = 62.7kN > 10.1kN$$

$$V_{Rd,max} = 211.9kN > 10.1kN$$

**Rysy prostopadłe (55.8 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=0.69m$ ; Kombinacja:  $\min N_{SGU} (1,S2,5,6,)$

Stosunek naprężeń rysujących do aktualnych:

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{M_{cr}}{M_{Ed}} = \frac{f_{ct,eff} W_c}{M_{Ed}} = \frac{2.2 \cdot 0.0097}{73.6} = 0.111$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.500 \cdot 0.425 \frac{20.0}{0.1022} = 135.3mm$$

gdzie przyjęto:

–  $k_1 = 0.8$  (pręty żebrowane),  $k_2 = 0.500$  (ściskanie lub/i zginanie),

– efektywny stopień zbrojenia:  $\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 12.6/123.0 = 0.1022$

Różnica średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego i betonu:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{et} \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{269.1 - 0.6 \frac{2.2}{0.1022} (1 + 6.67 \cdot 0.1022)}{200000.0} = 0.001237$$

gdzie przyjęto:

–  $k_t = 0.6$  (obc. krótkotrwałe),

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi elementu:

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 135.3 \cdot 0.001237 = 0.17 mm < 0.30 mm = w_{k,lim.}$$

**Przemieszczenia (sprężyste) (50.1 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=0.69m$ ; Kombinacja:  $ext U (1,5,6,)$

Przemieszczenia prostopadłe do osi elementu wyznaczone w układzie centralnym przekroju:

$$Y-Y: v_y = |-13.9 mm| < 27.8 mm = v_{y,lim}$$

$$X-X: v_x = |0.0 \text{ mm}| < 27.8 \text{ mm} = v_{x, \text{lim}}$$

$$\text{Przemieszczenie wzdłuż osi elementu: } u = |-0.0 \text{ mm}| < 3.5 \text{ mm} = u_{\text{lim}}$$

### Ugięcia (47.8 %)

Przekrój:  $x/L=0.400$ ,  $L=0.28\text{m}$ ; Kombinacja:  $\max v (1,5,6,)$

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: Wspornik - utw. na początku elementu

$$\text{Efektywny moduł sprężystości betonu: } E_{c, \text{eff}} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{30000.0}{1 + 2.000} = 10000.0 \text{ MPa}$$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą  $B_\infty = E_{c, \text{eff}} J_I$  lub  $B_0 = E_{cm} J_I$  odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych wyznaczono wg wzoru:

$$B_\infty = \frac{E_{c, \text{eff}} J_I}{1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left( 1 - \frac{J_I}{J_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku  $B_0$  przyjęto  $E_{c, \text{eff}} = E_{cm}$ .

Warunek projektowy (kierunek Y-Y):  $a = 13.3 \text{ mm} < 27.8 \text{ mm} = a_{\text{lim}}$ .

### Widok elementu

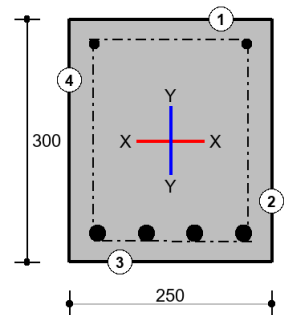
#### Zbrojenie podłużne (B500SP (C))

Krawędź 1 - 2#12;

Krawędź 3 - 4#20;

#### Strzemiona (B500SP (C))

2#8 co 10/15cm



### 6.5.3. Płyta stropowa międzykondygnacyjna

Przyjęto płytę grubości 25cm

#### Schemat statyczny

Przyjęto układ jednoprzęsłowy

#### Obciążenie

Charakterystyczne obciążenie stałe 1,75kN/m<sup>2</sup>

Charakterystyczne obciążenie zmienne 1,5+0,75= 2,25kN/m<sup>2</sup>

Celem możliwości skożystania z tabel do projektowania producenta część obciążenia stałego tj. 0,25kN/m<sup>2</sup> przetransferowano do obciążeń zmiennych.

Stąd strop projektuje się dla obciążeń :

Charakterystyczne obciążenie stałe 1,75-0,25=1,50kN/m<sup>2</sup>

Charakterystyczne obciążenie zmienne 2,25+0,25=2,50kN/m<sup>2</sup>

## Dobór rozwiązania konstrukcyjnego stropu

### Strop w świetle min.6,90m

TABELA DO PROJEKTOWANIA

| <div> <div>Schemat belki ciągłej</div> <div> <div>Obciążenie stałe <math>g_s</math> (kN/m<sup>2</sup>)<br/>(bez ciężaru własnego stropu)</div> <div>Obciążenie użytkowe <math>q_s</math> (kN/m<sup>2</sup>)</div> </div> <div> <div>Wysokość pustaka stropowego (mm)</div> <div>Wysokość nadbetonu (mm)</div> </div> <div> <div>Max. rozpiętość w świetle ścian (m)</div> <div>Rozpiętość w świetle ścian (montaż z jedną podporą montażową)</div> <div>Średnica prętów zbrojenia przypodporowego (po jednym nad każdą belką)</div> <div>Wartość podkreślona (montaż z dwiema podporami montażowymi)</div> </div> </div> |                                |                                |                                |                                |                                |                                |                                |  |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
| 1,5 + 3,0  | 120 + 50                       | 160 + 40                       | 160 + 50                       | 200 + 40                       | 200 + 50                       | 250 + 50                       | 250 + 60                       |  |
| NPN132   | 3,20 <small>2ØR8</small>       | 3,49 <small>2ØR8</small>       | 3,55 <small>2ØR8</small>       | 3,70 <small>2ØR8</small>       | 3,70 <small>2ØR8</small>       | 3,70 <small>3,14 2ØR8</small>  | —                              |  |
| NPN133   | 3,96 <small>2ØR10</small>      | 4,32 <small>4,10 1ØR12</small> | 4,39 <small>3,75 2ØR10</small> | 4,50 <small>3,55 1ØR12</small> | 4,50 <small>3,32 2ØR10</small> | 4,50 <small>2,79 1ØR12</small> | —                              |  |
| NPN134   | 4,50 <small>4,47 2ØR10</small> | 4,93 <small>2ØR10</small>      | 5,00 <small>2ØR10</small>      | 5,00 <small>4,63 2ØR10</small> | 5,00 <small>4,33 2ØR10</small> | 5,00 <small>3,64 2ØR10</small> | —                              |  |
| NPN135   | 4,51 <small>4,47 2ØR12</small> | 5,23 <small>5,16 2ØR12</small> | 5,30 <small>5,22 2ØR12</small> | 5,90 <small>5,79 2ØR12</small> | 5,90 <small>5,77 2ØR12</small> | 5,90 <small>5,12 2ØR12</small> | 5,90 <small>4,92 2ØR12</small> |  |
| NPN136   | 4,51 <small>4,47 2ØR12</small> | 5,23 <small>5,16 2ØR12</small> | 5,30 <small>5,22 2ØR12</small> | 5,91 <small>5,79 2ØR12</small> | 5,91 <small>5,77 2ØR12</small> | 6,00 <small>5,81 2ØR14</small> | 5,94 <small>5,74 2ØR12</small> |  |
| NPN139   | 5,03 <small>2ØR12</small>      | 5,67 <small>2ØR14</small>      | 5,86 <small>2ØR14</small>      | 6,46 <small>2ØR14</small>      | 6,65 <small>6,58 2ØR14</small> | 7,36 <small>6,95 2ØR14</small> | 6,73 <small>6,66 2ØR14</small> |  |
| 2xNPN135   | 5,54 <small>3ØR12</small>      | 5,90 <small>4ØR12</small>      | 5,90 <small>4ØR12</small>      | 5,90 <small>4ØR12</small>      | 5,90 <small>4ØR12</small>      | 5,90 <small>4ØR12</small>      | 5,90 <small>4ØR12</small>      |  |
| 2xNPN136   | 5,59 <small>3ØR12</small>      | 6,29 <small>4ØR12</small>      | 6,51 <small>4ØR12</small>      | 6,90 <small>4ØR12</small>      | 6,90 <small>4ØR12</small>      | 6,90 <small>4ØR12</small>      | 6,90 <small>3ØR14</small>      |  |
| 2xNPN139   | 5,66 <small>3ØR12</small>      | 6,35 <small>4ØR12</small>      | 6,58 <small>4ØR12</small>      | 7,22 <small>4ØR12</small>      | 7,45 <small>4ØR12</small>      | 8,39 <small>4ØR14</small>      | 8,58 <small>8,53 4ØR14</small> |  |

Stąd:

Dla rozpiętości stropu w świetle min.6,90m dobrano belki 2xNPN139, układ dwuprzęsłowy.

### Strop w świetle max.5,30m

| <div> <div>Schemat belki swobodnie podpartej</div> <div> <div>Obciążenie stałe <math>g_s</math> (kN/m<sup>2</sup>)<br/>(bez ciężaru własnego stropu)</div> <div>Obciążenie użytkowe <math>q_s</math> (kN/m<sup>2</sup>)</div> </div> <div> <div>Wysokość pustaka stropowego (mm)</div> <div>Wysokość nadbetonu (mm)</div> </div> <div> <div>Max. rozpiętość w świetle ścian (m)</div> <div>Rozpiętość w świetle ścian (montaż z jedną podporą montażową)</div> <div>Średnica prętów zbrojenia przypodporowego (po jednym nad każdą belką)</div> <div>Wartość podkreślona (montaż z dwiema podporami montażowymi)</div> </div> </div> |                          |                          |                               |                               |                               |                                |                                |  |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|
| 1,5 + 3,0  | 120 + 50                 | 160 + 40                 | 160 + 50                      | 200 + 40                      | 200 + 50                      | 250 + 50                       | 250 + 60                       |  |
| NPN132   | 2,99 <small>1ØR6</small> | 3,25 <small>1ØR6</small> | 3,30 <small>1ØR6</small>      | 3,53 <small>1ØR6</small>      | 3,57 <small>1ØR6</small>      | 3,70 <small>3,14 1ØR6</small>  | —                              |  |
| NPN133   | 3,70 <small>1ØR6</small> | 4,03 <small>1ØR6</small> | 4,09 <small>3,75 1ØR6</small> | 4,38 <small>3,55 1ØR6</small> | 4,42 <small>3,32 1ØR6</small> | 4,50 <small>2,79 1ØR6</small>  | —                              |  |
| NPN134   | 4,21 <small>1ØR6</small> | 4,60 <small>1ØR8</small> | 4,67 <small>1ØR8</small>      | 5,00 <small>4,63 1ØR8</small> | 5,00 <small>4,33 1ØR8</small> | 5,00 <small>3,64 1ØR8</small>  | —                              |  |
| NPN135   | 4,47 <small>1ØR8</small> | 5,01 <small>1ØR8</small> | 5,10 <small>1ØR8</small>      | 5,49 <small>1ØR8</small>      | 5,56 <small>1ØR8</small>      | 5,90 <small>5,12 1ØR8</small>  | 5,90 <small>4,92 1ØR8</small>  |  |
| NPN136   | 4,47 <small>1ØR8</small> | 5,16 <small>1ØR8</small> | 5,30 <small>5,22 1ØR8</small> | 5,91 <small>5,74 1ØR8</small> | 5,91 <small>5,77 1ØR8</small> | 6,00 <small>5,80 1ØR8</small>  | 5,94 <small>5,74 1ØR8</small>  |  |
| NPN139   | 4,67 <small>1ØR8</small> | 5,31 <small>1ØR8</small> | 5,48 <small>1ØR8</small>      | 6,05 <small>6,01 1ØR8</small> | 6,21 <small>6,08 1ØR8</small> | 6,99 <small>6,45 1ØR10</small> | 6,73 <small>6,46 1ØR10</small> |  |
| 2xNPN135   | 5,18 <small>2ØR8</small> | 5,82 <small>2ØR8</small> | 5,90 <small>2ØR8</small>      | 5,90 <small>2ØR8</small>      | 5,90 <small>2ØR8</small>      | 5,90 <small>2ØR8</small>       | 5,90 <small>2ØR8</small>       |  |
| 2xNPN136   | 5,23 <small>2ØR8</small> | 5,88 <small>2ØR8</small> | 6,08 <small>2ØR8</small>      | 6,68 <small>2ØR8</small>      | 6,87 <small>2ØR8</small>      | 6,90 <small>2ØR8</small>       | 6,90 <small>2ØR8</small>       |  |
| 2xNPN139   | 5,30 <small>2ØR8</small> | 5,94 <small>2ØR8</small> | 6,14 <small>2ØR8</small>      | 6,75 <small>2ØR8</small>      | 6,95 <small>2ØR8</small>      | 7,81 <small>2ØR8</small>       | 8,00 <small>7,84 2ØR8</small>  |  |

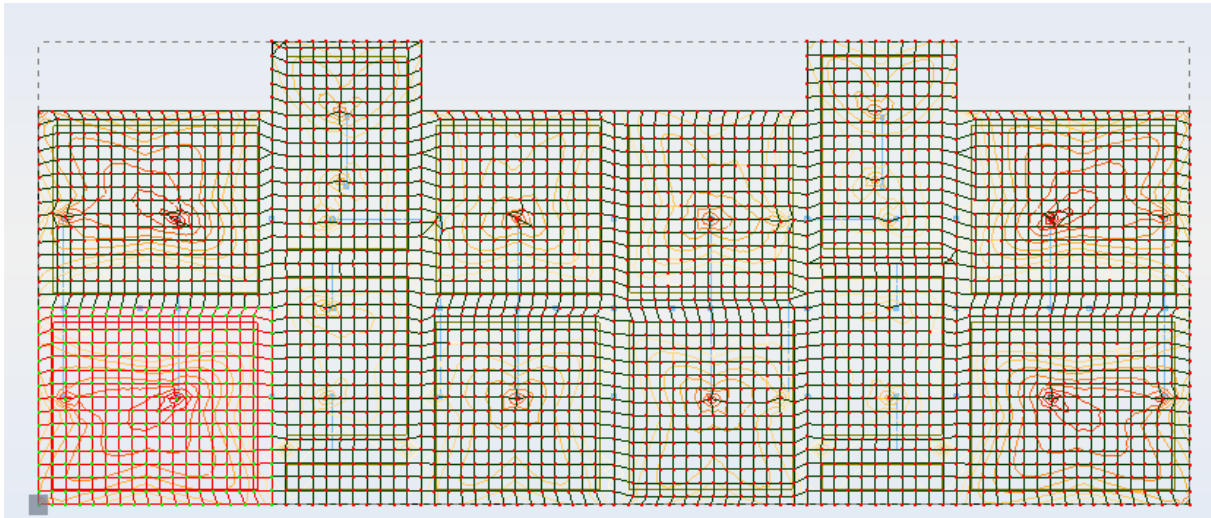
Stąd:

Dla rozpiętości stropu w świetle max.5,30m dobrano belki NPN135, układ jednoprzęsłowy.



#### 6.5.4. Płyta stropowa nad ostatnim piętrem

- Schemat statyczny



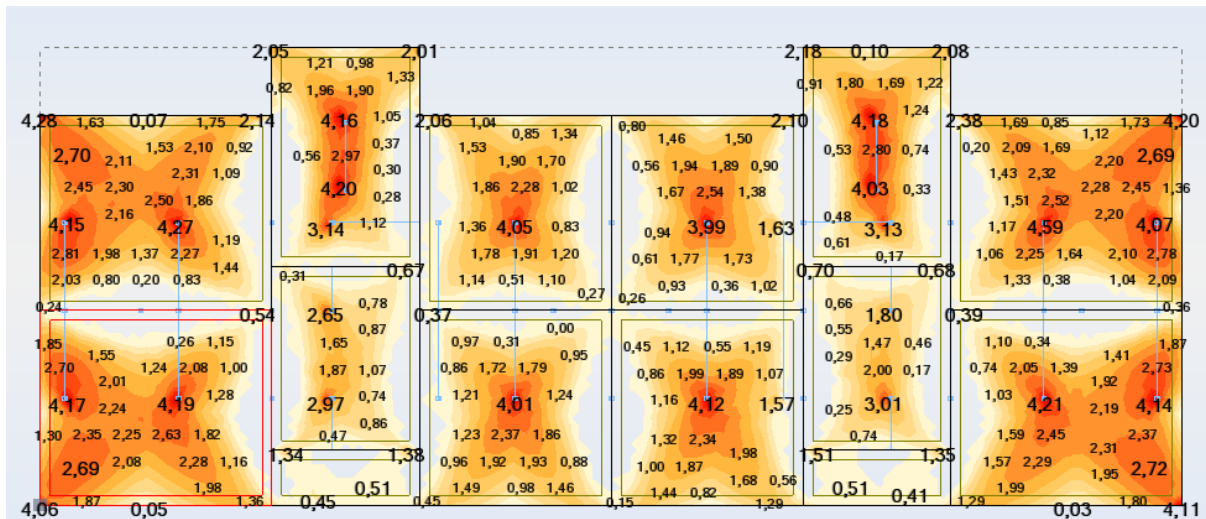
- Obciążenia

Charakterystyczne obciążenie stałe 1,75kN/m<sup>2</sup>

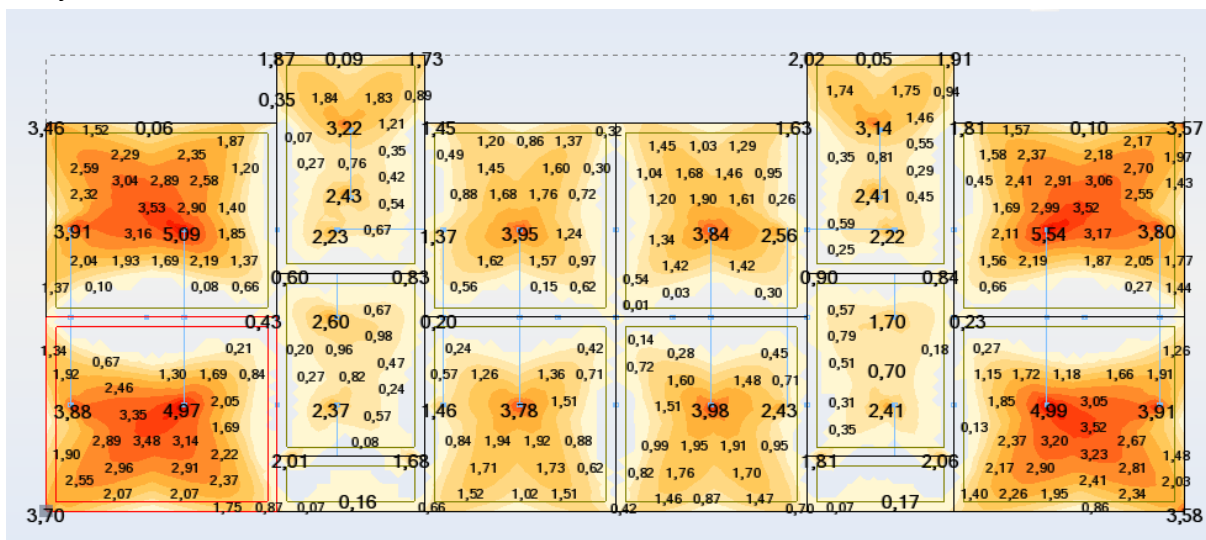
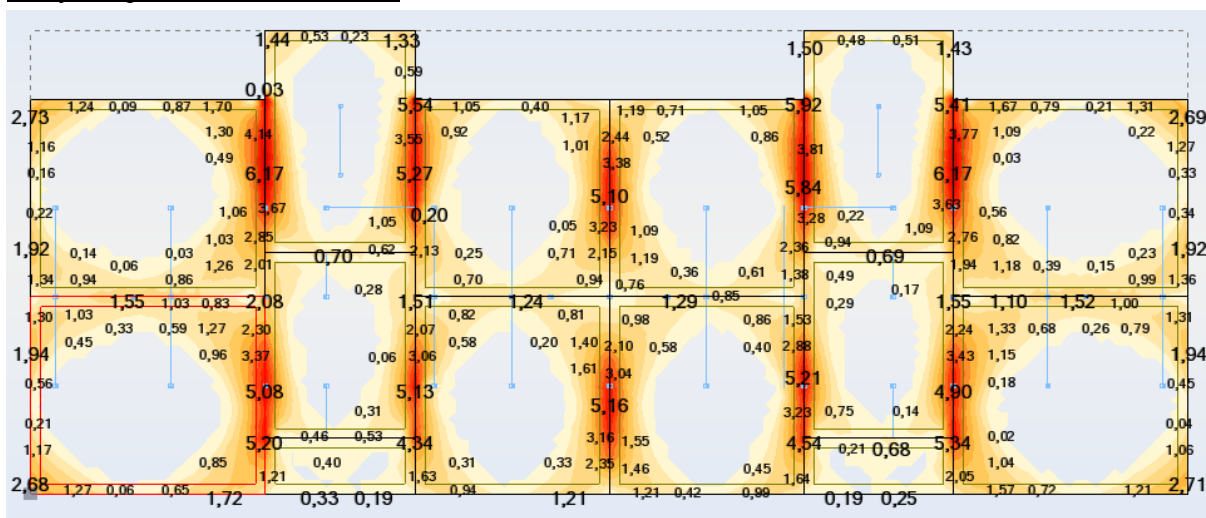
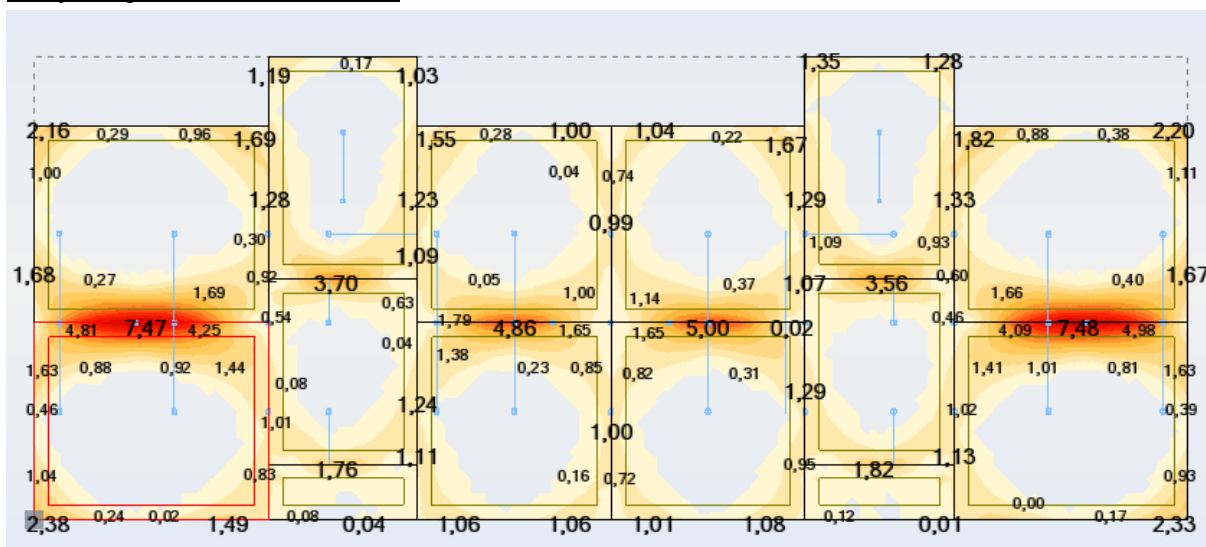
Charakterystyczne obciążenie zmienne 1,5+0,75= 2,25kN/m<sup>2</sup>

- Wyniki obliczeń – mapy przekroju zbrojenia teoretycznego

Zbrojenie dolne na kierunku osi X



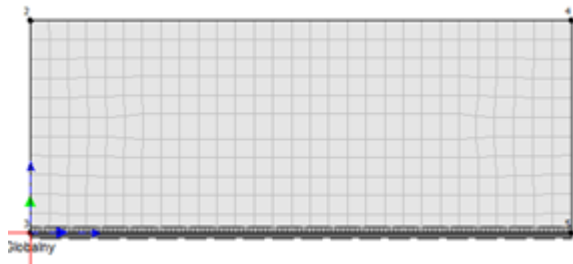


Zbrojenie dolne na kierunku osi YZbrojenie górne na kierunku osi XZbrojenie górne na kierunku osi Y

Przyjęto zbrojenie dołem #8 w obu kierunkach co 14cm. Pod słupami drewnianymi dachu, w paśmie 2m, rozstaw prętów w obu kierunkach zagęścić tj. co 7cm. Górą zbroić #8 w obu kierunkach co 20cm. Nad podporami, prostopadle do podpór, w paśmie 1,5m od osi na lewo i prawo. górne zbrojenie zagęścić tj. rozstaw #8 co 5cm. Rogi płyty dozbroić dołem, górą prostopadle do dwusiecznej kąta #8 co 15cm.

### 6.5.5. Płyta balkonowa PŁ-1

- Schemat statyczny



- Obciążenia

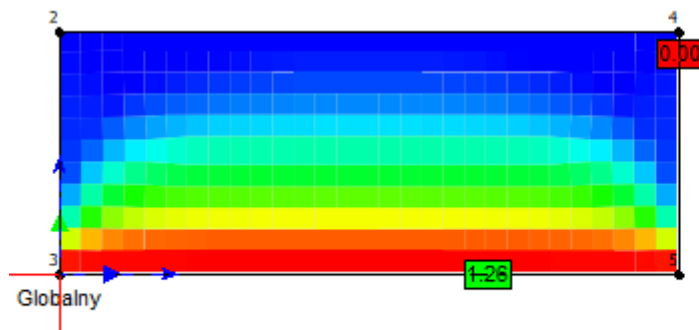
Charakterystyczne obciążenie stałe 1,75kN/m<sup>2</sup>

Charakterystyczne obciążenie zmienne 5,05kN/m<sup>2</sup>

Charakterystyczne obciążenie śniegiem 1,45kN/m<sup>2</sup>

- Wyniki obliczeń – mapy przekroju zbrojenia teoretycznego

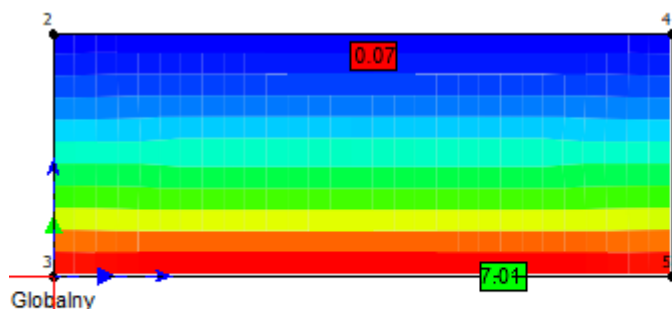
#### Zbrojenie górne na kierunku osi X



Zbrojenie obliczeniowe - góra w kierunku X

Wymiarowanie płyty - wartości maksymalne dla wszystkich kombinacji

#### Zbrojenie górne na kierunku osi y



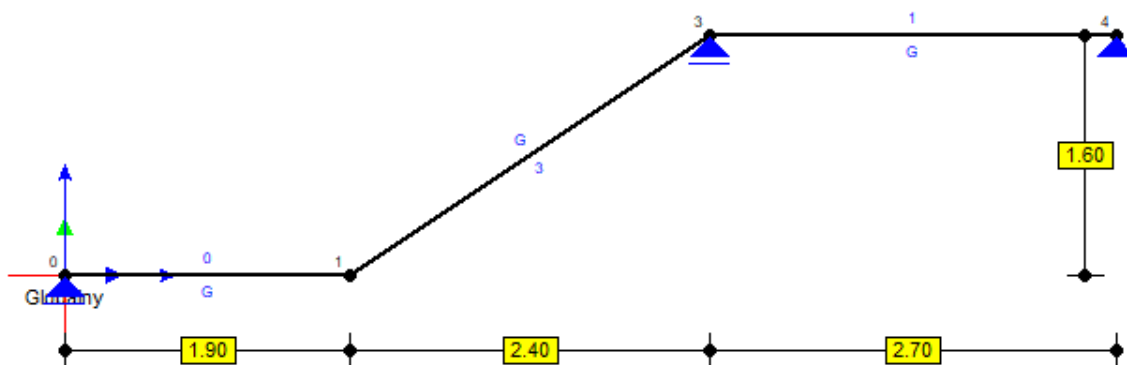
Zbrojenie obliczeniowe - góra w kierunku Y

Wymiarowanie płyty - wartości maksymalne dla wszystkich kombinacji

Przyjęto górą wzdłuż krótszego boku #12 co 14cm. Dołem #8 wzdłuż krótszego boku co 14cm.  
Konstrukcyjnie #8 górą dołem równoległe do dłuższego boku co 20cm.

### 6.5.6. Schody

- Schemat statyczny



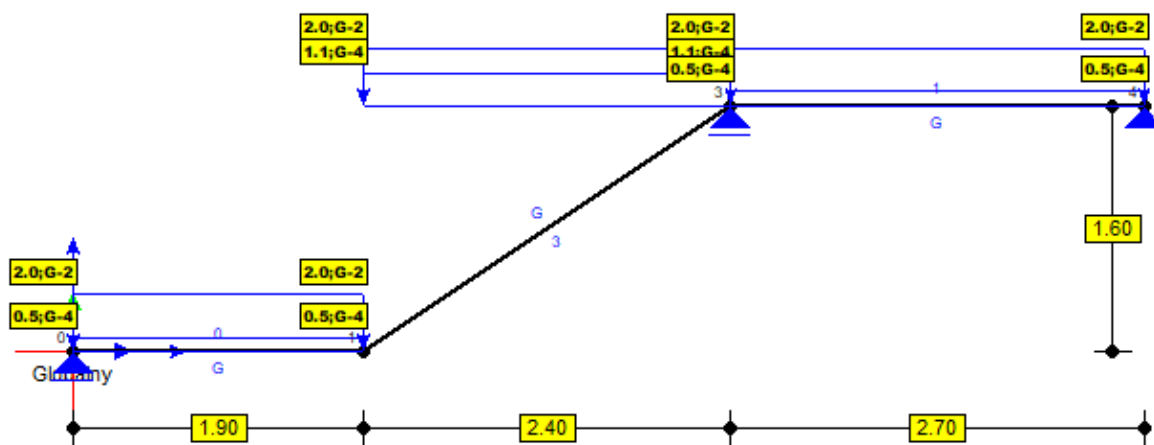
- Obciążenia

Charakterystyczne obciążenie stałe z 1m szerokości :

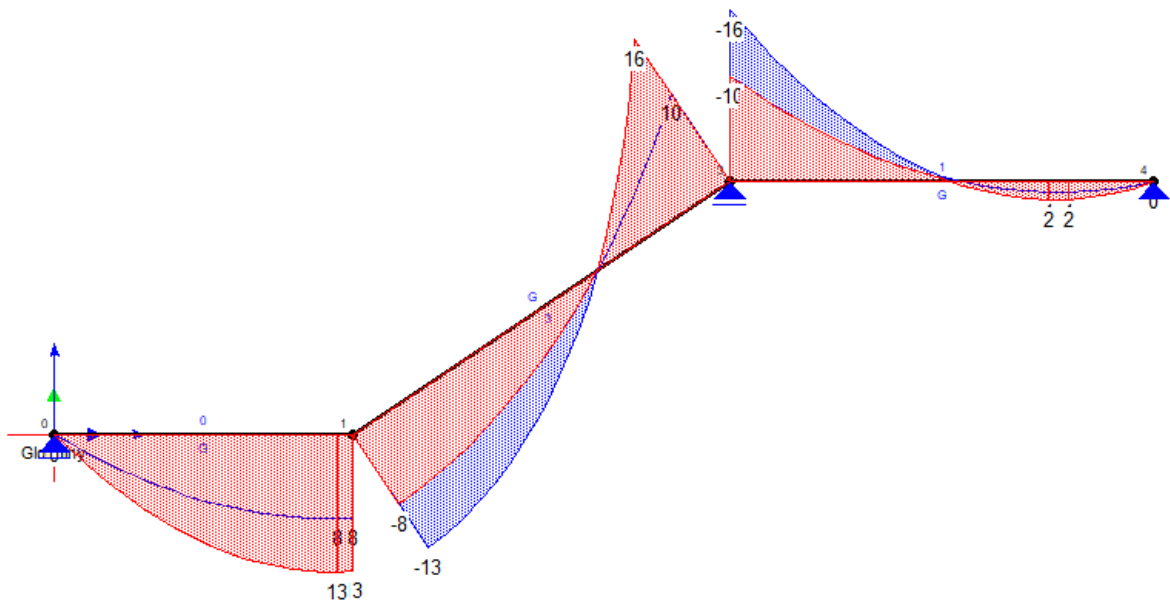
Okładzina + tynk 0,5 kN/m

Stopnie  $0,28m \times 0,17,5m / 2 \times 24 \text{ kN/m}^3 = 0,60 \text{ kN/m}$

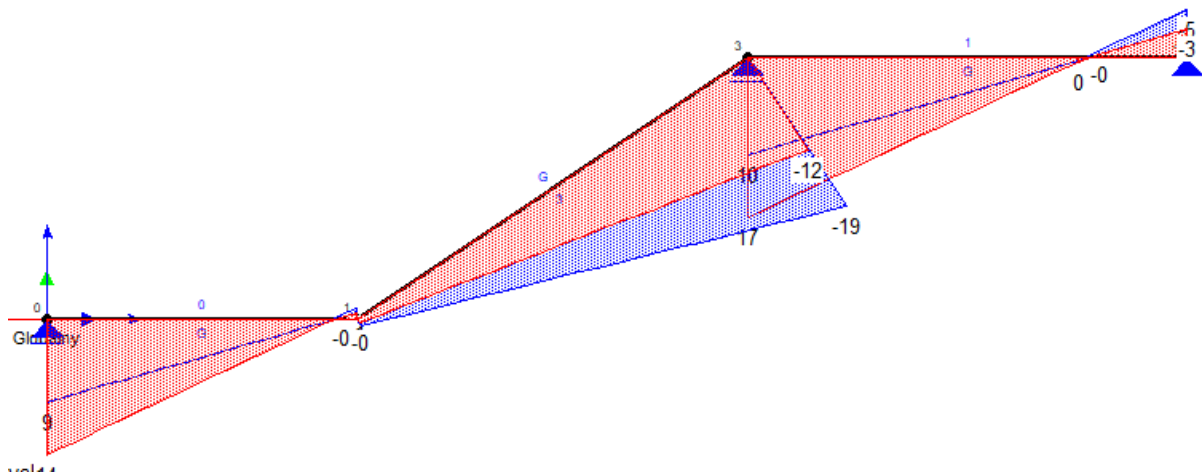
Charakterystyczne obciążenie zmienne z 1m szerokości 2,0kN/m



- Siły przekrojowe
- Momenty



Tnące



- Wyniki obliczeń spocznik – pręt nr 1

**Całkowite wyężenie elementu: 46%**

Zbrojenie główne: 45 %

Ścinanie: 22 %

Zbrojenie główne (ścinanie): 0 %

Rysy prostopadłe: 46 %

Przemieszczenia (sprężyste): 1 %

Ugięcia: 3 %

Zbrojenie minimalne: 0 %

Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %

Zakotwienie zbrojenia: 0 %

Rozstaw strzemion: 0 %

Zbrojenie min. strzemionami: 0 %

Smukłość: 0 %

## Wyniki szczegółowe

### Zbrojenie minimalne (0.0 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=2.70m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+3,-4,)$

Zbrojenie minimalne przy zginaniu bez udziału siły podłużnej dla przekroju prostokątnego oraz teowego z półką w strefie ściskanej:

$$A_{s1,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b d = 0.26 \frac{2.2}{500.0} 100.0 \cdot 15.0 = 1.7 \text{ cm}^2 < 3.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 b d = 0.0013 \cdot 100.0 \cdot 15.0 = 2.0 \text{ cm}^2 < 3.5 \text{ cm}^2$$

### Zbrojenie minimalne ze względu na rysy

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k_{f_{ct,eff}} \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.400 \cdot 1.0 \cdot 0.22 \cdot 900.0}{28.0} = 2.8 \text{ cm}^2 < 3.5 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 \frac{b}{f_{ct,eff}}} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{-0.00}{0.67 \frac{100.0}{100.0} \cdot 0.22} \right), 1.0 \right] = 0.400$$

### Zbrojenie główne (45.1 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\min N (-1,+2,-3,+4,)$

Dane:  $\alpha_{cc} = 1.00$ ,  $x_{eff} = 4.0 \text{ cm}$ ,  $a_1 = 3.0 \text{ cm}$ ,  $d = 14.8 \text{ cm}$

Nośność przy ściskaniu/rozciąganiu:

$$\min N_{Rd} = -2668.2 \text{ kN} < -0.0 \text{ kN} = N_{Sd}$$

$$\max N_{Rd} = 264.5 \text{ kN} > -0.0 \text{ kN} = N_{Sd}$$

Nośność przy zginaniu:

$$M_{Rd} = 35.0 \text{ kNm} > 15.8 \text{ kNm} = M_{Sd}$$

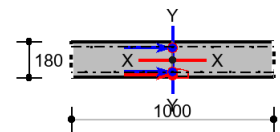
Odształcenia:

$$\varepsilon_{s1} = -0.00104 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00038 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = -0.00035 < 0.0020$$

$x/L=0.000$  (min N)



### Ścinanie (22.3 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\min N (-1,+2,-3,+4,)$

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Obliczeniowa nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie (rozciąganie betonowych krzyżulców):

$$V_{Rd,c} = [0.18 / \gamma_c k (100 \rho_L f_{ck})^{1/3} + 0.15 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$V_{Rd,c} = [0.18 / 1.4 \cdot 2.000 (100 \cdot 3.795e-03 \cdot 20.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.00] \cdot 1000 \cdot 149.0 \cdot 1e-3 = 75.3 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0.443 + 0.150 \cdot 0.000) 1.000 \cdot 0.149 = 66.0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}) = 75.3 \text{ kN} > 16.8 \text{ kN} = V_{Ed} \rightarrow \text{zbrojenie nie jest wymagane}$$

gdzie przyjęto:

$$- k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2.000$$

$$- \rho_L = \min \left( 0.02, \frac{A_{s1}}{b_w d} \right) = \min \left( 0.02, \frac{5.65}{100.0 \cdot 14.9} \right) = 3.795e-03$$

$$- v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.000^{3/2} \cdot 20.0^{1/2} = 0.443$$

W  $A_{s1}$  uwzględnione są pręty zakotwione na długości nie mniejszej niż  $\max(l_{bd} + a_L, l_{b,min}) + d$ ,

gdzie  $l_{bd}$  wyznaczane jest dla bieżącej współrzędnej z pominięciem  $\Delta F_{td}$ .

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = 0.5v_b v_{df} d = 0.5 \cdot 0.552 \cdot 100.0 \cdot 14.9 \cdot 1.43 = 587.5 \text{ kN}$$

gdzie przyjęto:

$$v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 20.0/250) = 0.552$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,c} = 75.3 \text{ kN} > 16.8 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 587.5 \text{ kN} > 16.8 \text{ kN}$$

### Rysy prostopadłe (46.1 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00\text{m}$ ; Kombinacja:  $\min N\_SGU$  (1,S2,3,4,)

Stosunek naprężeń rysujących do aktualnych:

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{M_{cr}}{M_{Ed}} = \frac{f_{ct,eff} W_c}{M_{Ed}} = \frac{2.2 \cdot 0.0054}{13.4} = 0.880$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.500 \cdot 0.425 \frac{12.0}{0.0129} = 260.4 \text{ mm}$$

gdzie przyjęto:

–  $k_1 = 0.8$  (pręty żebrowane),  $k_2 = 0.500$  (ściskanie lub/i zginanie),

– efektywny stopień zbrojenia:  $\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 5.7 / 439.2 = 0.0129$

Różnica średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego i betonu:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{et} \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{176.9 - 0.6 \frac{2.2}{0.0129} (1 + 6.67 \cdot 0.0129)}{200000.0} = 0.000531$$

gdzie przyjęto:

–  $k_t = 0.6$  (obc. krótkotrwałe),

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi elementu:

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 260.4 \cdot 0.000531 = 0.14 \text{ mm} < 0.30 \text{ mm} = w_{k,lim}$$

### Przemieszczenia (sprężyste) (1.3 %)

Przekrój:  $x/L=0.333$ ,  $L=0.90\text{m}$ ; Kombinacja:  $\text{ext } U$  (1,S2,3,4,)

Przemieszczenia prostopadłe do osi elementu wyznaczone w układzie centralnym przekroju:

$$Y-Y: v_y = |0.1 \text{ mm}| < 10.1 \text{ mm} = v_{y,lim}$$

$$X-X: v_x = |-0.0 \text{ mm}| < 10.1 \text{ mm} = v_{x,lim}$$

$$\text{Przemieszczenie wzdłuż osi elementu: } u = |0.0 \text{ mm}| < 10.1 \text{ mm} = u_{lim}$$

### Ugięcia (3.3 %)

Przekrój:  $x/L=0.260$ ,  $L=0.70\text{m}$ ; Kombinacja:  $\max v$  (1,S2,3,4,)

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: belka wolnopodparta

$$\text{Efektywny moduł sprężystości betonu: } E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{30000.0}{1 + 2.000} = 10000.0 \text{ MPa}$$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą  $B_\infty = E_{c,eff} J_I$  lub  $B_0 = E_{cm} J_I$  odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych wyznaczono wg wzoru:

$$B_\infty = \frac{E_{c,eff} J_I}{1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left( 1 - \frac{I_I}{I_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku  $B_0$  przyjęto  $E_{c,eff} = E_{cm}$ .

Warunek projektowy (kierunek Y-Y):  $a = 0.3 \text{ mm} < 10.1 \text{ mm} = a_{lim}$ .

**Zbrojenie podłużne (B500SP (C))**

Krawędź 1 - 5#12 (co 20.0cm); od L1=0.00m do L2=2.70m; lbd1=0.54m; lbd2=0.54m

Krawędź 3 - 7#8 (co 14.3cm); od L1=0.00m do L2=2.70m; lbd1=0.36m; lbd2=0.36m

- Wyniki obliczeń spocznik- pręt nr.0

**Całkowite wyężenie elementu: 55%**

Zbrojenie główne: 55 %

Ścinanie: 21 %

Zbrojenie główne (ścinanie): 0 %

Rysy prostopadłe: 0 %

Przemieszczenia (sprężyste): 19 %

Ugięcia: 20 %

Zbrojenie minimalne: 0 %

Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %

Zakotwienie zbrojenia: 0 %

Rozstaw strzemion: 0 %

Zbrojenie min. strzemionami: 0 %

Smukłość: 0 %

**Wyniki szczegółowe****Zbrojenie minimalne (0.0 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=1.90m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+2,+3,+4,)$

Zbrojenie minimalne przy zginaniu bez udziału siły podłużnej dla przekroju prostokątnego oraz teowego z półką w strefie ściskanej:

$$A_{s1,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b d = 0.26 \frac{2.2}{500.0} 100.0 \cdot 15.0 = 1.7 \text{ cm}^2 < 3.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 b d = 0.0013 \cdot 100.0 \cdot 15.0 = 2.0 \text{ cm}^2 < 3.5 \text{ cm}^2$$

**Zakotwienie zbrojenia (0.0 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=1.90m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+2,+3,+4,)$

Wyniki dla najstabiliej zakotwionego pręta (krawędź: 2,  $x=357.1\text{mm}$ ,  $y=29.0\text{mm}$ ).

$$\text{Podstawowa długość zakotwienia: } l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{0.8}{4} \cdot \frac{257.7}{2.41} = 21.4 \text{ cm}$$

$$\text{Minimalna długość zakotwienia: } l_{b,min} = \max(0.3l_b, 10\phi, 10\text{cm}) = 10.8 \text{ cm}$$

$$\text{Dodatkowe zakotwienie od ścinania: } a_L = 0.5z \cot \theta = 0.5 \cdot 13.9 \cdot 1.000 = 6.9 \text{ cm}$$

Obliczeniowa długość zakotwienia:

$$l_{bd} = \max(|a_L| + l_{b,rqd}, l_{b,min}) = \max(|1.0 \cdot 21.4| + 6.9, 10.8) = 28.3 \text{ cm}$$

$$\text{Warunek na zakotwienie: } l_{bd} = 28.3 \text{ cm} < 36.1 \text{ cm} = l$$

**Zbrojenie minimalne ze względu na rysy**

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k_f \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.400 \cdot 1.0 \cdot 0.22 \cdot 900.0}{36.0} = 2.2 \text{ cm}^2 < 2.5 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 f_{ct,eff}} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{0.00}{1.50 \frac{18.0}{18.0} 0.22} \right), 1.0 \right] = 0.400$$

**Zbrojenie główne (55.0 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=1.90m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+2,+3,+4,)$



Dane:  $\alpha_{cc} = 1.00$ ,  $x_{eff} = 3.3\text{cm}$ ,  $a_1 = 2.8\text{cm}$ ,  $d = 15.0\text{cm}$

Nośność przy ściskaniu/rozciąganiu:

$$\min N_{Rd} = -2617.3\text{kN} < 0.0\text{kN} = N_{Sd}$$

$$\max N_{Rd} = 137.6\text{kN} > 0.0\text{kN} = N_{Sd}$$

Nośność przy zginaniu:

$$M_{Rd} = 22.8\text{kNm} > 12.5\text{kNm} = M_{Sd}$$

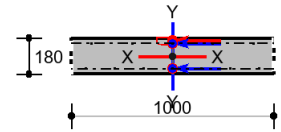
Odkształcenia:

$$\varepsilon_{s1} = -0.00129 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00037 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = -0.00048 < 0.0020$$

$x/L=1.000$  (max  $M_x$ )



## Ścinanie (21.4 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00\text{m}$ ; Kombinacja: max  $M_x$  (+1,+2,+3,+4,)

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Obliczeniowa nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie (rozciąganie betonowych krzyżulców):

$$V_{Rd,c} = [0.18/\gamma_c k(100 \rho_L f_{ck})^{1/3} + 0.15 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$V_{Rd,c} = [0.18/1.4 \cdot 2.000(100 \cdot 2.330e-03 \cdot 20.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.00] \cdot 1000 \cdot 151.0 \cdot 1e-3 = 64.9\text{kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0.443 + 0.150 \cdot 0.000) 1.000 \cdot 0.151 = 66.9\text{kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}) = 66.9\text{kN} > 14.3\text{kN} = V_{Ed} \rightarrow \text{zbrojenie nie jest wymagane}$$

gdzie przyjęto:

$$- k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2.000$$

$$- \rho_L = \min\left(0.02, \frac{A_{sl}}{b_w d}\right) = \min\left(0.02, \frac{3.52}{100.0 \cdot 15.1}\right) = 2.330e-03$$

$$- v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.000^{3/2} \cdot 20.0^{1/2} = 0.443$$

W  $A_{sl}$  uwzględnione są pręty zakotwione na długości nie mniejszej niż  $\max(l_{bd} + a_L, l_{b,min}) + d$ ,

gdzie  $l_{bd}$  wyznaczane jest dla bieżącej współrzędnej z pominięciem  $\Delta F_{td}$ .

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = 0.5 v b_w d f_{cd} = 0.5 \cdot 0.552 \cdot 100.0 \cdot 15.1 \cdot 1.43 = 595.4\text{kN}$$

gdzie przyjęto:

$$- v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 20.0/250) = 0.552$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,c} = 66.9\text{kN} > 14.3\text{kN}$$

$$V_{Rd,max} = 595.4\text{kN} > 14.3\text{kN}$$

## Przemieszczenia (sprężyste) (18.6 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=1.90\text{m}$ ; Kombinacja: ext U (1,S2,3,4,)

Przemieszczenia prostopadłe do osi elementu wyznaczone w układzie centralnym przekroju:

$$Y-Y: v_y = |-1.8 \text{ mm}| < 9.5 \text{ mm} = v_{y,lim}$$

$$X-X: v_x = |0.0 \text{ mm}| < 9.5 \text{ mm} = v_{x,lim}$$

$$\text{Przemieszczenie wzdłuż osi elementu: } u = |1.2 \text{ mm}| < 9.5 \text{ mm} = u_{lim}$$

## Ugięcia (20.0 %)

Przekrój:  $x/L=0.810$ ,  $L=1.54\text{m}$ ; Kombinacja: max  $v$  (1,S2,3,4,)

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: belka wolnopodparta

$$\text{Efektywny moduł sprężystości betonu: } E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{30000.0}{1 + 2.000} = 10000.0\text{MPa}$$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem



pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą  $B_{\infty} = E_{c,eff}J_I$  lub  $B_0 = E_{cm}J_I$  odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych wyznaczono wg wzoru:

$$B_{\infty} = \frac{E_{c,eff}J_I}{1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left( 1 - \frac{J_I}{J_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku  $B_0$  przyjęto  $E_{c,eff} = E_{cm}$ .

Warunek projektowy (kierunek Y-Y):  $a = 1.9 \text{ mm} < 9.5 \text{ mm} = a_{lim}$ .

## Zbrojenie podłużne (B500SP (C))

Krawędź 1 - 5#8 (co 20.0cm); od L1=0.00m do L2=1.90m; lbd1=0.36m; lbd2=0.36m

Krawędź 3 - 7#8 (co 14.3cm); od L1=0.00m do L2=1.90m; lbd1=0.36m; lbd2=0.36m

- Wyniki obliczeń bieg – pręt nr. 3

### Całkowite wyężenie elementu: 92%

Zbrojenie główne: 88 %

Ścinanie: 34 %

Zbrojenie główne (ściananie): 0 %

Rysy prostopadłe: 92 %

Przemieszczenia (sprężyste): 17 %

Ugięcia: 37 %

Zbrojenie minimalne: 0 %

Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %

Zakotwienie zbrojenia: 0 %

Rozstaw strzemion: 0 %

Zbrojenie min. strzemionami: 0 %

Smukłość: 0 %

## Wyniki szczegółowe

### Zbrojenie minimalne ze względu na rysy

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k_{f,ct,eff} \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.419 \cdot 1.0 \cdot 0.22 \cdot 750.0}{26.0} = 1.9 \text{ cm}^2 < 3.5 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 f_{ct,eff}} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{-0.01}{0.67 \frac{100.0}{100.0} \cdot 0.22} \right), 1.0 \right] = 0.419$$

### Zbrojenie główne (87.7 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00\text{m}$ ; Kombinacja: max Mx (+1,+2,+3,+4,)

Dane:  $\alpha_{cc} = 1.00$ ,  $x_{eff} = 2.9\text{cm}$ ,  $a_1 = 2.8\text{cm}$ ,  $d = 12.0\text{cm}$

Nośność przy ściskaniu/rozciąganiu:

$$\min N_{Rd} = -2157.3 \text{ kN} < 12.5 \text{ kN} = N_{Sd}$$

$$\max N_{Rd} = 50.7 \text{ kN} > 12.5 \text{ kN} = N_{Sd}$$

Nośność przy zginaniu:

$$M_{Rd} = 18.0 \text{ kNm} > 15.8 \text{ kNm} = M_{Sd}$$

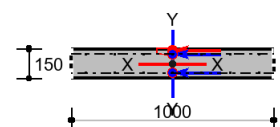
Odształcenia:

$$\varepsilon_{s1} = -0.00214 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00069 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = -0.00081 < 0.0020$$

$x/L=0.000$  (max Mx)



**Ścinanie (34.0 %)**

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+2,+3,+4,)$

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Obliczeniowa nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie (rozciąganie betonowych krzyżulców):

$$V_{Rd,c} = [0.18/\gamma_c k(100 \rho_L f_{ck})^{1/3} + 0.15 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$V_{Rd,c} = [0.18/1.4 \cdot 2.000(100 \cdot 0.000e + 00 \cdot 20.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.08] \cdot 1000 \cdot 121.0 \cdot 1e - 3 = 1.5kN$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0.443 + 0.150 \cdot 0.008) 1.000 \cdot 0.121 = 55.1kN$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}) = 55.1kN > 18.7kN = V_{Ed} \rightarrow \text{zbrojenie nie jest wymagane}$$

gdzie przyjęto:

$$- k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2.000$$

$$- \rho_L = \min\left(0.02, \frac{A_{sl}}{b_w d}\right) = \min\left(0.02, \frac{0.00}{100.0 \cdot 12.1}\right) = 0.000e + 00$$

$$- v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 2.000^{3/2} 20.0^{1/2} = 0.443$$

W  $A_{sl}$  uwzględnione są pręty zakotwione na długości nie mniejszej niż  $\max(l_{bd} + a_L, l_{b,min}) + d$ ,

gdzie  $l_{bd}$  wyznaczane jest dla bieżącej współrzędnej z pominięciem  $\Delta F_{td}$ .

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = 0.5 v b_w d f_{cd} = 0.5 \cdot 0.552 \cdot 100.0 \cdot 12.1 \cdot 1.43 = 477.1kN$$

gdzie przyjęto:

$$- v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 20.0/250) = 0.552$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,c} = 55.1kN > 18.7kN$$

$$V_{Rd,max} = 477.1kN > 18.7kN$$

**Rysy prostopadłe (91.7 %)**

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\max M_{x\_SGU} (1,S2,3,4,)$

Stosunek naprężeń rysujących do aktualnych:

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{N_{cr}}{N_{Ed}} = \frac{f_{ct,eff}}{e/W_c + 1/A_c N_{Sd}} \frac{1}{1.2668/0.0037 + 1/0.1500} \frac{1}{10.6} = 0.599$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.500 \cdot 0.425 \frac{8.0}{0.0090} = 252.7mm$$

gdzie przyjęto:

$$- k_1 = 0.8 \text{ (pręty zebrowane)}, k_2 = 0.500 \text{ (ściskanie lub/i zginanie)},$$

$$- \text{efektywny stopień zbrojenia: } \rho_r = A_s/A_{c,eff} = 3.5/390.0 = 0.0090$$

Różnica średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego i betonu:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{et} \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{362.8 - 0.6 \frac{2.2}{0.0090} (1 + 6.67 \cdot 0.0090)}{200000.0} = 0.001088$$

gdzie przyjęto:

$$- k_t = 0.6 \text{ (obc. krótkotrwałe)},$$

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi elementu:

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 252.7 \cdot 0.001088 = 0.28 \text{ mm} < 0.30 \text{ mm} = w_{k,lim.}$$

**Przemieszczenia (sprężyste) (17.4 %)**

Przekrój:  $x/L=0.833$ ,  $L=2.41m$ ; Kombinacja:  $\text{ext } U (1,S2,3,4,)$

Przemieszczenia prostopadłe do osi elementu wyznaczone w układzie centralnym przekroju:

$$Y-Y: v_y = |2.1 \text{ mm}| < 12.3 \text{ mm} = v_{y,lim}$$

$$X-X: v_x = |-0.0 \text{ mm}| < 12.3 \text{ mm} = v_{x,lim}$$

Przemieszczenie wzdłuż osi elementu:  $u = |0.0 \text{ mm}| < 12.3 \text{ mm} = u_{lim}$

**Ugięcia (37.3 %)**

Przekrój:  $x/L=0.760$ ,  $L=2.19m$ ; Kombinacja:  $\max v (1, S2, 3, 4,)$

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: belka wolnopodparta

Efektywny moduł sprężystości betonu:  $E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1+\phi(\infty, t_0)} = \frac{30000.0}{1+2.000} = 10000.0 \text{ MPa}$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą  $B_{\infty} = E_{c,eff} I_I$  lub  $B_0 = E_{cm} I_I$  odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych wyznaczono wg wzoru:

$$B_{\infty} = \frac{E_{c,eff} I_I}{1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left( 1 - \frac{I_I}{I_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku  $B_0$  przyjęto  $E_{c,eff} = E_{cm}$ .

Warunek projektowy (kierunek Y-Y):  $a = 4.6 \text{ mm} < 12.3 \text{ mm} = a_{lim}$ .

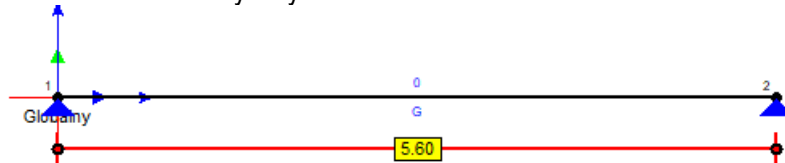
**Zbrojenie podłużne (B500SP (C))**

Krawędź 1 - 7#8 (co 14.0cm); od  $L1=0.00m$  do  $L2=2.89m$ ;  $lbd1=0.36m$ ;  
 $lbd2=0.36m$

Krawędź 3 - 7#8 (co 14.0cm); od  $L1=0.00m$  do  $L2=2.89m$ ;  $lbd1=0.36m$ ;  
 $lbd2=0.36m$

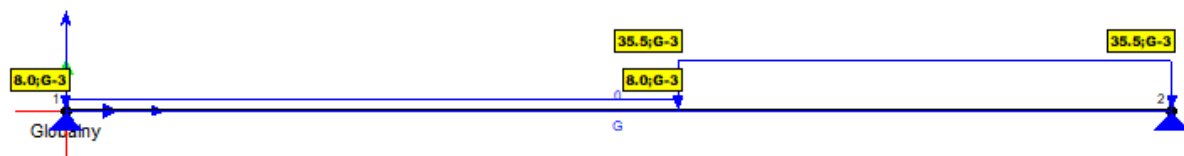
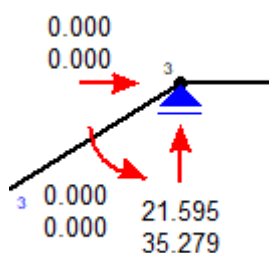
**6.5.7. Belka spocznikowa BS-1**

- Schemat statyczny



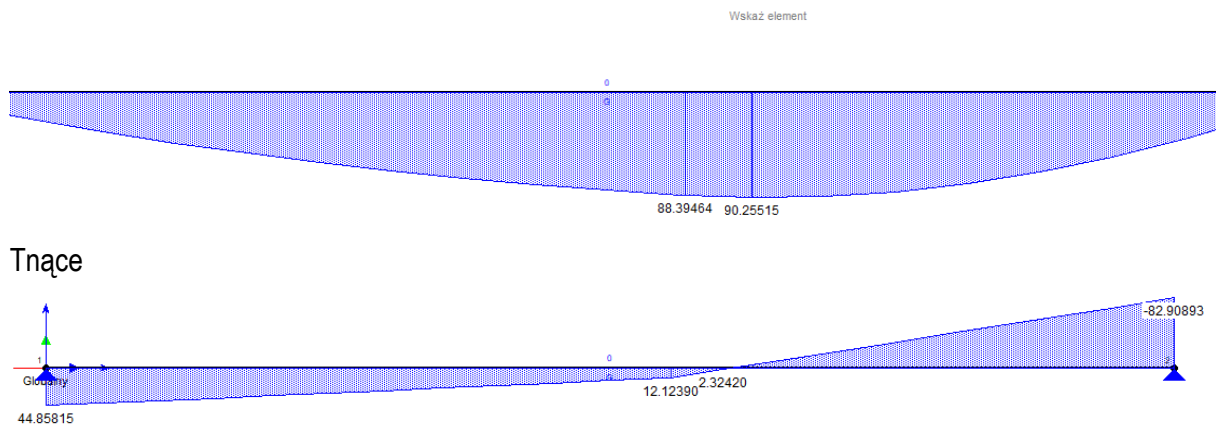
- Obciążenia

Reakcja od biegu i spocznika



- Siły przekrojowe

## Momenty



- Wyniki obliczeń

### Całkowite wyężenie elementu: 89%

Zbrojenie główne: 75 %  
 Ścinanie: 87 %  
 Zbrojenie główne (ścinanie): 12 %  
 Rysy prostopadłe: 86 %  
 Przemieszczenia (sprężyste): 24 %  
 Ugięcia: 89 %  
 Zbrojenie minimalne: 0 %  
 Zbrojenie minimalne (rysy): 0 %  
 Zakotwienie zbrojenia: 0 %  
 Rozstaw strzemion: 0 %  
 Zbrojenie min. strzemionami: 0 %  
 Smukłość: 0 %

## Wyniki szczegółowe

### Zbrojenie minimalne (0.0 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=5.60m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+3,-4,)$

Zbrojenie minimalne przy zginaniu bez udziału siły podłużnej dla przekroju prostokątnego oraz teowego z półką w strefie ściskanej:

$$A_{s1,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b d = 0.26 \frac{2.2}{500.0} 26.0 \cdot 36.5 = 1.1 \text{ cm}^2 < 8.0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1,min} = 0.0013 b d = 0.0013 \cdot 26.0 \cdot 36.5 = 1.2 \text{ cm}^2 < 8.0 \text{ cm}^2$$

### Zakotwienie zbrojenia (0.0 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=5.60m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+1,+3,-4,)$

Wyniki dla najslabiej zakotwionego pręta (krawędź: 0,  $x=96.3mm$ ,  $y=29.0mm$ ).

$$\text{Podstawowa długość zakotwienia: } l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{0.8}{4} \cdot \frac{|-0.1|}{2.41} = 0.0 \text{ cm}$$

$$\text{Minimalna długość zakotwienia: } l_{b,min} = \max(0.3l_b, 10\phi, 10 \text{ cm}) = 10.8 \text{ cm}$$

$$\text{Dodatkowe zakotwienie od ścinania: } a_L = 0.5z \cot \theta = 0.5 \cdot 31.7 \cdot 1.000 = 15.8 \text{ cm}$$

$$\text{Obliczeniowa długość zakotwienia: } l_{bd} = \max(|\alpha l_{b,rqd}| + a_L, l_{b,min}) = \max(|1.0 \cdot 0.0| + 15.8, 10.8) = 15.9 \text{ cm}$$

$$\text{Warunek na zakotwienie: } l_{bd} = 15.9 \text{ cm} < 36.1 \text{ cm} = l$$

**Zbrojenie minimalne ze względu na rysy**

Minimalne (sumaryczne) pole zbrojenia ze względu na rysy:

$$A_{s,min} = k_c k_{fct,eff} \frac{A_{ct}}{\sigma_{s,lim}} = \frac{0.400 \cdot 0.9 \cdot 0.22 \cdot 520.0}{24.0} = 1.8 \text{ cm}^2 < 2.0 \text{ cm}^2 = A_{s1}$$

gdzie:

$$k_c = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{\sigma_c}{k_1 f_{ct,eff}} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 0.4 \left( 1 - \frac{-0.00}{0.67 \frac{40.0}{40.0} 0.22} \right), 1.0 \right] = 0.400$$

**Długość wyboczeniowa**

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto wg Rysunku 5.7

Klasyfikacja: X-X → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty; Y-Y → Element wydzielony obustronnie przegubowo podparty

Przyjęto:  $\beta_x = 1.000$   $\beta_y = 1.000$  oraz  $l_{col} = 5.600 \text{ m}$

**Zbrojenie główne (74.8 %)**

Przekrój:  $x/L=0.667$ ,  $L=3.73 \text{ m}$ ; Kombinacja: max Mx (+1,+3,-4,)

Dane:  $\alpha_{cc} = 1.00$ ,  $x_{eff} = 14.1 \text{ cm}$ ,  $a_1 = 3.1 \text{ cm}$ ,  $d = 36.5 \text{ cm}$

Nośność przy ściskaniu/rozciąganiu:

$$\min N_{Rd} = -1075.6 \text{ kN} < 0.0 \text{ kN} = N_{Sd}$$

$$\max N_{Rd} = 187.8 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN} = N_{Sd}$$

Nośność przy zginaniu:

$$M_{Rd} = 118.2 \text{ kNm} > 88.5 \text{ kNm} = M_{Sd}$$

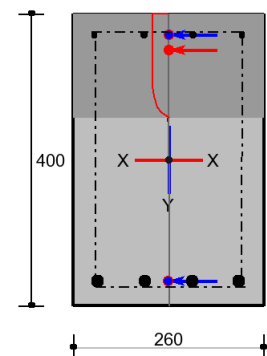
Odkształcenia:

$$\varepsilon_{s1} = -0.00172 > -0.0100$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.00108 < 0.0035$$

$$\varepsilon_c = -0.00023 < 0.0020$$

$x/L=0.667$  (max Mx)

**Zbrojenie główne (ściananie) (11.9 %)**

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=5.60 \text{ m}$ ; Kombinacja: max Mx (+1,+3,-4,)

Siły przekrojowe:  $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$ ,  $M_{Ed} = 0.1 \text{ kNm}$ ,  $V_{Ed} = 82.9 \text{ kN}$

Przyrost siły w zbrojeniu głównym:  $\Delta F_{td} = 0.5 V_{Ed} \cot \theta = 0.5 \cdot 82.9 \cdot 1.000 = 41.5 \text{ kN}$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:  $F_{td} = \varepsilon_{s1} A_{s1} E_s = 0.00000 \cdot 8.04 \cdot 20000.0 = 0.2 \text{ kN}$

Maksymalna siła w zbr. rozciągającym na długości elementu:  $\max F_{td} = 277.0 \text{ kN}$

Warunek nośności:  $\min(F_{td} + \Delta F_{td}, \max F_{td}) = 41.6 \text{ kN} < 349.7 \text{ kN} = A_{s1} f_{yd} = 8.04 \cdot 43.5$

**Ścinanie (86.7 %)**

Przekrój:  $x/L=0.833$ ,  $L=4.67 \text{ m}$ ; Kombinacja: max Mx (+1,+3,-4,)

Weryfikacja zbrojenia strzemionami dla siły tnącej: Y-Y

Obliczeniowa nośność elementu bez zbrojenia na ścinanie (rozciąganie betonowych krzyżulców):

$$V_{Rd,c} = [0.18 / \gamma_c k (100 \rho_L f_{ck})^{1/3} + 0.15 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$V_{Rd,c} = [0.18 / 1.4 \cdot 1.738 (100 \cdot 8.429 \text{e} - 03 \cdot 20.0)^{1/3} + 0.15 \cdot 0.00] \cdot 260 \cdot 367.0 \cdot 1 \text{e} - 3 = 54.7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d = (0.359 + 0.150 \cdot 0.000) 0.260 \cdot 0.367 = 34.2 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c}, V_{Rd,c,min}) = 54.7 \text{ kN} > 47.4 \text{ kN} = V_{Ed} \rightarrow \text{zbrojenie nie jest wymagane}$$

gdzie przyjęto:

$$- k = 1 + \sqrt{(200/d)} = 1.738$$

$$- \rho_L = \min \left( 0.02, \frac{A_{s1}}{b_w d} \right) = \min \left( 0.02, \frac{8.04}{26.0 \cdot 36.7} \right) = 8.429 \text{e} - 03$$

$$-v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.035 \cdot 1.738^{3/2} 20.0^{1/2} = 0.359$$

W  $A_{sL}$  uwzględnione są pręty zakotwione na długości nie mniejszej niż  $\max(l_{bd} + a_L, l_{b,min}) + d$ , gdzie  $l_{bd}$  wyznaczone jest dla bieżącej współrzędnej z pominięciem  $\Delta F_{td}$ .

Nośność obliczeniowa ze względu na ściskanie betonowych krzyżulców:

$$V_{Rd,max} = 0.5 v_b v_w d f_{cd} = 0.5 \cdot 0.552 \cdot 26.0 \cdot 36.7 \cdot 1.43 = 376.2 \text{ kN}$$

gdzie przyjęto:

$$-v = 0.6(1 - f_{ck}/250) = 0.6(1 - 20.0/250) = 0.552$$

Warunki nośności:

$$V_{Rd,c} = 54.7 \text{ kN} > 47.4 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = 376.2 \text{ kN} > 47.4 \text{ kN}$$

### Rysy prostopadłe (86.1 %)

Przekrój:  $x/L=0.667$ ,  $L=3.73\text{m}$ ; Kombinacja:  $\min N_{SGU} (1, S2, 3, 4)$

Stosunek naprężeń rysujących do aktualnych:

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{M_{cr}}{M_{Ed}} = \frac{f_{ct,eff} W_c}{M_{Ed}} = \frac{2.2 \cdot 0.0069}{88.5} = 0.171$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{p,eff}} = 3.4 \cdot 30 + 0.8 \cdot 0.500 \cdot 0.425 \frac{16.0}{0.0395} = 170.9 \text{ mm}$$

gdzie przyjęto:

–  $k_1 = 0.8$  (pręty żebrowane),  $k_2 = 0.500$  (ściskanie lub/i zginanie),

– efektywny stopień zbrojenia:  $\rho_r = A_s / A_{c,eff} = 8.0 / 203.8 = 0.0395$

Różnica średniego odkształcenia zbrojenia rozciąganego i betonu:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_{et} \rho_{p,eff})}{E_s} = \frac{344.4 - 0.6 \frac{2.2}{0.0395} (1 + 6.67 \cdot 0.0395)}{200000.0} = 0.001511$$

gdzie przyjęto:

–  $k_t = 0.6$  (obc. krótkotrwałe),

Obliczeniowa szerokość rys prostopadłych do osi elementu:

$$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 170.9 \cdot 0.001511 = 0.26 \text{ mm} < 0.30 \text{ mm} = w_{klim.}$$

### Przemieszczenia (sprężyste) (24.1 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=2.80\text{m}$ ; Kombinacja:  $\text{ext } U (1, 3, 4)$

Przemieszczenia prostopadłe do osi elementu wyznaczone w układzie centralnym przekroju:

$$Y-Y: v_y = |-6.8 \text{ mm}| < 28.0 \text{ mm} = v_{y,lim}$$

$$X-X: v_x = |-0.0 \text{ mm}| < 28.0 \text{ mm} = v_{x,lim}$$

$$\text{Przemieszczenie wzdłuż osi elementu: } u = |-0.0 \text{ mm}| < 28.0 \text{ mm} = u_{lim}$$

### Ugięcia (89.5 %)

Przekrój:  $x/L=0.520$ ,  $L=2.91\text{m}$ ; Kombinacja:  $\max v (1, 3, 4)$

Obciążenia: tylko część długotrwała; schemat statyczny elementu: belka wolnopodparta

$$\text{Efektywny moduł sprężystości betonu: } E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} = \frac{30000.0}{1 + 2.000} = 10000.0 \text{ MPa}$$

Maksymalne ugięcie uzyskano poprzez całkowanie równania linii ugięcia belki z uwzględnieniem pełzania, zarysowania i rzeczywistego rozkładu zbrojenia oraz przebiegu momentów. Sztywność elementu niezarysowanego przyjęto równą

$B_{\infty} = E_{c,eff} I_I$  lub  $B_0 = E_{cm} I_I$  odpowiednio przy obciążeniu długotrwałym i krótkotrwałym, natomiast sztywność przekrojów zarysowanych wyznaczono wg wzoru:

$$B_{\infty} = \frac{E_{c,eff} I_I}{1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \left( 1 - \frac{I_I}{I_{II}} \right)},$$

gdzie w przypadku  $B_0$  przyjęto  $E_{c,eff} = E_{cm}$ .

Warunek projektowy (kierunek Y-Y):  $a = 25.1 \text{ mm} < 28.0 \text{ mm} = a_{lim}$ .

### Zbrojenie podłużne (B500SP (C))

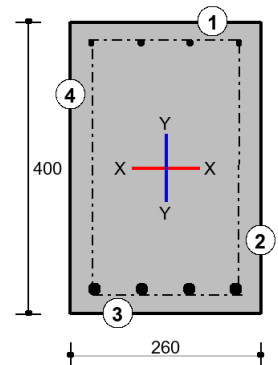
Krawędź 1 - 4#8; od L1=0.00m do L2=5.60m; lbd1=0.36m; lbd2=0.36m

Krawędź 3 - 4#16; od L1=0.00m do L2=5.60m; lbd1=0.72m; lbd2=0.72m

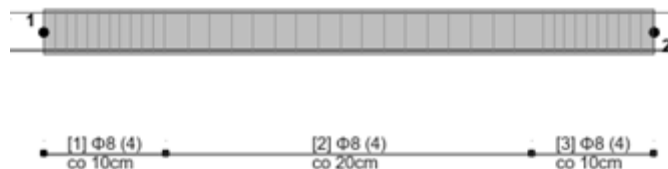
Odcinek 1 od x1/L=0.00 do x2/L=0.20: (Y-Y) 4#8 (X-X) 2#6 co 10cm

Odcinek 2 od x1/L=0.20 do x2/L=0.80: (Y-Y) 4#8 (X-X) 2#8 co 20cm

Odcinek 3 od x1/L=0.80 do x2/L=1.00: (Y-Y) 4#8 (X-X) 2#6 co 10cm



### Widok elementu



## 6.5.8. Fundamenty

### Ława fundamentowa

- Materiały :

Beton:

klasa betonu: **C25/30** (B30)  $f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,20 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

ciężar objętościowy:  $24,00 \text{ kN/m}^3$

Zbrojenie:

klasa stali: A-IIIN (**B500SP**)  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 434 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

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

- Obciążenia stałe:

Obciążenia stałe od ścian– na 1mb:

Ciężar ściany  $4,203 \text{ kN/m}^2$

Ciężar Stropu oranord

| Wysokość<br>stropu<br>(mm) | Montaż pojedynczy                             |                                      | Montaż podwójny                               |                                      |
|----------------------------|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|                            | Zużycie betonu<br>( $\text{m}^3/\text{m}^2$ ) | Ciężar stropu<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | Zużycie betonu<br>( $\text{m}^3/\text{m}^2$ ) | Ciężar stropu<br>( $\text{kN/m}^2$ ) |
| 200 + 50                   | 0,077   | 3,43                                 | 0,091   | 3,77                                 |

Ściana nośna wewnętrzna

$H_3 = 8,50\text{m}$  – silikaty

$H_4 = 1,40\text{m}$  – bloczki betonowe

$P_1 = 8,50 \times 3,77 \text{ kN/m}^2 + 1,40\text{m} \times 0,24\text{m} \times 24\text{kN/m}^3 = 44,0 \text{ kN/m}$

Obciążenia stałe od stropu – na 1mb

Obciążenie stropem ściany wewnętrznej

$$P_2 = 2 \times 7,3\text{m} \times (1,75 \text{ kN/m}^2 + 3,77 \text{ kN/m}^2) + 7,3\text{m} \times (1,75 \text{ kN/m}^2 + 0,17\text{m} \times 24 \text{ kN/m}^3) = 123,15 \text{ kN/m}$$

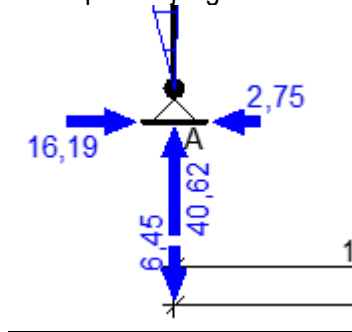
- Obciążenia zmienne – na 1mb

Obciążenie zmienne stropu ściany wewnętrznej

$$Q_1 = 2 \times 7,3\text{m} \times 2,25 \text{ kN/m}^2 + 7,3\text{m} \times 0,5 \text{ kN/m}^2 = 37,0 \text{ kN/m}$$

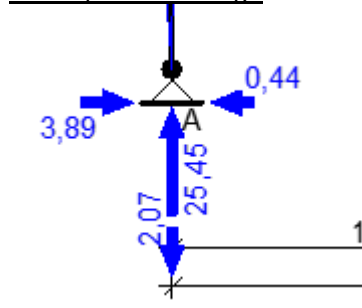
Obciążenia obliczeniowe z dachu

Od słupa skrajnego



$$R1 = 40,6\text{kN}/2 = 20,0\text{kN}$$

Od słupa środkowego



$$R2 = 25,5\text{kN}$$

Suma ob. Stałych

Ściana wewnętrzna

$$F_1 = 44,0 + 123,0 = 167,0 \text{ kN/m}$$

Suma ob. zmiennych

Ściana wewnętrzna

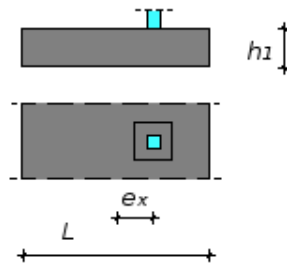
$$q_1 = 50,30 \text{ kN/m}$$

Suma ob. Obliczeniowych z dachu

Ściana wewnętrzna

$$v_1 = (2 \times 20,0 + 25,50)/1\text{m} = 75,5\text{kN/m}$$



**WYMIAROWANIE****Geometria**

Wymiary:  $L = 1.00\text{m}$ ,  $h_1 = 0.40\text{m}$ ,  $e_x = 0.0$

**Warunki gruntowe**

.0 Profil gruntu: "Profil-1"

| Nr | Grunt | Gęstość właściwa [kN/m <sup>3</sup> ] | Gęstość objętość. [kN/m <sup>3</sup> ] | IL/ID | Kąt tarcia wewnętrz. [deg] | Spójność gruntu | Efektywna spójność gruntu | Wytrzymałość na ścinanie (bez odpływu) | Pierwotny moduł ściśliwości [kPa] |
|----|-------|---------------------------------------|--|-------|----------------------------|-----------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 1  | Żwir  | 2.65                                  | 2.050                                  | 0.50  | 38.3                       | 0.00            | 0.00                      | 40.00                                  | 153000.0                          |

Głębokość posadowienia: 2.10m

**Całkowite wyłączenie elementu: 95%**

Nośność podłoża: 21 %

Odrywanie: 0 %

Poślizg: 0 %

Obrót: 0 %

Osiadanie: 3 %

Przebiecie: 12 %

Zbrojenie: 95 %

**Wyniki szczegółowe****Nośność podłoża (20.6 %)**

Komb:  $\max H_x$  (SGN) (+) (-1,+2,-3,+4,)  $\rightarrow V_d=401.2\text{kN}$ ,  $H_x=0.0\text{kN}$ ,  $M_y=0.0\text{kNm}$ ,  $H_y=0.0\text{kN}$ ,  $M_x=0.0\text{kNm}$

Decydująca warstwa gruntu: 1: Żwir na rzędnej  $D = 2.10\text{m}$

Obliczeniowa siła normalna:  $V_d = 401.23\text{kN}$

Mimośród statyczny:  $e_x = 0.00\text{m}$   $e_y = 0.00\text{m}$

Wymiary zastępcze fundamentu:  $\bar{B} = 1.00\text{m}$   $\bar{L} = 1.00\text{m}$

Szerokość fundamentu:  $B' = 1.00\text{m}$

Współczynniki nośności:  $N_y = 78.86$   $N_c = 63.22$   $N_q = 50.93$

Współczynniki nachylenia obciążenia:  $i_y = 1.00$   $i_c = 1.00$   $i_q = 1.00$

Współczynniki nachylenia podstawy fundamentu:  $b_c = 1.0$   $b_q = 1.0$   $b_y = 1.0$

Nośność podłoża w warunkach z odpływem:

$$R = A'(c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \gamma' \cdot B' \cdot N_y \cdot b_y \cdot s_y \cdot i_y)$$

$$R = 1.00(0.00 \cdot 63.22 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 +$$

$$37.80 \cdot 50.93 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 +$$

$$0.5 \cdot 20.50 \cdot 1.00 \cdot 78.86 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00) = 2733.30\text{kN}$$

gdzie:

-  $\bar{B}/\bar{L} = 0.00$  (Ława fundamentowa)

Warunek nośności podłoża

$$V_d = 401.23 \text{ kN} < 1952.36 \text{ kN} = 2733.30/1.40 = R/\gamma_R$$

### Odrywanie (0.0 %)

Komb: min  $M_y$  (SGN) (+) (1,3,4,)  $\rightarrow V_d=287.3 \text{ kN}$ ,  $H_x=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_y=0.0 \text{ kNm}$ ,  $H_y=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_x=0.0 \text{ kNm}$

Zasięg szczeliny i pole odrywanej pow.:  $c = 0.00 \text{ m}$ ,  $A = 0.00 \text{ m}^2$ .

Warunek ograniczenia zasięgu szczeliny:

$$\frac{c}{c_{\text{lim}}} = \frac{0.00}{0.99} = 0.00 < 0.25$$

Warunek ograniczenia pola powierzchni odrywanej:

$$\frac{A}{A_{\text{lim}}} = \frac{0.00}{2.00} = 0.00 < 0.25$$

### Obrót (0.0 %)

Komb: max  $H_x$  (SGN) (-) (-1,+2,-3,+4,)  $\rightarrow V_d=386.3 \text{ kN}$ ,  $H_x=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_y=0.0 \text{ kNm}$ ,  $H_y=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_x=0.0 \text{ kNm}$

Obliczeniowe momenty wywracające:  $M_y = 0.00 \text{ kNm}$

Obliczeniowy moment utrzymujący:  $M_{y,u} = 193.13 \text{ kNm}$

Warunek stateczności na obrót względem osi Y:

$$M_y = 0.00 < 175.58 \text{ kNm} = 193.13/1.10 = M_{y,u}/\gamma_R$$

### Poślizg (0.0 %)

Komb: max  $H_x$  (SGN) (-) (-1,+2,-3,+4,)  $\rightarrow V_d=386.3 \text{ kN}$ ,  $H_x=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_y=0.0 \text{ kNm}$ ,  $H_y=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_x=0.0 \text{ kNm}$

Obliczeniowa (wypadkowa) siła przesuwająca:  $H = 0.00 \text{ kN}$

Współczynnik tarcia podstawy fundamentu o grunt:  $\tan \delta_k = 0.55$

Wartość siły utrzymującej w warunkach z odpływem:  $V_r = \tan \delta_k \cdot V_d = 305.05 \text{ kN}$

Warunek stateczności na przesunięcie w poziomie posadowienia:

$$T = 0.00 < 277.32 \text{ kN} = 305.05/1.10 = V_r/\gamma_R$$

### Zbrojenie (95.0 %)

Komb: max  $V_d$  (SGN) (+) (+1,+2,+3,+4,)  $\rightarrow V_d=401.2 \text{ kN}$ ,  $H_x=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_y=0.0 \text{ kNm}$ ,  $H_y=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_x=0.0 \text{ kNm}$

W obliczeniach pominięto zbrojenie minimalne.

Zbrojenie w kierunku L:

Moment zginający obl. z metody współników prostokątnych:  $M_{Ed} = 68.3 \text{ kNm}$

Wytrzymałość betonu na ściskanie:  $f_{cd} = 16.7 \text{ MPa}$

Granica plastyczności stali zbrojeniowej:  $f_{yd} = 435.0 \text{ MPa}$

Wysokość użyteczna przekroju:  $d = 35.4 \text{ cm}$ , względne ramię sił:

$$\zeta_{\text{eff}} = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \cdot A_0}) = 0.9834$$

$$A_0 = 0.033, A_{0,\text{lim}} = 0.480$$

Zbrojenie potrzebne ze względu na zginanie:  $A_{sB,\text{stat}} = \frac{M_{Ed}/B}{f_{yd} \cdot \zeta_{\text{eff}} \cdot d} = 2.3 \text{ cm}^2/\text{m}$

przyjęto  $5\Phi 8/\text{m} \rightarrow A_{sL,\text{prov}} = 2.5 \text{ cm}^2/\text{m} > 2.26 \text{ cm}^2/\text{m} = A_{sL,\text{req}}$

### Przebiecie (11.8 %)

Komb: max  $H_x$  (SGN) (-) (-1,+2,-3,+4,)  $\rightarrow V_d=386.3 \text{ kN}$ ,  $H_x=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_y=0.0 \text{ kNm}$ ,  $H_y=0.0 \text{ kN}$ ,  $M_x=0.0 \text{ kNm}$

Obliczeniowa siła pionowa:  $V_{Ed} = 356.34 \text{ kN}$

Przyjęto  $\theta = 59.0^\circ \rightarrow \tan\theta = 1.67$

Obwód kontrolny i wysokość użyteczna:  $u = 200.00\text{cm}$ ,  $d = 35.90\text{cm}$

Naprężenia ścinające:  $v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed} - \Delta V}{u_d} = 1.00 \cdot \frac{(356.34 - 242.13) \cdot 10^{-3}}{2.00 \cdot 0.36} = 0.16\text{MPa}$ ,

gdzie:  $\beta = 1 + k \cdot \frac{M}{V} \cdot \frac{u}{W} = 1 + 0.45 \cdot \frac{0.00}{114.20} \cdot \frac{2.00}{0.00} = 1.00$

Nośność na przebicie:  $v_{Rd,c} = \max(C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3}, 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}) \frac{2d}{a} = 1.35\text{MPa}$ ,

gdzie stopień zbrojenia:  $\rho_1 = 0.09\%$

Warunek nośności na przebicie:

$v_{Ed} = 0.16\text{MPa} < 1.35\text{MPa} = v_{Rd,c}$

### Osiadanie (2.5 %)

Komb:  $\max H_x$  (SGU) (1,2,3,4,)  $\rightarrow V_d=312.6\text{kN}$ ,  $H_x=0.0\text{kN}$ ,  $M_y=0.0\text{kNm}$ ,  $H_y=0.0\text{kN}$ ,  $M_x=0.0\text{kNm}$

Dopuszczalną wartość osiadania:  $s_{\max} = 5.00$

Czas wznoszenia budowli: Powyżej roku  $\rightarrow \lambda = 1$

Warunek osiadań fundamentu:  $s = 0.13\text{cm} < 5.00\text{cm} = s_{\max}$

## 6.6. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe podstawowych elementów konstrukcji obiektu

### 6.6.1. Elementy żelbetowe

#### Fundamenty

Projektowany budynek posadowiono w sposób bezpośredni na ławach fundamentowych oraz częściowo na płycie tj. szyb windowy. Poziom posadowienia budynku wynosi -1,90m; -2,10m; -2,45m poniżej poziomu przyjętego "0" budynku. Rzędna „0” ustala się na wysokości 371,60m npm. Przewidziano wymianę nasypów niebudowlanych oraz warstwę glin do górnego poziomu warstwy żwirów, na podbudowę piaskowo żwirową zagęszczoną warstwami do  $I_s > 0,97$ . Pod fundamentami należy wykonać warstwę chudego betonu ok. 10cm.

Posadowienie realizować na warstwie geotechnicznej IIB oraz wymienionej warstwie opisanej wyżej.

Do wykonania ław i stóp fundamentowych zastosować beton min. C25/30, przyjmując otuliny zbrojenia równe 5cm na podkładzie betonowym i 7,5cm bez podkładu betonowego. Zakładana klasa ekspozycji betonu XC2. Ławy wykonać o przekroju 0,4x0,9m ; 0,4x0,6m oraz 0,4x0,5m pod ścianami wiatrolapu.

Zbrojenie ław pod ścianą 4#12 podłużnie, strzemiona #8 dwucięte co 20cm, stal AIIIIN. Izolację poziomą wykonać w między warstwą chudego betonu a fundamentem z papy asfaltowej.

Powierzchnie boczne fundamentów izolować izolacją typu ciężkiego. Zgodnie z rysunkiem branży elektrycznej dot. ochrony odgromowej budynku, z fundamentów należy wyprowadzić bednarkę do uziemienia konstrukcji.

**Nadproża żelbetowe**

Wymiary nadproży zgodnie z rzutem konstrukcyjnym parteru , piętra oraz rysunkiem elementów wykonawczych. Do wykonania nadproży stosować beton C20/C25, stal zbrojeniowa #16 / #12 dla zbrojenia głównego i #8 dla strzemion A-IIIN (B500SP) . Klasa ekspozycji betonu XC1.

**Belki nadprożowe L-19**

Zaprojektowano nadproża prefabrykowane typu L-19. Należy przestrzegać wytycznych producenta.

**Podciąg żelbetowy**

Wymiary podciągów zgodnie z rzutem konstrukcyjnym parteru , piętra , drugiego piętra oraz rysunkiem elementów wykonawczych. Do wykonania podciągów stosować beton C20/C25, stal zbrojeniowa #20/ #16 / #12 dla zbrojenia głównego i #8 dla strzemion A-IIIN (B500SP) . Klasa ekspozycji betonu XC1.

**Płyta stropowa międzykondygnacyjna**

Nad parterem i pierwszym piętrzem zaprojektowano strop gęstożebrowy firmy granord o grubości 25cm. Strop zaprojektowano na następujące obciążenia:

- charakterystyczne obciążenie stałe 1,50kN/m<sup>2</sup>
- charakterystyczne obciążenie zmienne 2,50kN/m<sup>2</sup>

Strop należy wykonać wg. projektu wykonawczego, wykonanego przez producenta stropu. Ponad to należy przestrzegać wytycznych producenta.

**Płyta stropowa nad drugim piętrzem**

Płyta stropowa grubości 20cm zbrojona #8 stal AIIIN (B500SP). Płytę wykonać z betonu C20/25. Klasa ekspozycji XC1.

**Schody żelbetowe**

Schody żelbetowe o grubości płyty 15cm. Schody należy wykonać z betonu min C20/25. Klasa ekspozycji XC1. Zbroić prętami głównymi #12. Zbrojenie rozdzielcze #8.

**Płyty spocznikowe**

Płyty żelbetowe o grubości płyty 18cm. Płyty należy wykonać z betonu min C20/25. Klasa ekspozycji XC1. Zbroić prętami głównymi #12. Zbrojenie rozdzielcze #8.

**Wieńce**

Wymiary wieńców zgodnie z rysunkami rzutów poszczególnych kondygnacji. Elementy wykonać z betonu C20/25. Zbrojenie główne z prętów #12, zbrojenie poprzeczne strzemionami dwuciętymi z prętów #8 stal A-IIIN (B500SP).

**Warunki wykonania robót betonowych**

- Powierzchnia betonu w miejscu przerwy roboczej powinna być starannie przygotowana do połączenia stwardniałego ze świeżym betonem przez usunięcie luźnych okruszków betonu oraz

warstwy szkliva cementowego i przepłukaniu miejsca przerwania betonu wodą. Resztki wody w zagłębieniach betonu należy usunąć przed rozpoczęciem betonowania.

- Jeżeli temperatura powietrza wynosi więcej niż 20°C okres pomiędzy ułożeniem jednej warstwy mieszanki betonowej a nałożeniem na tę warstwę drugiej warstwy mieszanki nie powinien być dłuższy niż 2 godziny, bez traktowania tej przerwy jako przerwy roboczej.
- Wznowienie betonowania po przerwie w czasie, której mieszanka betonowa związała na tyle, że nie ulega uplastycznieniu pod wpływem działania wibratora, jest możliwe dopiero po osiągnięciu przez beton wytrzymałości co najmniej 2 MPa i odpowiednim przygotowaniu powierzchni stwardniałego betonu.
- Mieszanka betonowa powinna być starannie zagęszczona za pomocą urządzeń mechanicznych.
- Mieszanka betonowa w czasie zagęszczania nie powinna ulegać rozsegregowaniu, a ilość powietrza w mieszanke nie powinna być większa od wartości dopuszczalnej.
- W okresie upalnej pogody mieszankę betonową należy niezwłocznie zabezpieczyć przed utratą wody.
- W czasie deszczu układana mieszanka betonowa powinna być niezwłocznie chroniona przed wodą opadową.
- Przebieg układania mieszanki betonowej powinien być rejestrowany w dzienniku robót.
- Powierzchnie betonowe wykonać należy w miejscach później widocznych bez raków, gładko, czysto oraz bez nacieków (z gotową powierzchnią).

#### **6.6.2. Ściany**

##### **Ściany nośne**

Ściany nośne wymurować z bloczków silikatowych gr. 25cm klasy min. 15MPa.

##### **Ściany fundamentowe**

Ściany fundamentowe wymurować z bloczków betonowych gr. 24cm klasy min. 15MPa.

#### **6.6.3. Konstrukcja dachu**

Zaprojektowano dach o konstrukcji drewnianej kryty dachówką ceramiczną. Zastosować drewno klasy min. C24. Dach dwuspadowy płatwiowo kleszczowy. Spadek połaci dachu na zewnątrz o wartości 30°. Minimalne wymiary i przekroje elementów konstrukcji dachu zgodnie z rysunkiem więźby.

Wszystkie elementy drewniane zabezpieczyć przed korozją biologiczną oraz ognioochronnie do klasy materiału niepalnego. Stosować łaty drewniane o przekroju min. 60x40mm Na styku konstrukcji drewnianej z murem, należy zastosować izolację z papy.

**Zabezpieczenie przed wilgocią:**

- Konstrukcje z drewna oraz materiałów drewnopochodnych powinny być chronione przed długotrwałym nawilgoceniem we wszystkich fazach ich wykonania.
- Wszystkie części i elementy konstrukcji z drewna oraz materiałów drewnopochodnych stykające się z elementami i częściami budynków lub konstrukcji wykonanymi z innych materiałów chłonących wilgoć powinny być zabezpieczone przed bezpośrednim wchłanianiem wilgoci z tych materiałów i elementów – za pomocą izolacji przeciwwilgociowej.
- Części i elementy budynków wykonane z drewna oraz materiałów drewnopochodnych powinny być zabezpieczone przed nadmiernym zawilgoceniem (np. w łazienkach, kuchniach, pomieszczeniach technologicznych) przez izolację przeciwwilgociową.
- Środki zabezpieczające przed wilgocią oraz sposób wykonania zabezpieczeń przed wilgocią elementów i konstrukcji powinny być dostosowane do rodzaju konstrukcji, użytych do nich materiałów budowlanych oraz warunków środowiskowych, w jakich konstrukcja z drewna oraz materiałów drewnopochodnych będzie eksploatowana.
- Środki i materiały do zabezpieczenia konstrukcji lub jej elementów przed zawilgoceniem powinny odpowiadać odpowiednim normom, a w przypadku ich braku posiadać aktualną aprobatę techniczną.
- Środki do zabezpieczenia konstrukcji i elementów z drewna oraz materiałów drewnopochodnych w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi nie mogą powodować zanieczyszczenia powietrza substancjami szkodliwymi dla zdrowia.

**Zabezpieczenie przed korozją biologiczną:**

- Wszystkie elementy z drewna i materiałów drewnopochodnych stosowane w budownictwie powinny być zabezpieczone przed korozją biologiczną.
- Jakość zabezpieczeń powinna spełniać wymagania określone w normie lub aprobacie technicznej.
- Środki chemiczne do zabezpieczenia elementów i konstrukcji z drewna oraz materiałów drewnopochodnych przed korozją biologiczną i owadami nie powinny powodować korozji łączników metalowych

## **7. Geotechniczne warunki i sposób posadowienia obiektu budowlanego/budynku.**

### **7.1. Opinia geotechniczna**

W ramach geotechnicznych prac terenowych w podłożu gruntowym wyznaczono trzy pakiety geotechniczne, w obrębie których wydzielono warstwy geotechniczne:

PAKIET I - obejmuje antropogeniczne grunty nasypowe – nasypy niekontrolowane. Pakiet jest jednocześnie warstwą geotechniczną.

WARSTWA I - nasyp niekontrolowany o zróżnicowanym składzie, wilgotny. Ze względu na niejednorodny charakter nasypów nie ma możliwości jednoznacznego wyznaczenia parametrów geotechnicznych.

PAKIET II - czwartorzędowe, plejstoceny grunty niespoiste. W obrębie pakietu wyodrębniono 3 warstwy geotechniczne.

WARSTWA IIA – piaski grube, nawodnione, w stanie średnio zagęszczonym, o wyznaczonym stopniu zagęszczenia  $ID = 0,50$ .

WARSTWA IIB – żwiry z domieszką otoczków, lokalnie przewarstwione gliną, pospółki z domieszkami gliny lub otoczków, wilgotne do nawodnionych, w stanie średnio zagęszczonym, o wyznaczonym stopniu zagęszczenia  $ID = 0,50$ .

WARSTWA IIC – żwiry z domieszką otoczków, nawodnione, w stanie zagęszczonym, o wyznaczonym stopniu zagęszczenia  $ID = 0,70$ .

PAKIET III - obejmuje czwartorzędowe, plejstoceny grunty spoiste o symbolu konsolidacji B. W obrębie pakietu wyodrębniono 2 warstwy geotechniczne.

WARSTWA IIIA – gliny pylaste, wilgotne, w stanie plastycznym, o wyznaczonym stopniu plastyczności  $IL = 0,36$ .

WARSTWA IIIB – gliny pylaste, gliny, lokalnie z domieszką żwiru, wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o uśrednionym stopniu plastyczności  $IL = 0,14$ .

Na podstawie przeprowadzonych badań, warunki geotechniczne występujące w podłożu uważa się za średniokorzystne ze względu na wysoki poziom wody gruntowej (1,0-1,8 m p.p.t.) i pod warunkiem usunięcia z podłoża nasypów niekontrolowanych oraz posadowienia powyżej zwierciadła wody gruntowej.

Podłoże zbudowane jest z osadów niespoistych w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym oraz z gruntów spoistych w stanie plastycznym i twardoplastycznym.

Podczas prowadzenia badań terenowych, we wszystkich otworach, nawiercono zwierciadło wody gruntowej na głębokości 1,0 - 1,8 m p.p.t., tj. na rzędnej 368,12 – 369,08 m n.p.m., o charakterze swobodnym oraz lekko napiętym.

Warunki w podłożu oraz rodzaj projektowanego obiektu sprawiają, że przedmiotową inwestycję zakwalifikowano do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.

## **7.2. Informacja o sposobie posadowienia budynku**

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie za pośrednictwem ław fundamentowych, stanowiących oparcie dla konstrukcji murowanej budynku.

## **8. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych.**

### **8.1. Rozwiązanie materiałowo – kolorystyczne elewacji według rysunków elewacji**

- Tynk zewnętrzny , obudowa kominów w kolorze RAL9010.
- balustrady stalowe malowane proszkowo w kolorze 7016. Wysokość 1,1m
- balkony prefabrykowane żelbetowe, na łącznikach termoizolacyjnych, malowane jak elewacja w kolorze RAL9010.
- obróbki blacharskie, czapy kominów, rury spustowe, rynny w kolorze: 7016
- boniowanie w tynku w kolorze: 7016
- strefa cokołu – płytki cokołowe w kolorze ciemny grafit;
- stolarka okienna i drzwiowa PVC, kolor ciemny grafit od zewnątrz, białe od wewnątrz.

### **8.2. Przegrody poziome:**

#### **SZ 1 – Ściana zewnętrzna $U=0,2$ [W/(m<sup>2</sup>K)]**

- tynk wierzchni
- zaprawa klejowa
- siatka z włókna szklanego
- termoizolacja – 15cm,  $\lambda=0,031$  [W/(m·K)]
- mineralna zaprawa klejowa
- pustak silikatowy lub ceramiczny – 25cm
- tynk wewnętrzny

#### **SZ 2 – Ściana zewnętrzna – przyziemie $U=0,2$ [W/(m<sup>2</sup>K)]**

- płytki elewacyjne ( klinkierowa )



- zaprawa klejowa
- termoizolacja ( polistyren ekstrudowany ) – 15cm,  $\lambda=0,031$  [W/(m·K)]
- zaprawa klejowa
- bloczek fundamentowy – 25cm
- tynk wewnętrzny

SW 1 – Ściana wewnętrzna  $U=0,1$  [W/(m<sup>2</sup>K)]  $R_{a1}R=50$  [dB]

- tynk wewnętrzny
- pustak silikatowy lub ceramiczny– 25cm
- klej systemu multipor
- płyta izolacyjna Multipor– 5cm,  $\lambda=0,040$  [W/(m·K)]
- zaprawa systemu multipor
- tynk cienkowarstwowy mineralny

SW 2 – Ściana wewnętrzna

- tynk wewnętrzny
- beton komórkowy – 8cm
- tynk wewnętrzny

SW 3 – Ściana wewnętrzna

- tynk wewnętrzny
- pustak silikatowy lub ceramiczny– 25cm
- tynk wewnętrzny

**8.3. Przegrody pionowe:**

PW 1 - Podłoga na gruncie  $U=0,3$  [W/(m<sup>2</sup>K)]:

- warstwa wykończeniowa podłogi (panele, płytki ceramiczne lub gresowe) – 2cm
- wylewka cementowa ( jastrych cementowy ) – 6cm
- paroizolacja – folia PE
- płyty izolacyjne PIR ETX 80 – 8cm,  $\lambda=0,025$  [W/(m·K)]
- izolacja przeciwwodna- 2x folia PE
- płyta żelbetowa – 16cm
- chudy beton – 5cm
- podsypka piaskowa zagęszczona – 35cm
- grunt rodzimy

PW 2 – Strop międzykondygnacyjny

- warstwa wykończeniowa podłogi (panele, płytki ceramiczne lub gresowe) – 2cm
- wylewka cementowa ( jastyrych cementowy ) – 6cm
- paroizolacja – folia PE
- płyty izolacyjne PIR ETX 30 – 3cm,  $\lambda=0,025$  [W/(m·K)]
- izolacja przeciwwodna- 2x folia PE
- strop wg PT konstrukcji – 25cm
- tynk wewnętrzny

PW 3 – Strop poddasza oddzielający pom. ogrzewane od nieogrzewanego  $U=0,25$  [W/(m<sup>2</sup>K)]

- warstwa wykończeniowa podłogi (deskowanie pełne) – 2cm
- wełna mineralna pomiędzy murlatami – 15cm,  $\lambda=0,033$  [W/(m·K)]
- paroizolacja – folia PE
- strop wg PT konstrukcji – 25cm
- tynk wewnętrzny

PW 4 – Strop klatki schodowej

- warstwa wykończeniowa podłogi (płytki ceramiczne lub gresowe) – 2cm
- strop wylewany żelbetowy wg PT konstrukcji – 18cm
- tynk wewnętrzny

D 1 – Dach o kącie nachylenia 35°  $U=0,3$  [W/(m<sup>2</sup>K)]  $8^{\circ}\text{C} < t_1 < 16^{\circ}\text{C}$ 

- dachówka betonowa lub ceramiczna
- łąty drewniane 4x5cm – 4cm
- kontrłąty drewniane – 2,5cm
- wiatroizolacja
- wełna mineralna pomiędzy murlatami – 10cm,  $\lambda=0,030$  [W/(m·K)]
- paroizolacja – folia PE

**8.4. Właściwości cieplne przegród zewnętrznych**

Właściwości cieplne przegród – współczynnik “U”

- Posadzka na gruncie – 0,3 W/m<sup>2</sup>K
- Strop poddasza ( oddzielający pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego) – 0,25 W/m<sup>2</sup>K
- Dach – 0,3 W/m<sup>2</sup> K,  $8^{\circ}\text{C} < t_1 < 16^{\circ}\text{C}$
- Ściana zewnętrzna budynku – 0,2 W/m<sup>2</sup> K
- Okna – 0,9 W/m<sup>2</sup> K

- Drzwi zewnętrzne – 1,3 W/m<sup>2</sup> K

## **9. Instalacje sanitarne wewnętrzne (rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego)**

### **9.1. Możliwości stosowania rozwiązań zamiennych**

PROJEKTANT WYRAŻA ZGODĘ NA STOSOWANIE ROZWIĄZAŃ ZAMIENNYCH TJ. INNYCH NIŻ WSKAZANE W PROJEKCIE: PRODUCENTÓW, TYPÓW RUR, ARMATURY I URZĄDZEŃ przy zachowaniu wydanych w projekcie parametrów technicznych doboru. Wszystkie zastosowane wyroby budowlane muszą posiadać wymagane przepisami atesty, certyfikaty CE i aprobaty techniczne dopuszczające do stosowania w budownictwie na terenie RP.

### **9.2. Wyposażenie budynku w instalacje sanitarne**

Projektuje się wyposażenie budynku w następujące wewnętrzne instalacje sanitarne:

- Budowę instalacji wody zimnej, ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji
- Budowę instalacji kanalizacji sanitarnej
- Budowę instalacji grawitacyjnego odwodnienia dachu budynku
- Budowę instalacji centralnego ogrzewania wodnego w lokalach mieszkalnych
- Montaż grzejników elektrycznych w łazienkach lokali mieszkalnych
- Montaż konwektorów elektrycznych w pomieszczeniu technicznym, komunikacji części wspólnych i na klatce schodowej
- Budowę źródła ciepła i centralnego podgrzewu cwu w postaci kaskady dwóch monoblokowych pomp ciepła powietrze-woda, wspomaganych kotłem gazowym

### **9.3. Instalacja wody zimnej, ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji**

#### **9.3.1. Instalacja wody zimnej - rozwiązania projektowe**

Instalację wody zimnej w budynku projektuje się na potrzeby socjalno-sanitarne. Dobowe zużycie wody do celów bytowo-socjalnych wynosi ok. 8,4m<sup>3</sup>/dobę. Sekundowe zużycie wody na cele bytowo - socjalne wynosi 2,8l/s. Bilans wody zawarto w opracowaniu.

Budynek zasilany będzie w wodę z projektowanego przyłącza wody Dz63PE, zakończonego zestawem wodomierzowym w pomieszczeniu technicznym 0/5.

Zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia do sieci wod.-kan. przez dostawcę wody Kudowski Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Kudowie Zdrój ciśnienie w sieci wodociągowej wynosi ok. 7,0 bar.

W pomieszczeniu technicznym nr 0/5 na instalacji wody, tuż za wejściem do budynku za zestawem wodomierza głównego, filtr siatkowy DN50, reduktor ciśnienia wody z ustawionym ciśnieniem początkowym ok. 4,2 bar, zawór antyskażeniowy typ EA DN50 oraz zawór docinający DN50. Na instalacji wody w najbardziej niekorzystnie położonym punkcie czerpалnym zapewnione będzie wymagane ciśnienie wody 0,05MPa.

W pomieszczeniu technicznym nr 0/5 na instalacji wody zimnej, należy wykonać odgałęzienie  $\varnothing 54 \times 1,5$  na potrzeby układu przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz odgałęzienie  $\varnothing 28 \times 1,2$  na potrzeby stacji uzdatniania wody (do napełniania i uzupełniania instalacji ogrzewania).

Instalację wody zimnej projektuje się z rozdziałem dolnym. Główne przewody rozprowadzające wody zimnej prowadzone będą pod stropem parteru części wspólnych. Projektuje się po jednym pionie na klatkę schodową. Piony wody zimnej W1 i W2 (wraz z pionami ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji) zlokalizowane będą w szachtach w obrębie komunikacji każdej z klatek schodowych. Na potrzeby doprowadzenia wody zimnej do pionu W2, obsługującego mieszkania zlokalizowane w klatce A, instalacja wody wprowadzona będzie do szachtu instalacyjnego w obrębie parteru klatki schodowej B, a następnie prowadzona będzie pod posadzką parteru w kanale technologicznym do szachtu instalacyjnego w obrębie parteru klatki schodowej A.

Kanał technologiczny o szerokości ok. 1,0m przewidziano na potrzeby instalacji rurowych wodnych i centralnego ogrzewania. Na kanale technologicznym, w celu zapewnienia dostępu do instalacji rurowych, zabudowane będą dwa włazy  $0,6 \text{m} \times 0,6 \text{m}$ , każdy w obrębie parteru obu klatek schodowych. Szczegóły dotyczące kanału technologicznego ujęte zostały w branży konstrukcyjnej.

Na poziomym przewodzie wody zimnej na każdym odgałęzieniu na piony należy zabudować zawory odcinające DN50.

Do pomiaru zużycia wody zimnej w lokalach mieszkalnych zaprojektowano wodomierze mieszkaniowe skrzydełkowe jednostrumieniowe np. Apator typ JS2,5-02 Smart C+ DN15 o strumieniu nominalnym  $Q_3=2,5 \text{m}^3/\text{h}$  i maksymalnym  $Q_4=3,125 \text{m}^3/\text{h}$ . Wodomierze przystosowane są do zdalnego odczytu i można je montować w dowolnej pozycji. Wodomierze należy wyposażyć w zawory kulowe odcinające DN15. Wodomierze mieszkaniowe zlokalizowane będą w szachcie przy pionach. Wodomierze umieszczać w konfiguracji jeden nad drugim.

Przewody wody zimnej na odcinku od wodomierzy mieszkaniowych do lokali mieszkalnych i w obrębie lokali mieszkalnych prowadzone będą w posadzce (w warstwie styropianu), w izolacji termicznej. Podejścia do przyborów sanitarnych wykonywać w obrębie ścianek instalacyjnych lub zabudowy meblowej (kuchnia).

Przy wykonywaniu podejść pod przybory stosować zapisy pkt. dot. wykonywania bruzd i wnęk w ścianach.

Wodę zimną należy doprowadzić do wszystkich baterii, zaworów czerpalnych i urządzeń sanitarnych, zgodnie z częścią rysunkową. Jako armaturę odcinającą stosować zawory kulowe PN16 z atestem do wody pitnej. Urządzenia i armaturę wypływową przewidzieć zgodnie z wymaganiami normatywnymi i projektem architektonicznym. Podłączenie wody zimnej wykonywać do prawego króćca baterii. W pomieszczeniu technicznym nr 0/5 projektuje się zlew z punktem czerpalnym. Wszystkie urządzenia i przybory w budynku zabezpieczone będą konstrukcyjnie przerwą powietrzną przed skażeniem wody.

Podejścia przewodami wody do urządzeń sanitarnych należy wykonać na następującej wysokości nad posadzką i o średnicach:

- dla baterii stojących umywalki i zlewozmywaka – 0,6m nad posadzką (dalej wężykami elastycznymi) -  $2\phi 16 \times 2$
- dla płuczki zbiornikowej – 0,6m nad posadzką  $\phi 16 \times 2$
- dla baterii naściennych natrysku - 1,1m nad posadzką  $2\phi 16 \times 2$
- dla pralki automatycznej – 0,6m nad posadzką  $\phi 20 \times 2$
- dla zmywarki – 0,6m nad posadzką  $\phi 16 \times 2$
- dla zaworu ze złączką – 0,6m nad posadzką  $\phi 16 \times 2$

Główne przewody rozdzielcze wody zimnej, prowadzone pod stropem w przestrzeni parteru części wspólnych oraz piony w szachtach w obrębie komunikacji klatek schodowych należy wykonać z rur i kształtek miedzianych łączonych przez zaprasowywanie złączek, w wykonaniu do instalacji wodnych montowanych wg opracowania „Wewnętrzne instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe z rur miedzianych - wytyczne stosowania” wyd. COBRTI „Instal” Warszawa 1996 r. Średnice opisano na rysunkach.

Przewody wody zimnej za wodomierzami, prowadzone podposadzkowo, w przestrzeni komunikacji oraz w lokalach mieszkalnych wykonać z rur wielowarstwowych PE-Xc/PE-RT (min. PN10), łączonych za pomocą tulei zaciskowych. Typy i rozstaw zawiesi należy dostosować do rodzaju oraz średnicy rurociągów. Przy przejściach przez przegrody konstrukcyjne należy montować tuleje ochronne.

W celu uniknięcia zjawiska kondensacji pary wodnej na rurociągach wody zimnej, projektuje się izolację całości instalacji, zgodnie z opisem. Główne rurociągi należy oznakować odnośnie rodzaju czynnika, temperatury i kierunku przepływu. Trasę instalacji przedstawiono w części rysunkowej.

### **9.3.2. Instalacja ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji – rozwiązania projektowe**

Instalację ciepłej wody i cyrkulacji projektuje się na potrzeby przyborów sanitarnych, zlokalizowanych w kuchniach i łazienkach lokali mieszkalnych oraz na potrzeby zlewu w pomieszczeniu technicznym nr 0/5 na parterze.

Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie w pomieszczeniu technicznym nr 0/5, w systemie pojemnościowym, za pomocą trzech pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u. o pojemności: 2x 700dm<sup>3</sup> oraz 1x 1000dm<sup>3</sup>. Wstępny podgrzew ciepłej wody użytkowej odbywać się będzie w dwóch podgrzewaczach pojemnościowych o poj. nominalnej V=700dm<sup>3</sup> każdy, wyposażonych w węzownice o zwiększonej powierzchni grzewczej 7m<sup>2</sup> i ciśnieniu roboczym 10 bar. Podgrzewacze wstępnego podgrzewu c.w.u. współpracować będą z jedną monoblokową pompą ciepła powietrze/woda, dokładniej opisaną w punkcie dotyczącym źródła ciepła. Dogrzew c.w.u. odbywać się będzie w podgrzewaczu pojemnościowym o poj. nominalnej V=1000dm<sup>3</sup>, wyposażonym w węzownicę o powierzchni grzewczej ok. 2,74m<sup>2</sup> i ciśnieniu roboczym 10 bar. Podgrzewacz dogrzewu c.w.u. współpracować będzie ze szczytowym źródłem ciepła jakim będzie gazowy kocioł kondensacyjny, dokładniej opisany w punkcie dotyczącym źródła ciepła.

Układ przygotowania ciepłej wody zabezpieczony będzie przed nadmiernym wzrostem ciśnienia po stronie wody zimnej za pomocą przeponowego naczynia wzbiorniczego o pojemności 300dm<sup>3</sup> np. typu Refix DT5 300 / P<sub>max</sub>=10bar, P<sub>wst</sub>=4,0bar oraz za pomocą membranowych zaworów bezpieczeństwa SYR typu 2115 3/4", P<sub>otw</sub>=6,0 bar, d<sub>o</sub>=14mm, zabudowanych na dopływie zimnej wody bezpośrednio przed każdym z podgrzewaczy wstępnego podgrzewu c.w.u. Obliczenia oraz dobór urządzeń zabezpieczających przed wzrostem ciśnienia zawarto w części obliczeniowej.

Instalacja ciepłej wody użytkowej wyposażona będzie w instalację cyrkulacji pompowej, która zapewni utrzymanie stałe temperatury ciepłej wody na poziomie min. 55°C. W instalacji będzie możliwość okresowego przegrzewu wody ze względu na bakterie Legionella. Regulacja termiczna instalacji cyrkulacji realizowana będzie za pomocą termostatycznych zaworów cyrkulacyjnych np. MTCV DN20 firmy Danfoss wersja B, wyposażonych w moduł dezynfekcyjny umożliwiający przeprowadzenie termicznej dezynfekcji instalacji. Na zaworach należy ustawić nastawę 55°C. Zawory podpionowe należy zamontować w przestrzeni pod stropem parteru klatki schodowej wraz ze złączkami z wbudowanymi zaworami kulowymi – funkcja odcięcia pionu. Złączki stanowią wyposażenie dodatkowe zaworu cyrkulacyjnego. Zawory lokalizować tak, aby zapewnić dostęp do obsługi.

Na instalacji ciepłej wody użytkowej za podgrzewaczem dogrzewu c.w.u. dodatkowo należy wykonać spinkę z instalacją wody zimnej na zasilaniu podgrzewaczy wstępnego podgrzewu c.w.u. Spinka instalacji c.w.u. za zasobnikami c.w.u. z instalacją wody zimnej na zasilaniu zasobników c.w.u. projektowana jest na potrzeby okresowego przegrzewu wody w zasobnikach ze względu na bakterie Legionella. Na spince zabudowana będzie pompa przegrzewu PUM np. typ MAGNA1 25-40N PN10 (obliczeniowy punkt pracy: Q=4m<sup>3</sup>/h, H<sub>p</sub>=1,0m sł.w.), zapewniająca wymuszenie przepływu w obiegu przegrzewu wody w podgrzewaczach c.w.u. Pompa PUM zabudowana będzie na instalacji obiegu

przegrzewu w pobliżu podgrzewacza dogrzewu c.w.u. w pomieszczeniu technicznym nr 0/5. Wysokość podnoszenia pompy przegrzewu sprawdzić na etapie wykonawstwa.

Zgodnie z zapisem §120 pkt.1 w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2022 poz. 1225 z późniejszymi zmianami) „w instalacji ciepłej wody powinien być zapewniony stały obieg wody, także na odcinkach przewodów o objętości wewnątrz przewodu powyżej  $3\text{dm}^3$  prowadzących do punktów czerpalnych”. Dla przyborów sanitarnych w pomieszczeniach łazienek i kuchni w lokalach mieszkalnych usytuowanych centralnie powyższy warunek dotyczący instalacji cyrkulacji c.w.u. został spełniony. Pojemność przewodów c.w.u. od pionu ciepłej wody do najniekorzystniej położonego przyboru sanitarnego w pomieszczeniach sanitarnych mieszkań centralnych jest mniejsza niż  $3\text{dm}^3$ . Niestety warunek ten nie jest spełniony w przypadku pomieszczeń łazienek i kuchni w lokalach mieszkalnych usytuowanych skrajnie. Wynika to z układu architektonicznego budynku oraz lokalizacji pionów i liczników wody (możliwego usytuowania w miejscu ogólnodostępnym części wspólnych tj. komunikacji).

Instalację wody ciepłej i cyrkulacji projektuje się z rozdziałem dolnym. Główne przewody rozpraszające prowadzone będą pod stropem parteru części wspólnych. Projektuje się po jednym pionie na klatkę schodową. Piony wody ciepłej i cyrkulacji W1 i W2 zlokalizowane będą w szachtach w obrębie komunikacji każdej z klatek schodowych. Na potrzeby doprowadzenia wody ciepłej do i odprowadzenia wody cyrkulacyjnej z pionu W2, obsługującego mieszkania zlokalizowane w klatce A, instalacja wody wprowadzona będzie do szachtu instalacyjnego w obrębie parteru klatki schodowej B, a następnie prowadzona będzie pod posadzką parteru w kanale technologicznym do szachtu instalacyjnego w obrębie parteru klatki schodowej A. Instalację wody ciepłej i cyrkulacji należy prowadzić z zachowaniem naturalnej kompensacji instalacji. Na poziomym przewodzie wody ciepłej na każdym odgałęzieniu na piony należy zabudować zawory odcinające DN40.

W kanale instalację wody ciepłej i cyrkulacji należy prowadzić pod przewodami instalacji ogrzewania, wykonać kompensacje u-kształtne instalacji i zabudować punkty stałe.

Kanal technologiczny o szerokości ok. 1,0m przewidziano na potrzeby instalacji rurowych wodnych i centralnego ogrzewania. Na kanale technologicznym, w celu zapewnienia dostępu do instalacji rurowych, zabudowane będą dwa włazy  $0,6\text{m} \times 0,6\text{m}$ , każdy w obrębie parteru obu klatek schodowych. Szczegóły dotyczące kanału technologicznego ujęte zostały w branży konstrukcyjnej.

Do pomiaru zużycia wody ciepłej w lokalach mieszkalnych zaprojektowano wodomierze mieszkaniowe skrzydełkowe jednostrumieniowe np. Apator typ JS90 1,6-02 Smart+ DN15 o strumieniu nominalnym  $Q_3=1,6\text{m}^3/\text{h}$  i maksymalnym  $Q_4=2,0\text{m}^3/\text{h}$ . Wodomierze przystosowane są do zdalnego odczytu i można je montować w dowolnej pozycji. Wodomierze należy wyposażyć w zawory kulowe odcinające DN15.

Wodomierze mieszkaniowe zlokalizowane będą w szachcie przy pionach. Wodomierze umieszczać w konfiguracji jeden nad drugim.

Przewody wody ciepłej na odcinku od wodomierzy mieszkaniowych do lokali mieszkalnych i w obrębie lokali mieszkalnych prowadzone będą w posadzce (w warstwie styropianu), w izolacji termicznej. Podejścia do przyborów sanitarnych wykonywać w obrębie ścianek instalacyjnych lub zabudowy meblowej (kuchnia).

Przy wykonywaniu podejść pod przybory stosować zapisy pkt. dot. wykonywania bruzd i wnęk w ścianach.

Wodę ciepłą należy doprowadzić do wszystkich baterii, zaworów czerpalnych i urządzeń sanitarnych, zgodnie z częścią rysunkową. Jako armaturę odcinającą stosować zawory kulowe PN16 z atestem do wody pitnej. Dla wody ciepłej stosować armaturę dla temperatury do 80°C. Urządzenia i armaturę wypływową przewidzieć zgodnie z wymaganiami normatywnymi i projektem architektonicznym. Podłączenie wody ciepłej wykonywać do lewego króćca baterii. W pomieszczeniu technicznym nr 0/5 projektuje się zlew oraz punkt czerpalny.

Podejścia przewodami wody do urządzeń sanitarnych należy wykonać na następującej wysokości nad posadzką i o średnicach:

- dla baterii stojących umywalki i zlewozmywaka – 0,6m nad posadzką (dalej wężykami elastycznymi) - 2 $\phi$ 16x2
- dla baterii naściennych natrysku - 1,1m nad posadzką 2 $\phi$ 16x2
- dla zaworu ze złączką – 0,6m nad posadzką  $\phi$ 16x2

Główne przewody rozdzielcze wody ciepłej i cyrkulacji, prowadzone pod stropem w przestrzeni parteru części wspólnych oraz piony w szachtach w obrębie komunikacji klatek schodowych należy wykonać z rur i kształtek miedzianych łączonych przez zaprasowywanie złązek, w wykonaniu do instalacji wodnych montowanych wg opracowania „Wewnętrzne instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe z rur miedzianych - wytyczne stosowania” wyd. COBRTI „Instal” Warszawa 1996 r. Średnice opisano na rysunkach.

Przewody wody ciepłej za wodomierzami, prowadzone podposadzkowo, w przestrzeni komunikacji oraz w lokalach mieszkalnych wykonać z rur wielowarstwowych PE-Xc/PE-RT (min. PN10), łączonych za pomocą tulei zaciskowych. Typy i rozstaw zawiesi należy dostosować do rodzaju oraz średnicy rurociągów. Przy przejściach przez przegrody konstrukcyjne należy montować tuleje ochronne.

W celu ograniczenia strat ciepła rurociągów wody ciepłej na rurociągach wody ciepłej i cyrkulacji, projektuje się izolację całości instalacji, zgodnie z opisem. Główne rurociągi należy oznakować



odnośnie rodzaju czynnika, temperatury i kierunku przepływu. Trasę instalacji przedstawiono w części rysunkowej.

### 9.3.3. Mocowanie przewodów

Przewody mocować do elementów konstrukcyjnych budynku za pomocą zawiesi instalacyjnych.

Mocowanie przewodów wykonać w odległościach co:

- 4,3m dla rur  $\phi 66,7 \times 1,5$  Cu
- 3,5m dla rur  $\phi 54 \times 2,0$  Cu
- 3,0m dla rur  $\phi 42 \times 1,5$  Cu
- 2,8m dla rur  $\phi 35 \times 1,5$  Cu
- 2,3m dla rur  $\phi 28 \times 1,5$  Cu
- 2,0m dla rur  $\phi 22 \times 1,0$  Cu
- 1,5m dla rur  $\phi 18 \times 1,0$  Cu
- 1,3m dla rur  $\phi 15 \times 1,0$  Cu

W celu przeciwdziałania wydłużeniom termicznym zaprojektowano wykorzystanie kompensacji naturalnej na załamaniach rurociągów.

### 9.3.4. Próby szczelności

Po wykonaniu instalacji, przed zakryciem bruzd i zaizolowaniem przewodów, instalację należy przepłukać czystą wodą, w razie konieczności zdezynfekować. Instalację wody należy poddać próbie szczelności na ciśnienie nie mniejsze niż 0,9 MPa, utrzymać ciśnienie przez 20min (spadek na manometrze nie powinien być większy niż 2%) i obserwować przewody oraz armaturę. Badanie dla instalacji ciepłej wody należy wykonać dwukrotnie – raz napełniając instalację wodą zimną, drugi raz wodą o temperaturze 60°C. Badanie temperatury ciepłej wody należy wykonać poprzez pomiar temperatury strumienia wypływającego. Protokół potwierdzający pozytywne wyniki prób stanowi podstawę do przekazania instalacji do eksploatacji.

### 9.3.5. Izolacja przewodów

W celu ograniczenia strat ciepła rurociągów wody ciepłej oraz uniknięcia zjawiska kondensacji pary wodnej na rurociągach wody zimnej, projektuje się izolację całości instalacji otulinami z pianki polietylenowej i wełny mineralnej o parametrach nie gorszych niż  $\lambda=0,035$  [W/mK]. Projektuje się:

- otuliny np. Armacell Tubolit DG o grubości 9mm dla wody zimnej dla instalacji prowadzonej w obrębie pom. technicznego, części wspólnych na parterze i szachtu w komunikacji
- otuliny np. Armacell Tubolit S (w warstwie ochronnej folii polimerowej) o grubości 6mm dla wody zimnej dla instalacji prowadzonej w posadzce

- otuliny np. Armacell Tubolit DG o grubości 30mm dla wody ciepłej powyżej średnicy  $\phi 25$  dla instalacji prowadzonej w obrębie szachtu w komunikacji
- otuliny np. Armacell Tubolit S (w warstwie ochronnej folii polimerowej) o grubości 13mm dla wody ciepłej dla instalacji prowadzonej w posadzce
- otuliny np. Termorock o grubości 40mm dla wody ciepłej dla instalacji prowadzonej w obrębie pom. technicznego, części wspólnych na parterze

Izolowanie rur należy wykonać po zakończeniu próby szczelności. Prace należy wykonywać zgodnie z technologią montażu opracowaną przez producenta systemu.

Główne rurociągi należy oznakować odnośnie rodzaju czynnika i kierunku przepływu.

### 9.3.6. Zabezpieczenie przepustów w przegrodach wydzielenia pożarowego

Przepusty instalacyjne w przegrodach oddzielenia pożarowego w przestrzeni parteru należy zabezpieczyć pożarowo do odporności przegrody masami lub kołnierzami ogniochronnymi. Sposób zabezpieczania dobrać do rodzaju rury palna/ niepalna prowadzonej w izolacji palnej. Lokalizacje przepustów zaznaczono na rysunkach.

### 9.3.7. Dobór wodomierzy mieszkaniowych

Projektuje się wyposażenie wszystkich mieszkań w następujące urządzenia sanitarne:

| Lp | urządzenie  | Szt. | woda zimna |                   | woda ciepła |                   |
|----|-------------|------|------------|-------------------|-------------|-------------------|
|    |             |      | qn [l/s]   | $\Sigma qn$ [l/s] | qn [l/s]    | $\Sigma qn$ [l/s] |
| 1  | umywalka    | 1    | 0,07       | 0,07              | 0,07        | 0,07              |
| 2  | zlewozmywak | 1    | 0,07       | 0,07              | 0,07        | 0,07              |
| 3  | pluczka     | 1    | 0,13       | 0,13              |             |                   |
| 4  | zmywarka    | 1    | 0,15       | 0,15              |             |                   |
| 5  | prysznic    | 1    | 0,15       | 0,15              | 0,15        | 0,15              |
| 6  | pralka      | 1    | 0,25       | 0,25              |             |                   |
|    |             |      |            | <b>0,82</b>       |             | <b>0,29</b>       |

Przepływ obliczeniowy wody (na podstawie PN-92/B-01706):

- woda zimna

$$q_s = 0,682 \times (0,82)^{0,45} - 0,14 = 0,48 \text{ dm}^3/\text{s} = 1,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano wodomierz mieszkaniowy skrzydełkowy jednostrumieniowy np. Apator typ JS2,5-02 Smart C+ DN15 o strumieniu nominalnym  $Q_3=2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  i maksymalnym  $Q_4=3,125 \text{ m}^3/\text{h}$ .

- woda ciepła

$$q_s = 0,682 \times (0,29)^{0,45} - 0,14 = 0,25 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,90 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano wodomierz mieszkaniowy skrzydełkowy jednostrumieniowy np. Apator typ JS90 1,6-02 Smart+ DN15 o strumieniu nominalnym  $Q_3=1,6\text{m}^3/\text{h}$  i maksymalnym  $Q_4=2,0\text{m}^3/\text{h}$ .

#### **9.4. Instalacja kanalizacji sanitarnej**

##### **9.4.1. Rozwiązanie projektowe**

Projektowana instalacja kanalizacji sanitarnej odprowadzać będzie ścieki bytowo-gospodarcze z przyborów sanitarnych z aneksów kuchennych i łazienek lokali mieszkalnych oraz zlewu technicznego w pomieszczeniu technicznym.

Ilość wytwarzanych ścieków bytowo-gospodarczych w budynku wynosi ok.  $8,0\text{m}^3/\text{dobę}$ . Spływ ścieków sanitarnych z budynku wynosi ok.  $7,0\text{ dm}^3/\text{s}$ . Bilans ścieków zawarto w opracowaniu.

Ścieki z mieszkań w budynku, odprowadzane będą grawitacyjnie dwoma przykanalikami zgodnie z Projektem instalacji zewnętrznej kanalizacji sanitarnej. Skład ścieków bytowo – gospodarczych z mieszkań umożliwił będzie oprowadzenie ich do miejskiego kolektora sanitarnego bez podczyszczenia.

Przybory sanitarne montować zgodnie z wymaganiami normatywnymi i projektem architektonicznym. Wszystkie urządzenia wyposażać w zamknięcie wodne. Stosować syfony butelkowe lub rurowe.

W pomieszczeniu technicznym/ kotłowni zaprojektowano zlew techniczny oraz wpust podłogowy DN100 z korpusem z tworzywa, z kołnierzem uszczelniającym, syfonem, zabezpieczeniem przed zapachami i kratką ze stali nierdzewnej.

Instalację kanalizacji sanitarnej prowadzoną pod posadzką parteru należy wykonać z rur PVC litych SN8 kielichowych, łączonych na uszczelki, w wykonaniu do kanalizacji zewnętrznej. Przewody należy zabudowywać, zachowując spadki zgodne z częścią rysunkową.

Przejście przewodem kanalizacji pod ławą fundamentową i w posadzce wykonać jako wodo – i gazoszczelne w rurze stalowej ochronnej DN200.

Pozostałą część instalacji projektuje się z rur PCV kielichowych, w wykonaniu do kanalizacji wewnętrznej. Podejścia do przyborów prowadzić w warstwach posadzki, przedściankach, ściankach instalacyjnych lub szachtach instalacyjnych, ze spadkiem min. 2% w stronę pionu. Stosować podejścia o średnicy Ø40PP dla umywalki oraz Ø50PCV dla zlewozmywaka, wanny, natrysku, pralki i zmywarki. Miski ustępowe podłączać przewodem Ø110PCV.

Przy wykonywaniu podejść pod przybory stosować zapisy pkt. dot. wykonywania bruzd i wnęk w ścianach.

Piony kanalizacyjne wyprowadzić ponad dach i zakończyć rurami wywiewnymi. Na pionach kanalizacyjnych na parterze i 2 piętrze – 0,5m nad posadzką parteru należy zamontować czyszczaki.

Piony kanalizacyjne należy izolować akustycznie matami wygłuszającymi. Rurociągi należy mocować do przegród budowlanych z zastosowaniem systemów zamocowań dla instalacji sanitarnych.

Maksymalne odległości podpór wynoszą:

- dla rur Ø32-40 w odległościach do 0,5m
- dla rur Ø50-75 w poziomie w odległościach, co 0,8m
- dla rur Ø50-75 w pionie w odległościach, co 1,5m
- dla rur Ø110 i Ø160 w odległościach, co 1,5m

Monoblokowe pompy ciepła odwadniane będą nad teren zielony przy budynku.

#### **9.4.2. Próby szczelności**

Po wykonaniu poszczególnych instalacji kanalizacji szczelność należy sprawdzić poprzez oględziny po napełnieniu wodą i w czasie swobodnego przepływu wody w przewodach.

Badania odbiorowe prowadzić zgodnie z PN-92/B-10735 „Kanalizacja. Przewody kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze.”

### **9.5. Instalacja kanalizacji deszczowej**

#### **9.5.1. Rozwiązanie projektowe**

Wody opadowe z połaci dachu budynku i zadaszeń nad wiatrolapami odprowadzane będą zewnętrznymi rurami spustowymi wg branży architektonicznej. Podłączenie rur spustowych wg projektu instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej. Ilość wód opadowych z dachu wynosi 10,8dm<sup>3</sup>/s. Bilans zawarto w opracowaniu.

### **9.6. Źródło ciepła – kaskada pomp ciepła wspomagana kotłem gazowym**

#### **9.6.1. Rozwiązana projektowe**

W projektowanym budynku źródłem ciepła na potrzeby grzewcze oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej będzie kaskada dwóch monoblokowych pomp ciepła powietrze/woda współpracujących z kondensacyjnym kotłem gazowym, w przypadku szczytowego zapotrzebowania na moc grzewczą.

Kaskada pomp ciepła wraz z kotłem gazowym dostarczać będzie czynnik grzewczy do następujących obiegów grzewczych:

$Q_{CO1} = 28,9 \text{ kW}$  – centralne ogrzewanie CO1 – ogrzewanie podłogowe, parametry czynnika 37/29,5°C

$Q_{CO2} = 28,7 \text{ kW}$  – centralne ogrzewanie CO2 – ogrzewanie podłogowe, parametry czynnika 37/29,5°C

$Q_{CWU3} = 32,0 \text{ kW}$  – średniodobowe zapotrzebowanie ciepła do podgrzewu c.w.u.

Do bilansu mocy kaskady pomp ciepła wspomaganych kotłem gazowym, dla poszczególnych obiegów przyjęto współczynniki jednoczesności działania:

$\varphi_1 = 0,80$  – dla ogrzewania podłogowego (instalacja wyposażona w zasobnik buforowy wody grzewczej)

$\varphi_4 = 1,00$  – dla podgrzewu cwu

Bilans mocy wynosi:

$$Q_C = (28,9 + 28,7) \times 0,8 + 32,0 = 78,1 \text{ kW}$$

Źródłem ciepła dla instalacji ogrzewania i układu przygotowania ciepłej wody użytkowej będzie projektowana kaskada monoblokowych pomp ciepła powietrze/woda, składająca się z 2 jednostek zewnętrznych dwu-sprężarkowych np. typ LA35TBS Dimplex lub równoważny, o mocy nominalnej 24,7kW i współczynniku wydajności COP do 3,4 (wg EN 14511 przy A2/W35, czyli przy temperaturze zewn. +2°C i temperaturze na zasilaniu +35°C). Każda z pomp ciepła przy temperaturze zewn. -7°C i temperaturze na zasilaniu +35°C, ma moc cieplną 22,3kW i współczynnik efektywności energetycznej COP równy 3,10. Zaprojektowane urządzenie może pracować w trybie ogrzewania w zakresie -22°C/+35°C. Czynnik w obiegu wewnętrznym pomp ciepła: R407C. Kaskada pomp ciepła wyposażona będzie w system sterowania z zaawansowanym sterownikiem np. WPM Touch Master dla układów kaskadowych pomp ciepła, z programowalną regulacją pogodową.

Kaskada pomp ciepła samodzielnie pokryje zapotrzebowanie na ciepło dla budynku do temperatury zewnętrznej ok. -10°C. Poniżej tej temperatury pompy ciepła wspomagane będą kondensacyjnym kotłem gazowym np. typ WGB EVO 38i. Na instalacji ciepła zabudowany będzie zbiornik buforowy wody grzewczej o pojemności 500dm<sup>3</sup>, np. nieemaliowany, izolowany zbiornik buforowy np. typ PSW500 Dimplex lub równoważny. Bufor ciepła ładowany będzie z pomp ciepła oraz kondensacyjnego kotła gazowego (w przypadku szczytowego zapotrzebowania na ciepło). Zbiornik buforowy zapewni stabilność i niezawodność pracy instalacji grzewczej. Ponadto zbiornik pełni funkcję magazynu dla energii cieplnej nieodebranej przez instalację c.o., a także magazynu ciepła np. na czas odmrażania parowników.

Projektowana kaskada pomp ciepła dostarczać będzie czynnik grzewczy – wodę o parametrach 45/40°C na potrzeby centralnego ogrzewania budynku oraz układu przygotowywanie ciepłej wody użytkowej. Czynnik grzewczy wytwarzany w pompach ciepła dostarczany będzie do budynku do pomieszczenia technicznego nr 0/5. W pomieszczeniu technicznym na każdym z 2 obiegów zasilających bufor na przewodzie powrotnym do pomp ciepła zabudowana będzie pompa obiegowa P01 np. typ UPH 90-32 PN10 ( $Q_{maks}=3,2\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H_p \text{ maks}=4,0\text{m s.l.w.}$ ; 230V, 150W). Pompy obiegowe P01 zapewnione będą miały zasilanie awaryjne z zasilacza UPS, aby podtrzymać pracę układu pomp w przypadku braku zasilania. Dobór UPS wg branży elektrycznej.

Na obiegu ładującym układ przygotowania c.w.u. na przewodzie zasilającym węzownice podgrzewaczy c.w.u. zabudowana będzie pompa obiegowa P02 np. typ UPH 90-32 PN10 ( $Q_{maks}=3,2m^3/h$ ,  $H_p maks=4,0m$  sł.w.; 230V, 150W).

Każdy z trzech obiegów pomp ciepła wyposażony będzie w armaturę odcinającą, zawory zwrotne i filtry (zgodnie ze schematem źródła ciepła). Stosować armaturę mufową do średnicy DN50 i armaturę kołnierзовą dla większych średnic. Przy pompach należy zabudować kompensatory elastyczne.

Kocioł gazowy za pośrednictwem sprzęgła hydraulicznego zasilac będzie rozdzielacz ciepła z dwoma obiegami pompowymi (jeden obieg na potrzeby szczytowego ładowania podgrzewacza c.w.u./ dogrzew c.w.u., drugi obieg na potrzeby szczytowego ładowania zbiornika buforowego ciepła). Kocioł posiada wbudowaną elektroniczną pompę obiegową o wysokiej efektywności.

Projektuje się sprzęgło hydrauliczne DN65 PN6 dla mocy 40kW. Do rozdziału obiegów zaprojektowano rozdzielacz ciepła z dwoma obiegami pompowymi (bezpośrednim na instalację szczytowego ładowania podgrzewacza c.w.u./ dogrzew c.w.u. oraz pośrednim na instalację szczytowego ładowania zbiornika buforowego ciepła). Obieg pośredni wyposażony będzie w zawór regulacyjny mieszający DN25 z siłownikiem.

Na obiegach zabudowane będą pompy obiegowe. Dokładny opis i parametry pomp zawarto w punkcie dotyczącym rozdzielaczy ciepła.

#### Układ przygotowania cwu:

Ciepła woda użytkowa przygotowywana będzie centralnie w pomieszczeniu technicznym nr 0/5, w systemie pojemnościowym, za pomocą trzech pojemnościowych podgrzewaczy c.w.u. o pojemności:  $2 \times 700dm^3$  oraz jeden  $1000dm^3$ . Wstępny podgrzew ciepłej wody użytkowej odbywać się będzie w dwóch podgrzewaczach pojemnościowych o poj. nominalnej  $V=700dm^3$  każdy o zwiększonej powierzchni grzewczej. Zabudować np. stalowy emaliowany podgrzewacz c.w.u. typ WWSP 770, wyposażony w węzownice o zwiększonej powierzchni grzewczej  $7m^2$  i ciśnieniu roboczym 10bar. Podgrzewacze wstępnego podgrzewu c.w.u. współpracować będą z jedną monoblokową pompą ciepła powietrze/woda. Dogrzew c.w.u. odbywać się będzie w trzecim podgrzewaczu pojemnościowym o poj. nominalnej  $V=1000dm^3$  np. serii MEGA typ W-E1000.81, wyposażonym w węzownicę zabezpieczoną przed korozją pokrytą emalią ceramiczną, o powierzchni grzewczej ok.  $2,74m^2$  i ciśnieniu roboczym 10 bar. Podgrzewacz dogrzewu c.w.u. zasilany będzie ze szczytowego źródłem ciepła gazowego tj. gazowego kotła kondensacyjnego.

Na instalacji ciepłej wody użytkowej za podgrzewaczem dogrzewu c.w.u. dodatkowo należy wykonać spinkę z instalacją wody zimnej na zasilaniu podgrzewaczy wstępnego podgrzewu c.w.u. Spinka instalacji c.w.u. za zasobnikami c.w.u. z instalacją wody zimnej na zasilaniu zasobników c.w.u. projektowana jest na potrzeby okresowego przegrzewu wody w zasobnikach ze względu na bakterie

Legionella. Na spince zabudowana będzie pompa przegrzewu PUM np. typ MAGNA1 25-40N PN10 (obliczeniowy punkt pracy:  $Q=4\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H_p=1,0\text{m}$  sł.w.), zapewniająca wymuszenie przepływu w obiegu przegrzewu wody w podgrzewaczach c.w.u. Pompa PUM zabudowana będzie na instalacji obiegu przegrzewu w pobliżu podgrzewacza dogrzewu c.w.u.

Instalacja ciepłej wody użytkowej wyposażona będzie w instalację cyrkulacji pompowej, która zapewni utrzymanie stałej temperatury ciepłej wody na poziomie min.  $55^\circ\text{C}$ . Na instalacji cyrkulacji, celem wymuszenia przepływu wody, zaprojektowano pompę cyrkulacyjną PC np. typ MAGNA1 25-40N PN10 (obliczeniowy punkt pracy:  $Q=2,0\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H_p=1,5\text{m}$  sł.w.), która zabudowana będzie w pomieszczeniu technicznym nr 0/5. Wysokość podnoszenia pompy cyrkulacyjnej sprawdzić na etapie wykonawstwa.

Monoblokowe pompy ciepła zlokalizowane będą na zewnątrz budynku, po północnej stronie budynku, w odległości ok. 5m od ściany budynku tak aby poziom ciśnienia akustycznego nie przekraczał  $45\text{dB(A)}$ . Czynnik grzewczy wytwarzany w pompach ciepła dostarczany będzie do budynku za pomocą zewnętrznej instalacji ciepła wprowadzonej do pomieszczenia technicznego nr 0/5, od strony północnej budynku. Przejście w ścianie fundamentowej oraz w posadzce instalacją ciepła należy wykonać systemowymi kolanami preizolowanymi z przejściami szczelnymi dla dobranych rur preizolowanych. Opis podziemnej instalacji ciepła na odcinku pompy – budynek zawarto w punkcie dot. zewnętrznej instalacji ciepła. Sposób montażu pomp ciepła wg opisu Instalacji zewnętrznej ciepła.

Pompy ciepła oraz kocioł gazowy pracować będą bez stałej obsługi, a wymagać będą jedynie okresowej kontroli i konserwacji. Pompy ciepła i instalację należy zabezpieczyć przed nadmiernym wzrostem ciśnienia za pomocą przeponowego naczynia wzbiórczego o pojemności  $140\text{dm}^3$  np. typ NG140  $P_{\text{max}}=6,0\text{ bar}$ ,  $P_{\text{wst}}=1,0\text{bar}$ , połączonego rurą wzbiórczą  $28\times 1,5\text{mm}$  i wyposażonym w złącze odcinające SU R1 oraz za pomocą membranowego zaworu bezpieczeństwa SYR typu 1915  $1/2''$ ,  $P_{\text{otw}}=3,0\text{ bar}$ ,  $d_o=12\text{mm}$ , zabudowanego na każdym obiegu zasilającym z pompy ciepła, a także za pomocą membranowego zaworu bezpieczeństwa będącego na wyposażeniu kotła gazowego. Obliczenia oraz dobór urządzeń zabezpieczających przed wzrostem ciśnienia zawarto w części obliczeniowej.

Układ przygotowania ciepłej wody zabezpieczony będzie przed nadmiernym wzrostem ciśnienia po stronie wody zimnej za pomocą przeponowego naczynia wzbiórczego o pojemności  $300\text{dm}^3$  np. typu DT5 300 /  $P_{\text{max}}=10\text{bar}$ ,  $P_{\text{wst}}=4,0\text{bar}$  oraz za pomocą membranowego zaworu bezpieczeństwa np. SYR typu 2115  $3/4''$ ,  $P_{\text{otw}}=6,0\text{ bar}$ ,  $d_o=14\text{mm}$ , zabudowanego na każdym dopływie zimnej wody do dwóch podgrzewaczy c.w.u. Obliczenia oraz dobór urządzeń zabezpieczających przed wzrostem ciśnienia zawarto w części obliczeniowej.

W pomieszczeniu technicznym przewiduje się stację uzdatniania wody do napełniania i uzupełniania instalacji o wydajności ok.  $Q=1,2\text{m}^3/\text{h}$ .

Ideowy schemat źródła ciepła z kaskadą pomp ciepła wspomaganą gazowym kotłem kondensacyjnym przedstawiono na schemacie IS08 w części rysunkowej.

Pomieszczenie techniczne nr 0/5, zabezpieczone będzie przed dostępem osób niepowołanych, będzie ogrzewane przez konwektory elektryczne i wyposażone w wentylację grawitacyjną nawiewną i wywiewną. W pomieszczeniu technicznym zabudowany będzie zlew techniczny ze złączkami do węża oraz wpust podłogowy.

Instalacja kondensatu z kotła gazowego przed wprowadzeniem do kanalizacji, przepływać będzie przez neutralizator skroplin NEOP70, zabudowany w kotłowni. Przewód kondensatu z kotła do neutralizatora wykonać z rur PP PN20 stabilizowanych.

### 9.6.2. Rozdzielacze pompowe instalacji ciepła

W pomieszczeniu technicznym nr 0/5 projektuje się dwa rozdzielacze rurowe zasilanie/powrót ciepła:

- 1) rozdzielacz ciepła zasilanie/powrót – zabudowany w układzie szczytowego przygotowania ciepła przez kocioł gazowy na potrzeby ładowania podgrzewacza c.w.u./ dogrzew c.w.u., drugi obieg na potrzeby ładowania zbiornika buforowego ciepła
- 2) rozdzielacz ciepła zasilanie/powrót – zabudowany w układzie za zbiornikiem buforowym, na potrzeby instalacji centralnego ogrzewania.

Na rozdzielaczu przy kotle gazowym projektuje się 2 obiegi pompowe:

- 1) obieg kocioł gazowy – podgrzewacz c.w.u. – na potrzeby szczytowego ładowania podgrzewacza c.w.u./ dogrzew c.w.u. Na zasilaniu obiegu zabudowana będzie pompa obiegowa P03 np. typ MAGNA1 25-40 PN10, z punktem pracy  $Q=1,7\text{m}^3/\text{h}$ ;  $H=2,5\text{m}$  sł. w. (230V, 60W)
- 2) obieg kocioł gazowy – bufor ciepła – na potrzeby szczytowego ładowania zbiornika buforowego ciepła. Na zasilaniu obiegu zabudowana będzie pompa obiegowa P04 np. typ MAGNA1 25-40 PN10, z punktem pracy  $Q=1,7\text{m}^3/\text{h}$ ;  $H=3,0\text{m}$  sł. w. (230V, 60W). Obieg wyposażony będzie w zawór regulacyjny mieszający DN25 z siłownikiem.

Rozdzielacz ciepła projektuje się z rur stalowych 2x DN50  $L=0,6\text{m}$ , z odejściami  $\varnothing 35 \times 1,5$  dla obu obiegów. Rozdzielacze zasilane będą z kotła gazowego przewodami  $\varnothing 35 \times 1,5$ . Rozdzielacze wyposażone będą w króćce spustowe DN15. Na instalacji zasilania z kotła gazowego, w miejscu gdzie czynnik grzewczy będzie miał najwyższą temperaturę w układzie grzewczym, przewidziano zabudowę separatora mikropęcherzy powietrza np. Spirovent 1 ¼", w celu zapewnienia jak najskuteczniejszej separacji powietrza w instalacji i zapobieżeniu zapowietrzania się jej.

Każdy z obiegów wyposażony będzie w armaturę odcinającą, zawory zwrotne i filtry (zgodnie ze schematem źródła ciepła). Stosować armaturę mufową do średnicy DN50. Przy pompach zabudować kompensatory elastyczne. Obiegi wyposażać w termometry i manometry.



Na rozdzielaczu za buforem ciepła projektuje się 2 obiegi pompowe:

- 1) CO1 – instalacja centralnego ogrzewania na potrzeby zasilania ogrzewania podłogowego w lokalach mieszkalnych zlokalizowanych w klatce B. Na zasilaniu obiegu CO1 zabudowana będzie pompa obiegowa P05 np. typ MAGNA1 32-100 PN10, z punktem pracy  $Q=4,5\text{m}^3/\text{h}$ ;  $H=7,5\text{m}$  sł. w. (230V, 175W)
- 2) CO2 – instalacja centralnego ogrzewania na potrzeby zasilania ogrzewania podłogowego w lokalach mieszkalnych zlokalizowanych w klatce A. Na zasilaniu obiegu CO2 zabudowana będzie pompa obiegowa P06 np. typ MAGNA1 32-100 PN10, z punktem pracy  $Q=4,5\text{m}^3/\text{h}$ ;  $H=6,3\text{m}$  sł. w. (230V, 175W)

Rozdzielacz ciepła projektuje się z rur stalowych 2x DN100  $L=0,7\text{m}$ , z odejściami  $\varnothing 54 \times 1,5$  dla obiegu CO1 i  $\varnothing 54 \times 1,5$  dla obiegu CO2. Rozdzielacze zasilane będą z buforu ciepła przewodami  $\varnothing 66 \times 1,5$ . Rozdzielacze wyposażone będą w króćce spustowe DN15.

Każdy z obiegów wyposażony będzie w armaturę odcinającą, zawory zwrotne i filtry (zgodnie ze schematem źródła ciepła). Stosować armaturę mufową do średnicy DN50 i armaturę kołnierзовą dla większych średnic. Przy pompach zabudować kompensatory elastyczne. Obiegi wyposażyć w termometry i manometry.

Rozdzielacze posadowić na wysokości ok. 1,0m (zasilający) i 0,6m (powrotny) nad posadzką, na konstrukcji wsporczej. Schemat rozdzielacza przedstawiono na rysunku IS08.

### **9.6.3. Rurociągi i armatura**

W obrębie pom. technicznego nr 0/5 obiegi grzewcze od pomp ciepła i od kotła gazowego do zbiornika buforowego ciepła i dalej od bufora ciepła do rozdzielacza pompowego obiegów c.o., a także obiegi grzewcze od pomp ciepła i od kotła gazowego do podgrzewaczy c.w.u., projektuje się z rur ze stali czarnej zewnętrznie ocynkowanych, łączonych przez zaprasowywanie złączy.

Instalacja grzewcza w częściach wspólnych budynku oraz pionowy instalacji centralnego ogrzewania w szachtach w obrębie klatek schodowych i kanału technologicznego projektuje się zgodnie z opisem instalacji centralnego ogrzewania.

Instalacje wody zimnej, ciepłej oraz cyrkulacji w obrębie pomieszczenia technicznego projektuje się z rur i kształtek miedzianych łączonych przez zaprasowywanie złączy, w wykonaniu do instalacji wodnych montowanych wg opracowania „Wewnętrzne instalacje wodociągowe, grzewcze i gazowe z rur miedzianych - wytyczne stosowania” wyd. COBRTI „Instal” Warszawa 1996 r. Średnice opisano na rysunkach.

Instalacje wody zimnej, ciepłej oraz cyrkulacji w częściach wspólnych budynku oraz pionowy wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji w szachtach w obrębie klatek schodowych i kanału technologicznego należy wykonać zgodnie z opisem tych instalacji.

Na instalacji grzewczej stosować armaturę mufową PN10 o temp 80°C.

Na instalacji wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji stosować przepustnice międzykołnierzowe dla średnicy DN65 PN16 i zawory kulowe PN16 dla mniejszych średnic, stosować armaturę z atestem do wody pitnej. Stosować pompy jednofazowe PN10.

Główna armatura opisana jest na schemacie źródła ciepła, rysunku nr IS08.

#### **9.6.4. Próby ciśnienia i zabezpieczenie rurociągów**

Po rozruchu pomp ciepła i kotła gazowego instalację ciepła należy dwukrotnie przepłukać, napęlić wodą spełniającą wymagania polskiej normy PN-93/C-04607 na 24 godziny przed rozpoczęciem badania i odpowietrzyć. Instalację poddać próbie szczelności na zimno na ciśnienie 0,6MPa. Wyniki można uznać za pozytywne jeżeli w czasie 20min nie wystąpią przecieki oraz manometr nie wykaże spadku ciśnienia. Próba musi wykazać absolutną szczelność instalacji. Po pozytywnie zakończonej próbie ciśnienia „na zimno” należy wykonać 72 godzinną próbę instalacji „na gorąco” połączoną z regulacją instalacji. Po uzyskaniu pozytywnych wyników prób i odbiorów technicznych potwierdzonych protokołem można przystąpić do zakładania izolacji cieplnych.

#### **9.6.5. Izolacja przewodów**

W obrębie pom. technicznego źródła ciepła, w celu ograniczenia strat ciepła rurociągów instalacji ciepła oraz wody ciepłej i cyrkulacji oraz uniknięcia zjawiska kondensacji pary wodnej na rurociągach wody zimnej, projektuje się izolację całości instalacji otulinami z pianki polietylenowej i wełny mineralnej o parametrach nie gorszych niż  $\lambda=0,035$  [W/mK]. Projektuje się:

- otuliny np. Armacell Tubolit DG o grubości 9mm dla wody zimnej
- otuliny np. Armacell Tubolit DG o grubości 30mm dla wody ciepłej i cyrkulacji (powyżej średnicy  $\phi 25$ )
- otuliny np. Armacell Tubolit DG o grubości 30mm dla instalacji ciepła (powyżej średnicy  $\phi 25$ )
- otuliny np. Termorock o grubości 40mm dla instalacji ciepła (dla średnicy powyżej  $\phi 42 \times 1,5$ )

Izolowanie rur należy wykonać po zakończeniu próby szczelności. Prace należy wykonywać zgodnie z technologią montażu opracowaną przez producenta systemu.

Główne rurociągi należy oznakować odnośnie rodzaju czynnika i kierunku przepływu.

### 9.6.6. Zabezpieczenie przepustów w przegrodach wydzielania pożarowego

Przepusty instalacyjne w przegrodach oddzielenia pożarowego w przestrzeni parteru należy zabezpieczyć pożarowo do odporności przegrody masami lub kołnierzami ogniochronnymi. Sposób zabezpieczania dobrać do rodzaju rury palna/ niepalna prowadzonej w izolacji palnej.

Lokalizacje przepustów zaznaczono na rysunkach.

### 9.6.7. Zestawienie głównych urządzeń źródła ciepła

| LP | Nazwa urządzenia/elementu   | Ilość |
|----|---|-------|
| 1  | Monoblokowa pompa ciepła powietrze/woda typ LA35TBS (R07C; 3x400V) f. Dimplex Powietrzna, 2-sprężarkowa, uniwersalna, pompa ciepła do montażu zewnętrznego ze sterownikiem WPM Econ przeznaczona do ogrzewania. Maks. temperatura zasilania 64°C. Maks. moc grzewcza 24,7 kW, współczynnik wydajności COP do 3,4, znamionowy pobór mocy 7,7 kW (wg EN 14511 przy A2/W35). Króćce przyłączeniowe górnego źródła ciepła: GZ 1½". Napięcie zasilania 3/N/PE ~400 V, 50 Hz. Kolor obudowy białe aluminium. Dwie sprężarki umożliwiają redukcję mocy przy obciążeniu częściowym. Wyposażona w zaawansowany sterownik WPM Touch Master dla układów kaskadowych pomp ciepła, z programowalną regulacją pogodową. Doposażona w czujnik temperatury z tuleją metalową, do podłączenia do sterowania pompy ciepła WPM Econ. | 2     |
| 2  | Pompa obiegowa P01 (obieg pompy ciepła - bufor) typ UPH 90-32 PN10 (230V, 50Hz, 150W), z izolacją termiczną   | 2     |
| 3  | Pompa obiegowa P02 (obieg pompy ciepła – podgrzewacze c.w.u.) typ UPH 90-32 PN10 (230V, 50Hz, 150W), z izolacją termiczną   | 1     |
| 4  | Zbiornik buforowy wody grzewczej np. typ PSW 500 f. Dimplex o pojemności 500l, w izolacji poliuretanowej, na regulowanych nóżkach   | 1     |
| 5  | Gazowy kocioł kondensacyjny np. typ EcoTherm PLUS WGB EVO 38i f. Broetje o mocy nominalnej $Q_n = 38\text{kW}$ (dla parametrów 80/60°C) (zasilanym gazem płynnym; w kotłach dzięki zastosowaniu automatycznej regulacji spalania nie stosuje się zestawów przebrojeniowych, praca na propan po obrocie o 180st. bloku elektrod) z palnikiem gazowym modulowanym ze stali nierdzewnej, z zamkniętą komorą spalania, z wbudowaną elektroniczną pompą obiegową, z wbudowanym zaworem bezpieczeństwa, ze zintegrowanym regulatorem systemowym z funkcjami rozszerzającymi ISR Plus do pogodowej regulacji pracą kotła, obiegu grzewczego i diagnostyki systemu ze zintegrowanym regulatorem kaskady kotłów  | 1     |
| 6  | System spalinowo-powietrzny rozdzielczy do kotła gazowego WGB EVO 38i f. Broetje:<br>Rura spalinowa Turbo 1000/80 – 15szt.<br>Rura spalinowa Turbo 500/80 – 1szt.<br>Kolano spalinowe Turbo 90/80 – 1szt.<br>Adapter rozdzielacz II Turbo 80/125//2x80 Broetje – 1szt.<br>Przejście dachowe Turbo 0/80 – 1szt.<br>Kolano z podstawką spalinowe Turbo 90/80 – 1szt.<br>Dekiel nypłowy perforowany Turbo 80 – 1szt.<br>Kołnierz przeciwdeszczowy DWW 80 – 1szt.<br>Rura wylotowa powietrzna Turbo 1000/80 – 2szt.<br>Osłona okrągła Turbo 80 – 1szt.  | 1kpl. |
| 7  | Sprzęgło hydrauliczne DN65 PN6 dla mocy 40kW  | 1     |
| 8  | Separator mikropęcherzy powietrza np. Spirovent 1 ¼"  | 1     |

| LP | Nazwa urządzenia/elementu  | Ilość |
|----|--|-------|
| 9  | Naczynie wzbiorcze przeponowe do instalacji grzewczej NG140 Pmax=6,0 bar, Pwst=1,0 bar + złącze odcinające SU R1   | 1     |
| 10 | Rozdzielacz rurowy DN50 stalowy L=0,6m, z dwoma odejściami Ø35x1,5   | 2     |
| 11 | Pompa obiegowa P03 (obieg kocioł gazowy – podgrzewacz c.w.u.) np. typ MAGNA1 25-40 PN10 (230V, 50Hz, 60W), z izolacją termiczną  | 1     |
| 12 | Zawór regulacyjny 3-drogowy mieszający DN25 PN10 z siłownikiem (obieg pośredni - obieg kocioł gazowy – podgrzewacz c.w.u.)   | 1     |
| 13 | Pompa obiegowa P04 (obieg kocioł gazowy – bufor ciepła) np. typ MAGNA1 25-40 PN10 (230V, 50Hz, 60W), z izolacją termiczną  | 1     |
| 14 | Stacja uzdatniania wody np. CosmoWATER Standard 15 Maks. natężenie przepływu Q=1,2m³/h   | 1     |
| 15 | Neutralizator skroplin np. NEOP70 f. Broetje   | 1     |
| 16 | Rozdzielacz rurowy DN100 stalowy L=0,7m, z dwoma odejściami Ø54x1,5  | 2     |
| 17 | Pompa obiegowa P05 (obieg instalacji centralnego ogrzewania CO1) np. typ MAGNA1 32-100 PN10 (230V, 50Hz, 175W), z izolacją termiczną   | 1     |
| 18 | Pompa obiegowa P06 (obieg instalacji centralnego ogrzewania CO2) np. typ MAGNA1 32-100 PN10 (230V, 50Hz, 175W), z izolacją termiczną   | 1     |
| 19 | Podgrzewacz pojemnościowy c.w.u. np. typ WWSP 770 f. Dimplex, o poj. nominalnej V=700dm³, stojący, stalowy, emaliowany, izolowany z węzownicą o zwiększonej powierzchni grzewczej 7m² i ciśnieniu roboczym 10bar                                     | 2     |
| 20 | Podgrzewacz pojemnościowy c.w.u. np. serii MEGA typ W-E1000.81 f. Biawar o poj. nominalnej V=1000dm³, stojący, izolowany z węzownicą zabezpieczoną przed korozją pokrytą emalią ceramiczną o powierzchni grzewczej 2,74m² i ciśnieniu roboczym 10bar | 1     |
| 21 | Pompa obiegowa przegrzewu PUM (na potrzeby okresowego przegrzewu wody w zasobnikach c.w.u.) np. typ MAGNA1 25-40N PN10 (230V, 50Hz, 60W), z izolacją termiczną   | 1     |
| 22 | Pompa cyrkulacyjna ciepłej wody użytkowej PC np. typ MAGNA1 25-40N PN10 (230V, 50Hz, 60W), z izolacją termiczną  | 1     |
| 23 | Membranowy zawór bezpieczeństwa ZB1 typ SYR 1915 1/2", Potw=3,0 bar, do=12mm   | 2     |
| 24 | Membranowy zawór bezpieczeństwa ZB2 typ SYR 2115 3/4", Potw=6,0bar, do=14mm  | 2     |
| 25 | Naczynie wzbiorcze przeponowe do wody użytkowej Refix DT5 300 Pmax=10,0 bar, Pwst=4,0 bar + armatura przepływowa DN65  | 1     |

*Do powyższych rozwiązań dopuszcza się zastosowanie równoważnych rozwiązań technicznych kompleksowych dla całego źródła ciepła i spełniających warunki zawarte w projekcie.*

## **9.7. Instalacja gazu ziemnego na potrzeby kotła gazowego w obrębie pom. technicznego**

### **9.7.1. Rozwiązanie projektowe**

Budynek zasilany będzie w gaz ziemny GZ50 (gaz ziemny wysokometanowy grupy E wg PN-C-04750) z projektowanego przyłącza gazu średniego ciśnienia Dz25PE. Przyłącze zakończone będzie punktem gazowym na elewacji północnej budynku. W punkcie gazowym

zabudowany będzie zawór główny, reduktor ciśnienia oraz gazomierz G-4. Projekt przyłącza gazu wraz z punktem redukcyjno-pomiarowym objęte są odrębnym opracowaniem, wykonanym przez dostawcę gazu Polską Spółkę Gazownictwa.

Ciśnienie gazu w punkcie dostarczenia i odbioru gaz tj. w punkcie gazowym wynosić będzie min. 1,8kPa, maksymalnie 2,5kPa.

W budynku gaz doprowadzony będzie do pomieszczenia technicznego/ kotłowni 0/5 do kotła gazowego kondensacyjnego o mocy 38kW. Zapotrzebowanie na gaz wynosi 4,1m<sup>3</sup>/h. Wymagane przez producenta ciśnienie gazu wynosi 1,6-2,5kPa.

Obliczenia ilości gazu zawarto w opisie uzbrojenia zewnętrznego.

Instalację gazu wykonać z rur stalowych czarnych bez szwu wg PN-80/H-74219, łączonych przez spawanie. Przewody gazu prowadzić naściennie, pod stropem pomieszczenia mocując je przy pomocy zawiesi instalacyjnych do elementów konstrukcji budynku w odległości co 1,5m. Poziome odcinki instalacji gazowej należy prowadzić w odległości, co najmniej 0,1m od innych przewodów instalacyjnych, powyżej przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących. Przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi powinny być oddalone, o co najmniej 0,02m. Zmianę kierunku wykonywać za pomocą typowych kształtek. Przejścia przez przegrody należy wykonać w stalowych rurach ochronnych o dwie dymensje większych niż rura przewodowa, uszczelnionych obustronnie materiałem plastycznym niepowodującym korozji.

Przed kotłem gazowym zabudować zawór odcinający DN25 i filtr DN25 dla kotła. Należy stosować armaturę gazową mufową PN16. Armatura powinna pochodzić z zakładów wytwórczych posiadających uznanie UDT lub posiadać pozytywną opinię IGNiG w Krakowie. Do budowy należy stosować wyłącznie rury i kształtki posiadające pozytywną opinię IGNiG w Krakowie, jak również deklarację zgodności /zgodnie z PN/EN - 45014/ wystawioną przez dostawcę.

Trasę instalacji przedstawiono w części rysunkowej.

### **9.7.2. Badanie szczelności i odbiory**

Badanie szczelności połączeń instalacji gazu za redukcją II stopnia należy wykonać przez powleczenie badanych połączeń wodą mydlaną (emulsją). Próbę szczelności przeprowadza się przy odłączonych odbiornikach gazu, otwartych kurkach i zaślepionych końcówkach przewodów gazu. Ciśnienie czynnika próbnego (gazu obojętnego) w czasie próby szczelności powinno wynosić 0,05MPa. Wynik próby uznaje się za pozytywny, jeżeli w czasie 30 min. od ustabilizowania się ciśnienia czynnika próbnego nie nastąpi spadek ciśnienia. Powyższe jest zgodne z normą PN-92/M-34503 oraz PN-EN 12327.

Wszelkie nieszczelności należy usunąć przez rozmontowanie nieszczelnych połączeń i ponowne ich zamontowanie. Protokół pozytywnego wyniku próby stanowi podstawę do przekazania instalacji do

eksploatacji. Po pozytywnie przeprowadzonej próbie ciśnienia należy uruchomić (tak szybko jak jest to możliwe) instalację zgodnie z wymogami PN-EN 12327.

### **9.7.3. Wentylacja kotłowni i odprowadzenie spalin**

Pomieszczenie techniczne nr 0/5 z kotłem gazowym zlokalizowane będzie na parterze budynku, w klatce B. Pomieszczenie jest wydzielone pożarowo. Pomieszczenie posiada powierzchnię 16,52m<sup>2</sup>, wysokość 3,67m i kubaturę ok. 60,6m<sup>3</sup> oraz spełnia warunek kubatury dla pomieszczeń, w których zamontowane jest urządzenia gazowe typu C.

#### Nawiew i wywiew powietrza w pomieszczeni kotłowni

Projektowany kocioł posiada zamkniętą komorę spalania (urządzenia typu C) i wyposażony będzie w indywidualny, rozdzielczy przewód spalinowo – powietrzny, za pomocą którego powietrze czerpane będzie do spalania bezpośrednio do kotła. Dodatkowy nawiew powietrza do pomieszczenia nie jest wymagany.

Wywiew powietrza z pomieszczenia projektuje się za pomocą kratki wywiewnej o powierzchni 200cm<sup>2</sup> zabudowanej na murowanym kanale wentylacji grawitacyjnej ( zakończonym ponad dachem budynku) ok. 30cm pod stropem pomieszczenia.

#### Przewód spalinowo-powietrzny

Projektowany kocioł gazowy np. typ EcoTherm Plus WGB EVO 38i wyposażony będzie w rozdzielczy system spalinowo-powietrzny 2x Ø80mm. Przewód spalinowy Ø80mm (w wykonaniu INOX) wyprowadzony będzie w murowanym szachcie kominowym ponad dach budynku. Przewód powietrzny Ø80mm doprowadzony będzie do z czerpni ściiennej usytuowanej na elewacji frontowej budynku (w odległości ok. 1,7m id punktu gazowego).

Przewód powietrzny prowadzić pod stropem pomieszczenia ze spadkiem min. 5° w stronę czerpni. Czerpnię zabudować na wysokości min. +3,3 nad terenem.

Elementy układu spalinowo-powietrznego zestawiono w tabeli z zestawieniem głównych urządzeń źródła ciepła.

### **9.7.4. Obliczenia**

#### Obliczenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u.

Do obliczenia maksymalnego godzinowego zapotrzebowania mocy na cele c.w.u. przyjęto następujące założenia:

Liczba mieszkańców  $n=84$

Średnie obliczeniowe zużycie c.w.u.  $q_{\text{śr}}=115 \text{ l/m} \times \text{dobę}$

Liczba godzin podgrzewu  $L_h=18\text{h}$

Średnie obliczeniowe zużycie ciepłej wody użytkowej w budynku mieszkalnym:

$$G_{cwu}^{sr} = \frac{q_m^{sr} \times n}{18} = \frac{115 \times 84}{18} = 536,7 \text{ kg/h}$$

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową:

$$G_{cwu}^{max\ h} = G_{cwu}^{sr} \times K_h = 536,7 \times 3,59 = 1926,7 \text{ kg/h}$$

Gdzie:

$K_h$  - godzinowy współczynnik nierównomierności rozbioru ciepłej wody użytkowej

$$K_h = 10,25 \times (G_{cwu}^{sr})^{-0,167} = 10,25 \times (536,7)^{-0,167} = 3,59$$

Maksymalna godzinowa moc cieplna dla przygotowania ciepłej wody użytkowej:

$$Q_{cwu} = \frac{G_{cwu}^{max\ h} \times C_w \times (t_{cw} - t_{zw})}{3600} = \frac{1926,7 \times 4,19 \times (55 - 5)}{3600} = 112,1 \approx 113 \text{ kW}$$

Maksymalny pobór godzinowy mocy cieplnej na podgrzew c.w.u. przyjęto 113kW.

Średnia godzinowa moc cieplna dla przygotowania ciepłej wody użytkowej:

$$G_{cwu}^{sr} = G_{cwu}^{max\ h} / K_h = 113 / 3,59 = 31,5 \approx 32 \text{ kW}$$

Średni pobór godzinowy mocy cieplnej na podgrzew c.w.u. przyjęto 32kW.

**Obliczenia dla urządzeń zabezpieczających przed nadmiernym wzrostem ciśnienia w instalacji**

a) Dobór naczynia wzbiorczego przeponowego (wg PN-99/B-02414)

- Pojemność zładu:

$$V_c = V_i$$

$V_i$  – pojemność instalacji

- poj. instalacji CO ( od rozdzielacza pompowego w źródle do rozdzielaczy mieszkaniowych) - 425dm<sup>3</sup>

- poj. pętli ogrzewania podłogowego - 1515dm<sup>3</sup>

- poj. buforu - 500dm<sup>3</sup>

- poj. źródła ( pompy ciepła wraz z zewnętrzną instalacją ciepła, bez buforu) - 175dm<sup>3</sup>

Suma - 2615dm<sup>3</sup>

$$V_c = 2615 \text{ dm}^3 \sim 2,61 \text{ m}^3$$

Pojemności do potwierdzenia na etapie wykonawstwa ( po napełnieniu instalacji odczyt na wodomierzu na odgałęzieniu do stacji uzdatniania).

- Pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego:

$$V_u = V_c \times \rho_1 \times \Delta V = 2,61 \times 999,7 \times 0,0224 = 58,45 \text{ dm}^3$$

$\rho_1$  - gęstość wody instalacyjnej w temp. początkowej  $t=10^\circ\text{C}$

$\Delta V$  - przyrost objętości właściwej wody przy jej ogrzaniu do temp. średniej  $=70^\circ\text{C}$

- Pojemność całkowita naczynia wzbiorczego:

$$V_n = V_u [(P_{\max} + 1) / (P_{\max} - P)] = 58,45 \times [(3,0 + 1,0) / (3,0 - 1,0)] = 116,9 \sim 117 \text{ dm}^3$$

$P_{\max}$  - max ciśnienie w naczyniu

P - naczynia ( $P = P_{\text{st}} + 0,2 = 0,8 + 0,2 = 1,0$ ), bar

Gdzie  $P_{\text{st}}$  - ciśnienie hydrostatyczne w instalacji liczone od najwyższego punktu instalacji do króćca naczynia, tutaj ok. 8m. sł.w.  $\sim 0,8$  bar

Dla wymaganej pojemności całkowitej naczynia  $V_n = 117 \text{ dm}^3$  dobrano naczynie wzbiornicze przeponowe np. typu NG140  $P_{\max} = 6,0$  bar,  $P_{\text{wst.}} = 1,0$  bar o pojemności całkowitej  $V = 140 \text{ dm}^3$ . Naczynie wyposażać w złącze odcinające SU R1.

- Wymagana minimalna średnica wewnętrzna rury wzbiorniczej:

$$d = 0,7 \times \sqrt{V_u} = 0,7 \times \sqrt{58,45} = 5,35 \text{ mm}$$

Lecz nie mniej niż 20mm

Rurę wzbiorniczą wykonać przewodem o średnicy 28x1,5mm.

b) Dobór zaworów bezpieczeństwa (PN-81/M-35630)

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa [kg/h]

$$m \geq Q/r$$

$$m = 22,3/2164,1 = 0,0103 \text{ kg/s} = 37,1 \text{ kg/h}$$

gdzie:

m – przepustowość zaworu bezpieczeństwa [kg/h]

Q – nominalna moc cieplna pompy ciepła [kW]

r – ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa równym ciśnieniu zrzutowemu [kJ/kg]

Powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa, [mm<sup>2</sup>]

$$A = \frac{m}{10 \times K_1 \times K_2 \times \alpha \times (p_1 + 0,1)} = \frac{37,1}{10 \times 0,53 \times 0,42 \times 0,43} = 38,8 \text{ mm}^2$$

Gdzie:

-  $K_1, K_2$  – współczynniki poprawkowe wg PN-81/M-35630,  $K_1 \times K_2 = 0,53$

-  $p_1$  – ciśnienie zrzutowe [MPa],  $p_1 = 1,1 \times 0,3 = 0,33 \text{ MPa}$

-  $\alpha$  - współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów,  $\alpha = 0,42$

Wymagana średnica kanału dopływowego

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 38,8}{\pi}} = 7,03 \text{ mm}$$



Dla wymaganej średnicy kanału dopływowego  $d=7,03\text{mm}$  dobrano membranowy zawór bezpieczeństwa typ 1915 1/2",  $P_{\text{otw.}}=3,0\text{ bar}$   $d_o=12\text{mm}$  firmy SYR dla każdej pompy ciepła.

### **Obliczenia dla urządzeń zabezpieczających przed nadmiernym wzrostem ciśnienia w instalacji ciepłej wody użytkowej**

#### **a) Dobór zaworu bezpieczeństwa (PN-76/B-02440)**

$$G=0,16 \times V$$

$G$  – przepustowość zaworu bezpieczeństwa [kg/h]

$V$  – pojemność wodna podgrzewacza [ $\text{dm}^3$ ]  $V=700\text{dm}^3$

$$G=0,16 \times 700=112\text{ dm}^3$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times G}{\pi \times 1,59 \times \alpha_c \times \sqrt{(1,1 \times p_1 - p_2) \times \rho}}} = \sqrt{\frac{4 \times 112}{\pi \times 1,59 \times 0,20 \times \sqrt{(1,1 \times 10) \times 988}}}$$

$$d = 2,07\text{mm}$$

Gdzie:

$\alpha_c$  - współczynnik wypływu zaworu dla cieczy;  $\alpha_c = 0,20$

$p_1$  – ciśnienie dopuszczalne zasobnika [bar];  $p_1= 10,0\text{ bar}$

$p_2$  – ciśnienie zrzutowe [MPa],  $p_2 = 0$

$\rho$  - gęstość wody [ $\text{kg/m}^3$ ]

Dla wymaganej średnicy kanału dopływowego  $d=2,07\text{mm}$  dobrano dla każdego z podgrzewaczy membranowy zawór bezpieczeństwa SYR 2115 3/4",  $P_{\text{otw.}}=6,0\text{ bar}$ ,  $d_o=14\text{mm}$

Na instalacji zimnej wody dopływającej do 2 podgrzewaczy c.w.u. o pojemności  $700\text{dm}^3$  każdy projektuje się naczynie wzbiornicze o pojemności  $300\text{dm}^3$  np. typ Refix DT5 300 (ciśnienie wstępne  $p_o=4,0\text{ bar}$ ). Na podłączeniu naczynia zabudować armaturę przepływową podłączenie kołnierzowe DN50. Instalacja wody będzie wyposażona w reduktor wody (z ustawionym ciśnieniem początkowym ok.  $4,2\text{bar}$ ), zabezpieczający instalację przed ewentualnymi uderzeniami hydraulicznymi ze strony sieci wodociągowej.

## **9.8. Instalacja ogrzewania wodnego**

### **9.8.1. Założenia projektowe**

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło dla budynku wykonano zgodnie z obowiązującymi przepisami, w oparciu o temperatury pomieszczeń ogrzewanych zgodnie z Rozp. M.I. z 12.04.2002r. Projektowane przegrody spełniają wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła. Obliczenia wykonano dla temperatury zewnętrznej okresu zimnego III strefy:  $-20^\circ\text{C}$ .

Temperatury wewnętrzne obliczeniowe oraz wielkości zapotrzebowania na ciepło do pokrycia strat statycznych i przez infiltrację opisano na rzutach.

We wszystkich lokalach mieszkalnych projektuje się ogrzewanie pomieszczeń za pomocą ogrzewania podłogowego wodnego. Projektowe ogrzewanie podłogowe praktycznie w 100% pokrywa zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń. W niektórych pomieszczeniach łazienek ogrzewanie podłogowe nie jest w stanie w 100% pokryć wymaganego zapotrzebowania na ciepło. W łazienkach dodatkowo projektuje się grzejniki drabinkowe elektryczne, które w razie potrzeby dogrzeją pomieszczenie. Grzejniki mają również funkcję suszenia ręczników.

### **9.8.2. Instalacja centralnego ogrzewania**

Instalację centralnego ogrzewania projektuje się na odcinku od rozdzielaczy pompowych zabudowanych w pomieszczeniu technicznym nr 0/5 do rozdzielaczy ogrzewania podłogowego, zabudowanych w przedpokojach lokali mieszkalnych.

Instalację centralnego ogrzewania projektuje się z rozdziałem dolnym, jako pompową, dwururową, w układzie zamkniętym i w systemie rozdzielaczowym (ogrzewanie podłogowe w mieszkaniach). Instalacja centralnego ogrzewania zasilana będzie w czynnik grzewczy tj. wodę o parametrach obliczeniowych 37/29,5°C regulowanych pogodowo. Maksymalne dopuszczalne ciśnienie w instalacji wynosi 3bar.

Główne przewody rozdzielcze instalacji centralnego ogrzewania prowadzone będą pod stropem parteru części wspólnych. Projektuje się po jednym pionie zasilanie/powrót centralnego ogrzewania na klatkę schodową. Piony CO1 i CO2 z ogałęzieniami do mieszkaniowych liczników ciepła zlokalizowane będą w szachtach w obrębie komunikacji każdej z klatek schodowych. Na potrzeby doprowadzenia instalacji centralnego ogrzewania do pionu CO2, obsługujących mieszkania zlokalizowane w klatce A, instalacja grzewcza wprowadzona będzie do szachtu instalacyjnego w obrębie parteru klatki schodowej B, a następnie prowadzona będzie pod posadzką parteru w kanale technologicznym do szachtu instalacyjnego w obrębie parteru klatki schodowej A.

W kanale instalację ogrzewania należy prowadzić nad przewodami instalacji wody ciepłej i cyrkulacji. W kanale wykonać kompensacje u-kształtne instalacji i zabudować punkty stałe.

Kanał technologiczny o szerokości ok. 1,0m przewidziano na potrzeby instalacji rurowych wodnych i centralnego ogrzewania. Na kanale technologicznym, w celu zapewnienia dostępu do instalacji rurowych, zabudowane będą dwa włazy 0,6mx0,6m, każdy w obrębie parteru obu klatek schodowych. Szczegóły dotyczące kanału technologicznego ujęte zostały w branży architektonicznej i konstrukcyjnej. Na poziomych przewodach centralnego ogrzewania na każdym odgałęzieniu na piony CO1 i CO2, pod stropem parteru należy zabudować zawory odcinające DN50.

Główne przewody rozdzielcze instalacji centralnego ogrzewania prowadzone pod stropem w przestrzeni parteru części wspólnych oraz piony i podejścia do rozdzielaczy w szachtach w obrębie komunikacji klatek schodowych należy wykonać z rur ze stali czarnej zewnętrznie ocynkowanych, łączonych przez zaprasowywanie złązek.

Przewody doprowadzające ciepło do poszczególnych mieszkań (od liczników ciepła do rozdzielaczy mieszkaniowych) projektuje się z rur wielowarstwowych z powłoką antydyfuzyjną np. HERZ-HT/PE-RT 95°C PN10, łączonych za pomocą złązek zaciskowych. Przewody prowadzone będą w posadzce (w warstwie styropianu), w izolacji termicznej.

W celu stabilizacji różnicy ciśnienia obiegów instalacji centralnego ogrzewania oraz zapewnienia stabilnej pracy, niezależnej od wahań dynamicznych w pionach – na odgałęzieniach powrotnych pionów c.o. należy zabudować regulatory różnicy ciśnienia z regulowaną wartością zadaną (zakres 5-30kPa) np. STROMAX 4202 (zaleca się montaż zaworu odcinającego przed i za regulatorem różnicy ciśnienia). Na odgałęzieniach zasilających piony c.o. należy zabudować zawory równoważące np. STROMAX 4017 ML, z zaworami do pomiaru różnicy ciśnienia. Średnice i nastawy zaworów podano na rozwinięciu instalacji c.o.

Do pomiaru zużycia ilości ciepła zaprojektowano wielofunkcyjne ciepłomierze ultradźwiękowe np. typ CF Ultramax DN15, o przepływie nominalnym w zakresie  $Q_p=0,6-1,5\text{m}^3/\text{h}$ . Ciepłomierze przystosowane są do zdalnego odczytu i można je montować w dowolnej pozycji, w niewielkiej przestrzeni. Liczniki ciepła należy wyposażyć w filtry siatkowe DN15 i zawory kulowe odcinające DN15. Przepływomierze mieszkaniowe zlokalizowane będą w szafkach licznikowych w obrębie komunikacji przy pionie. Liczniki ciepła umieszczać w szafce w konfiguracji jeden nad drugim, zgodnie z rozwinięciem instalacji centralnego ogrzewania. Na odgałęzieniach zasilających instalacji centralnego ogrzewania do poszczególnych lokali mieszkalnych należy zabudować zawory odcinające i zawory równoważące np. STROMAX 4217 GN z precyzyjną nastawą wstępną.

Jako armaturę odcinającą stosować zawory kulowe mufowe. Stosować armaturę o ciśnieniu nominalnym min. PN10, dopuszczoną dla czynnika o temperaturze do 80°C.

Trasę instalacji przedstawiono w części rysunkowej.

### **9.8.3. Ogrzewanie podłogowe**

We wszystkich lokalach mieszkalnych projektuje się ogrzewanie pomieszczeń za pomocą ogrzewania podłogowego wodnego. Instalację ogrzewania podłogowego, projektuje się, jako dwururową, pompową systemu zamkniętego.

W każdym lokalu mieszkalnym, w przedpokoju zabudowane będą rozdzielacze ogrzewania podłogowego odpowiednio 4-, 5-, 6-, 7-, 8- obwodowe. We wszystkich mieszkaniach projektuje się

rozdzielacze wyposażone w rotametry na belce zasilania i zawory termostatyczne na belce powrotu. Rozdzielacze wyposażone będą w odpowietzniki na belce zasilania i powrotu. Rozdzielacze umieszczone będą w szafkach podtynkowych ściennych.

Pętle ogrzewania podłogowego wykonać z rur wielowarstwowych np. HERZ-FH/PE-RT z wkładką aluminiową, Ø16x2,0 (min. PN6), łączonych za pomocą złączek zaciskowych. Projektuje się pętle ogrzewania z rur Ø16x2,0mm o rozstawie 10cm i 15cm. Wężownice układać tak, aby ich długość nie przekraczała 120-150m (dla rur Ø16x2,0mm), temperatura posadzki nie przekraczała +29°C w obsługiwanych pomieszczeniach oraz +33°C w łazienkach i strefie brzegowej w pokoju. Długości maksymalnych odcinków prostych przyjmować zgodnie z wytycznymi producenta. W niektórych pomieszczeniach, przy dużym przeszkleniu, projektowana jest strefa brzegowa. Należy zwrócić uwagę, żeby z rozdzielaczy przewód zasilający najpierw zasilął strefę brzegową, a potem podstawową. Wielkości i zakres pętli pokazane są na rzutach.

Z uwagi na brak pewności jak będzie zaaranżowana przestrzeń w mieszkaniach wężownice zaprojektowano na całej powierzchni mieszkania, z wyłączeniem powierzchni pod wannami/natryskami. W obliczeniach uwzględniono fakt, że pod zabudową kuchenną będzie występowało przytłumienie oddawania ciepła. Zaleca się użytkownikom wyposażenie przestrzeni w meble na nóżkach pozwalających na cyrkulację powietrza pod meblami.

W większości przedpokoi w mieszkaniach nie projektuje się odrębnych pętli ogrzewania, przestrzenie te będą ogrzewane pośrednio przez tranzyt wężownic z rozdzielacza do innych pomieszczeń. Przewody tranzytowe układać w konfiguracji jak na rzutach (z wywinięciem po całej powierzchni przedpokojów).

Przewodów tranzytowych w przedpokoju nie izolować termicznie.

Ogrzewanie wykonane będzie metodą „na mokro”, wężownice układane będą na płycie styropianowej systemowej pokrytej warstwą folii z wypustkami do ogrzewania podłogowego. Dobrano na przykładzie systemu ogrzewania podłogowego firmy HERZ. Wytyczne dotyczące przygotowania podłoża należy przyjąć zgodnie z informacjami od producenta systemu. Dla posadzki wykonywać dylatacje. Przejścia w dylatacjach wykonywać w rurze osłonowej. Stosować taśmy brzegowe. Posadzkę z ogrzewaniem podłogowym wykańczać w technologii dopuszczanej do ogrzewania podłogowego (do celów obliczeń przyjęto dla łazienek płytki ceramiczne i możliwość paneli dostosowanych do ogrzewania podłogowego w pozostałej części mieszkania).

#### **9.8.4. Próby szczelności**

Próby szczelności wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych – tom II Instalacje sanitarne i przemysłowe”.

Instalację ogrzewczą po wykonaniu, ale przed zakryciem bruzd i zaizolowaniem przewodów przepłukać dwukrotnie, napełnić wodą spełniającą wymagania polskiej normy PN-93/C-04607 na 24 godziny przed rozpoczęciem badania i odpowietrzyć. Instalację poddać próbie szczelności na zimno na ciśnienie 0,6MPa. Wyniki można uznać za pozytywne jeżeli w czasie 20min nie wystąpią przecieki oraz manometr nie wykaże spadku ciśnienia. Próbę na gorąco należy przeprowadzić przy parametrach obliczeniowych po co najmniej 72 godzinach ogrzewania budynku. Wyniki można uznać za pozytywne jeżeli instalacja nie ma przecieków i po ochłodzeniu nie wystąpiły uszkodzenia i trwałe odkształcenia. Przed zabetonowaniem ogrzewania podłogowego, instalację należy poddać próbie szczelności przy ciśnieniu 0,6 MPa w ciągu 24 godzin. Spadek ciśnienia podczas próby szczelności nie może być większy niż 0,02 MPa. Podczas wylewania posadzki rury powinny być wypełnione wodą. Procedurę rozgrzania ogrzewania podłogowego prowadzić ściśle z wytycznymi producenta.

#### **9.8.5. Mocowanie przewodów**

Przewody mocować do elementów konstrukcyjnych budynku za pomocą zawiesi instalacyjnych. Mocowanie przewodów instalacji grzewczych ze stali węglowej zewnętrznie ocynkowanych wykonać w odległościach co:

- 4,00m dla rur  $\phi 66,7 \times 1,5$  St
- 3,50m dla rur  $\phi 54 \times 1,5$  St
- 3,00m dla rur  $\phi 42 \times 1,5$  St
- 2,75m dla rur  $\phi 35 \times 1,5$  St
- 1,05m dla rur  $\phi 26 \times 3,0$
- 1,0m dla rur  $\phi 20 \times 2,0$

W celu przeciwdziałania wydłużeniom termicznym zaprojektowano kompensatory u- kształtowe oraz wykorzystanie kompensacji naturalnej na załamaniach rurociągów.

#### **9.8.6. Izolacja przewodów**

Rurociągi instalacji centralnego ogrzewania należy izolować w całości instalacji otulinami z wełny mineralnej i pianki polietylenowej o parametrach nie gorszych niż  $\lambda=0,035$  [W/mK]. Projektuje się:

- otuliny np. Armacell Tubolit DG o grubości 30mm dla instalacji centralnego ogrzewania (powyżej średnicy  $\phi 25$ )
- otuliny np. Termorock o grubości 50mm dla instalacji centralnego ogrzewania (dla średnicy powyżej  $\phi 42 \times 1,5$ )

Izolowanie rur należy wykonać po zakończeniu próby szczelności. Prace należy wykonywać zgodnie z technologią montażu opracowaną przez producenta systemu.

Główne rurociągi należy oznakować odnośnie rodzaju czynnika i kierunku przepływu.

#### **9.8.7. Zabezpieczenie przepustów w przegrodach wydzielenia pożarowego**

Przepusty instalacyjne o średnicy powyżej 0,04m w przegrodach oddzielenia pożarowego należy zabezpieczyć pożarowo do odporności przegrody masami lub np. kołnierzami ogniochronnymi.

Sposób zabezpieczania dobrać do rodzaju rury palna/ niepalna prowadzonej w izolacji palnej.

Lokalizacje przepustów zaznaczono na rysunkach.

### **9.9. Ogrzewanie elektryczne**

#### **9.9.1. Grzejniki elektryczne łazienkowe**

Projektowe ogrzewanie podłogowe praktycznie w 100% pokrywa zapotrzebowania na ciepło ogrzewanych pomieszczeniach. Nie jest to zapewnione tylko w kilku łazienkach. We wszystkich łazienkach dodatkowo projektuje się grzejniki drabinkowe elektryczne, które w razie potrzeby dogrzeją pomieszczenie do obliczeniowych  $+24^{\circ}\text{C}$ . Grzejniki mają również funkcję suszenia ręczników.

Zaprojektowano grzejniki drabinkowe wyposażone w grzałkę elektryczną o mocy 300W, która wpięta będzie do gniazda elektrycznego. Grzejniki należy wyposażyć w odpowietrzniki. Należy montować grzejniki, które są napełnione olejem oraz wyposażone w elektroniczny regulator temperatury (komfort, antyzamarzanie, eko) z blokadą ustawień oraz zabezpieczeniem przed przegrzaniem.

#### **9.9.2. Konwektory elektryczne w komunikacji i pomieszczeniu technicznym**

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło przestrzeni wykonano zgodnie z obowiązującymi przepisami, w oparciu o temperatury pomieszczeń ogrzewanych zgodnie z Rozp. M.I. z 12.04 2002r. Projektowane przegrody spełniają wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła. Obliczenia wykonano dla temperatury zewnętrznej okresu zimnego III strefy:  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Temperatury wewnętrzne obliczeniowe oraz wielkości zapotrzebowania na ciepło do pokrycia strat statycznych i infiltracji opisano na rzutach.

Ogrzewanie przy pomocy konwektorów elektrycznych projektuje się w pomieszczeniu technicznym oraz w komunikacji ogólnodostępnej .

Zaprojektowano konwektory elektryczne wyposażone w 5 trybów pracy (również przeciwmroźniowy), blokadę ustawień termostatu oraz z krótkim czasem nagrzewania. Moce konwektorów podano na rzutach. Zasilanie  $\sim 230\text{V}/50\text{Hz}$  z gniazd instalacji elektrycznej. Konwektory mocować na wysokości min. 25cm nad posadzką.

### 9.10. Wytyczne do wykonywanie bruzd i wnęk

Wykonanie bruzd i wnęk wg. pkt. 8.6 PN-EN 1996-1-1 :2005+AC:20009 Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych.

#### 9.10.1. Postanowienia ogólne

Bruzdy i wnęki w ścianie nie powinny pogarszać jej stateczności.

Bruzdy i wnęki nie powinny przechodzić przez nadproża lub inne elementy konstrukcyjne wbudowane w ścianę, ani być wykonywane w zbrojonych elementach konstrukcji murowych, jeżeli nie zostały uwzględnione przez projektanta. W ścianach szczelinowych postanowienia dotyczące bruzd i wnęk powinny być uwzględniane oddzielnie dla każdej z warstw.

#### 9.10.2. Bruzdy pionowe i wnęki

(1) Redukcję nośności na obciążenia pionowe, ścinanie i zginanie na skutek występowania pionowych bruzd i wnęk można pominąć, jeżeli ich głębokość nie jest większa niż  $t_{ch,v}$ . Głębokość bruzd i wnęk powinna uwzględniać głębokość każdego otworu powstałego w trakcie wykonywania bruzdy lub wnęki. Gdy ograniczenia te zostały przekroczone, należy sprawdzać obliczeniowo nośność na obciążenia pionowe, ścinanie i zginanie przekroju muru zredukowanego przez bruzdy lub wnęki.

**UWAGA** Wartości  $t_{ch,v}$  do stosowania w kraju mogą być podane w Załączniku krajowym. Wartości zalecane  $t_{ch,v}$  podano w tablicy.

Wymiary bruzd pionowych i wnęk pomijalnych w obliczeniach

| Grubość ściany<br>mm | Bruzdy i wnęki wykonywane<br>w gotowym murze |                               | Bruzdy i wnęki wykonywane<br>w trakcie wznoszenia muru |                               |
|----------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|
|                      | maksymalna<br>głębokość<br>mm                | maksymalna<br>szerokość<br>mm | minimalna wymagana<br>grubość ściany<br>mm             | maksymalna<br>szerokość<br>mm |
| 85 – 115             | 30   | 100                           | 70   | 300                           |
| 116 – 175            | 30   | 125                           | 90   | 300                           |
| 176 – 225            | 30   | 150                           | 140  | 300                           |
| 226 – 300            | 30   | 200                           | 215  | 300                           |
| > 300                | 30   | 200                           | 215  | 300                           |

UWAGA 1 Maksymalna głębokość wnęki lub bruzdy powinna uwzględniać głębokość każdego otworu powstałego w trakcie wykonywania bruzdy lub wnęki.

UWAGA 2 Pionowe bruzdy, które nie sięgają dalej niż na 1/3 wysokości ściany ponad stropem, mogą mieć głębokość do 80 mm i szerokość do 120 mm, jeżeli grubość ściany wynosi nie mniej niż 225 mm.

UWAGA 3 Odległość w kierunku poziomym między sąsiednimi bruzdami lub od bruzdy do wnęki bądź otworu nie powinna być mniejsza niż 225 mm.

UWAGA 4 Odległość w kierunku poziomym między sąsiednimi wnękami, niezależnie od tego czy występują po jednej, czy po obu stronach ściany, lub od wnęki do otworu, nie powinna być mniejsza niż dwukrotna szerokość szerszej z dwóch wnęk.

UWAGA 5 Łączna szerokość pionowych bruzd i wnęk nie powinna przekraczać 0,13 długości ściany.

### 9.10.3. Bruzdy poziome i ukośne

(1) Każda pozioma i ukośna bruzda powinna się znajdować pomiędzy jedną ósmą wysokości ściany nad stropem względnie pod stropem. Całkowita głębokość z uwzględnieniem głębokości każdego otworu powstałego w trakcie wykonywania bruzdy lub wnęki powinna być mniejsza niż  $t_{ch,h}$  pod warunkiem, że mimośród w obrębie bruzdy jest mniejszy niż  $t/3$ . Gdy ograniczenia te są przekroczone, należy sprawdzać nośność obliczeniową na obciążenia pionowe, ścinanie i zginanie, biorąc pod uwagę zredukowane pole przekroju.

UWAGA Wartości  $t_{ch,h}$  do stosowania w kraju mogą być podane w Załączniku krajowym. Wartości zalecane  $t_{ch,h}$  podano w tablicy.

Wymiary bruzd poziomych i ukośnych pomijalnych w obliczeniach

| Grubość ściany | Maksymalna głębokość<br>mm |                        |
|----------------|----------------------------|------------------------|
|                | Długość bez ograniczeń     | Długość $\leq 1250$ mm |
| 85 – 115       | 0                          | 0                      |
| 116 – 175      | 0                          | 15                     |
| 176 – 225      | 10                         | 20                     |
| 226 – 300      | 15                         | 25                     |
| > 300          | 20                         | 30                     |

UWAGA 1 Maksymalna głębokość bruzdy powinna uwzględniać głębokość każdego otworu wykonanego w trakcie wykonywania bruzdy.

UWAGA 2 Odległość pozioma między końcem bruzdy a otworem powinna być nie mniejsza niż 500 mm.

UWAGA 3 Odległość pozioma między przyległymi bruzdami o ograniczonej długości, niezależnie od tego, czy występują po jednej, czy po obu stronach ściany, powinna być nie mniejsza niż dwukrotna długość bruzdy dłuższej.

UWAGA 4 W ścianach o grubości większej niż 150 mm z bruzdami wycinanymi maszynowo dopuszczalną głębokość bruzdy można zwiększyć o 10 mm. W ścianach o grubości większej niż 225 mm bruzdy wycinane maszynowo o głębokości do 10 mm można wykonywać z obu stron ściany.

UWAGA 5 Szerokość bruzdy nie powinna przekraczać połowy grubości ściany w miejscu bruzdy.

## 10. Instalacje elektroenergetyczne wewnętrzne (rozwiązania niezbędnych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego)

### 10.1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania niniejszego projektu są:

- Zlecenie inwestora.
- Techniczne warunki przyłączenia do sieci el-en.
- Uzgodnienia międzybranżowe.
- Projekty techniczne branży architektonicznej, budowlanej i instalacyjnej.
- Wieloarkuszowa norma PN-(HD) IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Norma PN-EN 12464 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy.
- Norma PN-76/E-05125 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.



- Norma N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
- Norma N SEP-E-002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Norma N SEP-E-005 Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru.
- Norma N SEP-E-007 Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień.
- Norma PN-EN 62305 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
- Norma PN-EN 61140 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.
- Norma PN-EN 50618 Kable i przewody elektryczne do systemów fotowoltaicznych.
- Norma PN-EN IEC 61730-1 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego.
- Norma PN-EN 61194 Parametry charakterystyczne autonomicznych systemów fotowoltaicznych.
- Norma PN-EN 61643-31 Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia.
- Norma PN-EN 62920 Systemy fotowoltaiczne generujące moc elektryczną. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz metody testowania przekształtników mocy z zastosowaniem do systemów fotowoltaicznych.
- Norma PN-HD 60364-7-712 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- i inne obowiązujące normy, przepisy, albumy typizacyjne i katalogi.

## **10.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt elektrycznych i teletechnicznych wewnętrznych instalacji odbiorczych projektowanego budynku mieszkalnego wielorodzinnego.

## **10.3. Zakres opracowania**

W projekcie uwzględniono:

- wewnętrzne instalacje zasilające,
- rozdzielnice główne każdej z klatek schodowych,
- rozdzielnice licznikowe piętrowe,
- wewnętrzne linie zasilające,

- rozdzielnice oddziałowe oraz tablice mieszkaniowe,
- instalacje odbiorcze siły, oświetlenia i gniazd wtykowych,
- instalację odgromową i uziemiającą,
- instalację domofonową,
- instalację RTV,
- instalację telefoniczną i światłowodową,
- instalację ochronną.

#### **10.4. Charakterystyka obiektu**

Projektowany obiekt stanowi budynek mieszkalny wielorodzinny. Obiekt będzie wyposażony w instalacje c.o., ciepłej wody użytkowej zasilanej z kotłowni gazowej wspomaganej powietrznymi pompami ciepła, wodno - kanalizacyjną oraz elektryczne i teletechniczne. Mieszkania będą docelowo wyposażone w kuchenki elektryczne. Na dachu budynku zostanie zabudowana instalacja fotowoltaiczna.

#### **10.5. Rozdzielnica główna nn**

Dla każdej klatki schodowej rozdzielnicę główną niskiego napięcia zabudować w wydzielonym pożarowo pomieszczeniu, w miejscach wskazanych na rzucie. Jako rozdzielnice niskiego napięcia należy wykorzystać typowe rozwiązania o stopniu ochrony min. IP 40. Projektuje się rozdzielnice elektroenergetyczne niskiego napięcia zgodnie ze schematami jednobiegunowymi. W rozdzielnicach należy przewidzieć przedział zasilania z certyfikowanym wyłącznikiem ppoż, przedział wewnętrznych linii zasilających oraz przedział instalacji odbiorczych. Przy rozdzielnicach niskiego napięcia należy zabudować główne zaciski uziemiające. W rozdzielnicach wykonać rozdział przewodu PEN na ochronny PE i neutralny N. Miejsce rozdziału uziemić. Wymagana rezystancja uziemienia  $R_u \leq 30 \Omega$ . Zasilanie instalacji odbiorczych należy wykonać w układzie TN-S, z przewodem ochronnym dzielonym od przewodu neutralnego. Przewodu ochronnego nie należy przerywać łącznikami. Nie należy ponownie łączyć przewodów PE i N.

Urządzenia pomiarowe i elementy instalacji licznikowej powinny być osłonięte i przystosowane do plombowania. Szafki licznikowe powinny być zabezpieczone przed dostępem osób postronnych. W szafkach należy zabudować zabezpieczenia licznikowe – modułowe rozłączniki bezpiecznikowe. Zabezpieczenia licznikowe muszą być przystosowane do plombowania.

Wskazane na schematach jednobiegunowych wyłączniki główne należy przystosować do sterowania zdalnego (przyciskiem). Żółte przyciski sterujące przeciwpożarowych wyłączników prądu w obudowie

czerwonej 100×100×50 [mm] IP65 z sygnalizacją świetlną montować przy głównych drzwiach wejściowych do obiektu. Obwód sterowania zasilic poprzez przekaźnik kontroli zasilania. Instalację wyłącznika pożarowego należy wykonać systemem kablowym o klasie odporności ogniowej co najmniej E90, przewodami i kablami PH90.

UWAGA: należy zastosować certyfikowany wyłącznik ppoż, który wyłączy równocześnie obie klatki schodowe. Zadziałanie wyłącznika ppoż musi również odłączyć instalację fotowoltaiczną.

#### **10.6. Piętrowe rozdzielnice licznikowe**

Projektuje się piętrowe rozdzielnice licznikowe TL na każdej kondygnacji zlokalizowane w miejscach wskazanych na rzucie. Jako rozdzielnice należy wykorzystać indywidualne rozwiązania zgodnie ze schematami jednobiegowymi. W rozdzielnicach należy przewidzieć przedział zasilający oraz przedział licznikowy z zabezpieczeniami licznikowymi. Zamki drzwi rozdzielnic muszą być otwierane za pomocą typowych kluczy energetycznych.

Uwaga: dopuszcza się zastosowanie innego typu skrzynek rozdzielczych dopuszczonych do stosowania w budownictwie o wyposażeniu zgodnym ze schematem jednobiegowym

Urządzenia pomiarowe i elementy instalacji licznikowej powinny być osłonięte i przystosowane do plombowania. Szafki licznikowe powinny być zabezpieczone przed dostępem osób postronnych. Konstrukcja szaf licznikowych powinna umożliwiać odczyt wskazań liczników lokatorom. W szafkach należy zabudować zabezpieczenia licznikowe zgodne z technicznymi warunkami przyłączenia. Zabezpieczenia licznikowe muszą być przystosowane do plombowania.

#### **10.7. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej**

Zgodnie z technicznymi warunkami przyłączenia należy wykonać bezpośrednie pomiary rozliczeniowe energii elektrycznej. Należy zastosować układy pomiarowe bezpośrednie dla mieszkań i odbiorów administracyjnych.

Przy prefabrykacji rozdzielnicy RL należy uwzględnić możliwość rozbudowy w przypadku zainstalowania ładowarek pojazdów z napędem elektrycznym.

Należy przygotować miejsce (ogólnodostępne z możliwością dokonania odczytu wskazań liczników) pod zabudowę liczników bezpośrednich energii elektrycznej 230/400 [V]. Urządzenia pomiarowe i elementy instalacji licznikowej powinny być osłonięte i przystosowane do plombowania. Szafki licznikowe powinny być zabezpieczone przed dostępem osób postronnych. Konstrukcja szaf licznikowych powinna umożliwiać odczyt wskazań liczników lokatorom oraz inkasentom poprzez

okienka odczytowe. W szafkach należy zabudować zabezpieczenia licznikowe. Zabezpieczenia licznikowe muszą być przystosowane do plombowania.

W celu poprawy komfortu użytkowania przez mieszkańców i najemców lokali należy zastosować zamknięcia każdej szafki pomiarowej lub każdego modułu wspólnej szafy pomiarowej umożliwiające indywidualny dostęp każdego z lokatorów lub najemców do przypisanego mu licznika i zabezpieczenia licznikowego. Układy pomiarowe należy zrealizować na podstawie technicznych warunków przyłączenia.

#### **10.8. Wewnętrzne linie zasilające**

Wewnętrzne linie zasilające wykonane będą jako pięcioprzewodowe, z rozdzielonym przewodem ochronnym PE i neutralnym N. Wewnętrzne linie zasilające należy wykonać kablami N2XH-J bezhalogenowymi klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 o przekrojach odpowiednio dobranych do obciążenia i ochrony przeciwporażeniowej. Wewnętrzne linie zasilające należy prowadzić p/t i w korytkach elektroinstalacyjnych. Przejścia przewodów przez strefy o różnej odporności ogniowej należy odpowiednio zabezpieczyć, aby zachować odporność ogniową pomieszczeń oraz zapewnić brak możliwości rozprzestrzeniania się ognia.

#### **10.9. Trasy kablowe**

Do układania kabli i przewodów elektroenergetycznych głównych tras kablowych należy stosować:

- drabinki kablowe ze stali ocynkowanej,
- korytka kablowe z perforowanej stali ocynkowanej,
- ściennie korytka kablowe wykonane z tworzywa sztucznego,
- rury ochronne z tworzywa sztucznego sztywne i elastyczne,
- uchwyty kablowe, zaciski, opaski mocujące, etc.

Trasy kablowe główne należy wykonać z zapewnieniem minimum 15% rezerwy miejsca w przestrzeni wewnętrznej na przyszłą rozbudowę instalacji. Do mocowania i łączenia ze sobą korytek i drabinek kablowych należy stosować wyłącznie systemowe elementy montażowe i akcesoria łączeniowe. Rozstaw podwieszeń dla danego ciągu kablowego dobrać odpowiednio do spodziewanego ciężaru kabli. Instalacje o różnych napięciach należy umieszczać w osobnych trasach kablowych. Korytka kablowe należy prowadzić równolegle do osi budynku mocując je za pomocą prętów gwintowanych do stropy. Korytka muszą być trwale mocowane, za pomocą dedykowanych uchwytów / profili do konstrukcji lub do ścian. Wszystkie korytka kablowe muszą być wykonane w jednym systemie, z uwzględnieniem wykonywanych połączeń prostokątnych, przewężeń i zmian poziomu prowadzenia

koryt. Szczególną uwagę należy zwrócić na zabezpieczenie ostrych krawędzi oraz uziemienie koryt. Mocowanie koryt kablowych do konstrukcji musi być zapewnione przez system przeznaczony do tego rodzaju montażu. Przy doborze systemu należy uwzględnić ciężar okablowania – system musi wytrzymać ciężar kabli bez ugięcia. Przy połączeniach koryt należy stosować mocowania lub dodatkowe okablowanie pomiędzy korytami zapewniające trwałą ciągłość galwaniczną koryt. Do każdego ciągłego koryta musi zostać doprowadzony przewód ochronny PE z listwy ekwipotencjalnej. Tam gdzie okablowanie nie zostało przewidziane do prowadzenia w korytach stalowych na poziomych trasach kablowych i podejściach do urządzeń należy je prowadzić w rurkach PVC mocowanych na rozwiązaniach systemowych.

Wszystkie połączenia muszą być wykonane w puszkach hermetycznych, natynkowych, montowanych trwale do konstrukcji, z podłożoną pod puszkę dodatkową izolacją chroniącą konstrukcję stalową (izolacją termiczną) przed wpływem ew. termicznych uszkodzeń spowodowanych awariami w instalacji elektrycznej.

Przebiecia przez stropy i ściany należy uszczelnić pożarowo. Wszystkie przejścia przez ściany i sufity oddzielające strefy pożarowe należy uszczelnić i zabezpieczyć materiałem ognioodpornym hamującym pożar, zapewniającym zachowanie klasy odporności ogniowej przegrody. Materiały używane do zabezpieczania przejść muszą być certyfikowane i dopuszczone do stosowania w budownictwie. Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (E I) wymaganą dla tych elementów. Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż E I 60 lub REI 60, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) ścian i stropów tego pomieszczenia. Przejścia instalacji przez zewnętrzne ściany budynku, znajdujące się poniżej poziomu terenu, powinny być zabezpieczone przed możliwością przenikania gazu do wnętrza budynku.

Koryta kablowe należy ułożyć starannie, równolegle do innych instalacji i linii konstrukcji budynku. Zejścia obudowy przewodów należy ułożyć w pionie. Korytka należy montować do obudowy (ścian) budynku, zachowując przynajmniej 20 mm odstępu za korytkiem. Rozstaw podpór dobrać odpowiednio do ciężaru kabli, zaleca się jednak aby rozstaw podpór / zawiesi nie przekraczał 1,5 – 2,0 m. Obciążenie wywoływane przez przewody, przeliczane na 1 metr bieżący korytka o danej szerokości, nie może przekraczać obciążenia maksymalnego, dopuszczonego przez producenta. Stosować standardowe długości elementów, ograniczyć do minimum konieczność cięcia korytek. Cięcie należy wykonać wzdłuż linii części metalowej bez perforacji. Korytka należy przecinać dokładnie i prostopadle względem ich osi. Przed ich zamontowaniem należy usunąć wszelkie zadziory. Miejsca cięcia

zabezpieczyć farbą z pyłem cynkowym, nanosząc na nie powłokę gruntową oraz nawierzchniową lub z dwuskładnikowej pasty epoksydowej (w zależności od materiału i wykończenia korytka kablowego). Ewentualne gięcia wykonywać na zimno, za pomocą giętarki. Nie należy nagrzewać kanałów w tym celu.

W przypadku układania korytek kablowych w rejonie dylatacji budynku, należy wykonać elastyczne połączenia korytek lub specjalne elementy systemowe aby zapewnić kompensację ruchu konstrukcji budynku. Wszystkie śruby, mocowania i wieszaki należy zamontować tak, aby część gwintowana tych elementów była oddalona od przewodów. W otworach wyciętych w korytkach w celu wyprowadzenia przewodów należy przewidzieć przelotki, panwie lub inne elementy chroniące izolację kabli i przewodów przed uszkodzeniem. Wszystkie elementy ostre należy zeszlifować lub zabezpieczyć aby nie powodowały uszkodzenia kabli. Do montażu przewodów w korytkach poziomowych należy wykorzystać opaski zaciskowe. Jeżeli to możliwe, należy skorzystać ze specjalistycznego przyrządu na naciągania opasek, przewidzianego przez producenta. Końcówki opasek należy odciąć.

W przypadku montażu przewodów w drabinkach / korytkach mocowanych pionowo, należy zastosować specjalne uchwyty kablowe przykręcane do szczebli drabinek lub podstawy korytek. Stosowane zaciski muszą mieć odpowiednią wielkość, umożliwiającą mocne zamocowanie przewodów bez ich nadmiernego dociskania lub naprężenia. Przewody w tych zaciskach nie mogą się jednak przesuwają. W przypadku montażu przewodów na regałach pionowych lub poziomych, należy zastosować system mocowania przewodów właściwy do miejsca instalowania. Sprawdzić ciągłość całej instalacji pod względem elektrycznym i/lub mechanicznym, zgodnie z odpowiednimi normami polskimi.

#### **10.10. Rozdzielnice mieszkaniowe**

Jako rozdzielnice mieszkaniowe należy wykorzystać typowe rozwiązania natynkowe wiodących producentów. Ewentualny montaż podtynkowy rozdzielnic nie może pogarszać parametrów akustycznych ściany oddzielającej lokal od korytarza lub drugiego lokalu. W takim przypadku stosować rozdzielnice natynkowe. Rozdzielnice należy wyposażać w typowy osprzęt modułowy montowany na szynie TH 35. Jako zabezpieczenia obwodów mieszkaniowych wykorzystano wyłączniki nadprądowe wyłączniki różnicowoprądowe, zgodnie ze schematami 1-biegunowymi.

#### **10.11. Instalacja elektryczna dźwigu osobowego**

Zgodnie z projektem branży architektonicznej należy zainstalować dźwigi osobowe z napędem elektrycznym. Do podszybia należy doprowadzić przewód uziemiający, bednarkę stalową ocynkowaną Fe/Zn 25×4 [mm] lub kabel N2XH 25 [mm<sup>2</sup>], z instalacji uziemiającej budynku – głównego zacisku

uziemiającego. Elementy szybu należy objąć elektrycznymi połączeniami wyrównawczymi. W szybie dźwigu należy umieszczać urządzenia i przewody związane wyłącznie z pracą i konserwacją dźwigu.

W podszybiu (pod ostatnią lampą) należy wykonać gniazdo sieciowe szczelne o stopniu ochrony IP 55. Na całej długości szybu należy wykonać oświetlenie. Szyb należy oświetlić oprawami szczelnymi o stopniu ochrony IP 54. Doprowadzenie energii elektrycznej dla oświetlenia elektrycznego kabiny, szybu, maszynowni i linowni powinno być niezależne od zasilania obwodu napędowego przez własną instalację lub przez instalację odgałęzioną przed łącznikiem głównym dźwigu. W szybie powinno być zainstalowane stałe oświetlenie elektryczne, dające natężenie nie mniejsze niż 50 [lx] w odległości 1 [m] nad dachem kabiny, nawet wówczas gdy wszystkie drzwi są zamknięte. Oświetlenie na przystankach w bezpośrednim sąsiedztwie drzwi przystankowych powinno mieć natężenie nie mniejsze niż 50 [lx] na poziomie podłogi, a na najwyższym przystanku 200 [lx]. W szybie dźwigu oprawy należy rozmieścić w odstępach maksymalnie co 2 [m]. Kabina dźwigu musi być wyposażona w środki dwustronnej łączności, umożliwiające stały kontakt ze służbami ratowniczymi. W tym celu można zastosować połączenie ze służbami ratowniczymi wykorzystujące łączność bezprzewodową opartą na technologii GSM. Konfigurację dotyczącą komunikacji ze służbami ratowniczymi należy uzgodnić na etapie zamawiania urządzenia z Inwestorem.

Dźwigi osobowe w budynku należy wyposażyć w możliwość zjazdu w czasie pożaru i zaniku napięcia. Zjazd powinien się odbywać na parter. Montaż windy oraz podłączenia zasilania wykona wyspecjalizowana firma.

#### **10.12. Instalacje elektryczne kotłowni gazowej**

Kotłownię należy zasilić w układzie TN-S z tablicy administracyjnej kablem N2XH-J 0,6/1 kV poprzez wyłącznik główny kotłowni zabudowany na zewnątrz. Wewnętrzną linię zasilającą do wyłącznika głównego prowadzić poza pomieszczeniem kotłowni.

Jako rozdzielnicę kotłowni należy zastosować typowe rozwiązanie naścienne szczelne IP 65. Dla zabezpieczania obwodów odbiorczych należy stosować wyłączniki nadprądowe i wyłączniki różnicowoprądowe. Elementy wyposażenia rozdzielni powinny być przystosowane do montażu na typowej szynie TH 35.

Przy rozdzielnicy kotłowni należy zabudować gniazda wtykowe serwisowe ~1f i ~3f oraz gniazdo 24V zasilane z transformatora bezpieczeństwa. Połączenia wyrównawcze w pomieszczeniu kotłowni wykonać przewodem H07 ułożonym w rurkach instalacyjnych. Instalacje zasilające i odbiorcze należy wykonać w rurkach instalacyjnych na ścianie lub suficie. Oświetlenie należy zrealizować na bazie opraw szczelnych IP 65. Należy zapewnić średnie natężenie oświetlenia dla kotłowni 200 [lx].

Wyłącznik główny zabudowany przed wejściem przystosować do zdalnego sterowania poprzez wyzwalacz wzrostowy sygnałem z aktywnego systemu detekcji gazu oraz umożliwić jego lokalne wyłączenie. W kotłowni należy zainstalować aktywny system bezpieczeństwa instalacji gazowej np. typu GX Gazex. Podstawowe elementy systemu:

- zawór klapowy np. typu MAG,
- detektory gazu np. typu DEX,
- moduł sterowania np. typu MD-2.Z.

Zawór zamykany jest impulsem elektrycznym lub ręcznie. Moduł sterowania zasila i steruje pracą detektorów, generuje impulsy zamykające zawór oraz zasila i steruje pracą elementów sygnalizacji alarmowej akustyczno - dźwiękowej. Całość prac należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną – ruchową producenta. Na etapie wykonawstwa, należy dobrać sposób sterowania zaworem ewentualnie zastosować układy pośredniczące.

#### **10.13. Instalacja domofonowa**

W projektowanym obiekcie dla każdej klatki schodowej należy zainstalować system domofonowy. Zewnętrzne urządzenia domofonowe muszą być wandaloodporne. W ramach robót budowlano-instalacyjnych dla instalacji domofonowej należy poprowadzić przewód typu klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 do każdego mieszkania oraz N2XH od centrali domofonu do drzwi wejściowych. Centrala powinna umożliwiać otwarcie zamka poprzez zamek szyfrowy z kodem. Oprzewodowanie instalacji powinno umożliwiać również zabudowę systemu wideodomofonowego.

#### **10.14. Instalacja telewizyjna**

W budynku dla każdej klatki schodowej należy wykonać antenową instalację zbiorową służącą do odbioru cyfrowych programów telewizyjnych i radiofonicznych rozpowszechnianych w sposób rozsiwaczy naziemny oraz antenową instalację zbiorową służącą do odbioru cyfrowych programów telewizyjnych i radiofonicznych rozpowszechnianych w sposób rozsiwaczy satelitarny. Na dachu budynku należy usytuować maszt, wraz z odpowiednim przepustem kablowym do budynku, przystosowany do umieszczenia anten przedsiębiorców telekomunikacyjnych świadczących usługi telekomunikacyjne drogą radiową oraz umieszczenia elementów instalacji służących do odbioru cyfrowych i satelitarnych programów telewizyjnych i radiofonicznych. Instalacja RTV-SAT powinna umożliwiać świadczenie usług rozprowadzania programów telewizyjnych i radiofonicznych, w tym programów telewizji cyfrowej wysokiej rozdzielczości, przez różnych dostawców tych usług przy zachowaniu zasady neutralności technologicznej.



Prowadzenie instalacji RTV-SAT i rozmieszczenie urządzeń w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami w zakresie ich wzajemnego usytuowania i niekorzystnego oddziaływania oraz zapewniać bezpieczeństwo osób korzystających z części wspólnych budynku.

W instalacji RTV-SAT należy zastosować urządzenia ochrony przed przepięciami, a gdy instalacja może być narażona na przetężenie – również w urządzenia ochrony przed przetężeniami, natomiast elementy instalacji wyprowadzone ponad dach należy umieścić w strefie chronionej przez instalację piorunochronną, lub bezpośrednio uziemić w przypadku braku instalacji piorunochronnej. Instalacje antenowe wychodzące ponad dach oraz dłuższe ciągi instalacji antenowych w budynkach (przekraczające 10 m) powinny być chronione ochronnikami zabezpieczającymi od przepięć od wyładowań bezpośrednich i pośrednich.

W instalacji RTV-SAT należy stosować:

- kable współosiowe kategorii np. RG-6 lub wyższej, wykonane w klasie min. A oraz klasie CPR B2ca-s1b, d1, a1, zawierające podwójny ekran – folię aluminiową i oplot o gęstości co najmniej 77% oraz miedzianą żyłę wewnętrzną o średnicy nie mniejszej niż jeden milimetr, przy czym tłumienie każdego z torów utworzonych z kabli współosiowych nie powinno przekraczać wartości 12 dB przy częstotliwości 860 MHz;
- kable światłowodowe klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1;
- zestaw antenowy zapewniający:
  - a) pasmo przenoszenia od 87,5 do 108 MHz, od 174 do 230 MHz oraz od 470 do 862 MHz przy odpowiednio równomiernych charakterystykach częstotliwościowych,
  - b) zysk kierunkowy nie mniejszy niż 14 dBi dla zakresów od 174 do 230 MHz oraz od 470 do 862 MHz, impedancję wyjściową 75  $\Omega$ ,
- anteny paraboliczne lub offsetowe o średnicy nie mniejszej niż 1,20 m zapewniające:
  - c) pasmo przenoszenia od 10,7 do 12,75 GHz przy odpowiednio równomiernej charakterystyce częstotliwościowej,
  - d) impedancję wyjściową 75  $\Omega$  lub umożliwienie montażu konwerterów z wyjściem światłowodowym,
  - e) możliwość odbioru sygnału z co najmniej dwóch satelitów,
  - f) możliwość odbioru sygnału o dwóch ortogonalnych polaryzacjach,
    - przy czym możliwe jest zastosowanie pojedynczej anteny dwuogniskowej.

- wzmacniacze, przełączniki wielozakresowe (multiswitches) oraz pozostały osprzęt aktywny i pasywny służący do odbioru programów telewizyjnych i radiofonicznych rozpowszechnianych w sposób rozsiewczy naziemny.

Prowadzenie instalacji RTV-SAT i rozmieszczenie urządzeń w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami w zakresie ich wzajemnego usytuowania i niekorzystnego oddziaływania oraz zapewniać bezpieczeństwo osób korzystających z części wspólnych budynku. Główne ciągi instalacji RTV-SAT powinny być prowadzone poza mieszkaniami oraz innymi pomieszczeniami, których sposób użytkowania może spowodować przerwy lub zakłócenia przekazywanego sygnału.

W każdym mieszkaniu należy zabudować lokalny punkt dystrybucyjny, z którego instalację RTV-SAT należy doprowadzić do poszczególnych gniazdek telewizyjnych zgodnie z rzutami mieszkań. Należy przewidzieć możliwość montażu na piętrach wzmacniaczy sygnału RTV. Należy zastosować typowe, atestowane gniazda telewizyjno - radiowe 9-900 MHz montowane 30 cm od posadzki. Wszystkie urządzenia aktywne pasywne w instalacji telewizyjnej powinny być uziemione i spełniać wymóg ekranowania w klasie min. A. Doprowadzenie sygnału telewizyjnego do budynku jak również wyposażenie w rozdzielacze sygnału i wzmacniacze dokona wyspecjalizowane przedsiębiorstwo.

Jako teletechniczne szafki mieszkaniowe zastosowano rozwiązanie natynkowe. W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- 2 gniazda keystone RJ45 kat. 5e,
- 2 gniazda typu F,
- 1 adapter światłowodowy SC/APC duplex,
- 1 gniazdo zasilania 230V 2P+Z,
- 2 pigtaile światłowodowe,
- 1 kasetę na spawy światłowodowe.

Do skrzynek teletechnicznych mieszkań należy doprowadzić z szafy teletechnicznej dwa przewody antenowe koncentryczne typu Triset A++ klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1. W mieszkaniach przewody wprowadzić do w skrzynek teletechnicznych.

Uwaga: doprowadzenie kabla telewizji kablowej do budynku będzie przedmiotem odrębnego opracowania na koszt Operatora.

### **10.15. Instalacja dzwonekowa**

Mieszkania w budynku mieszkalnym wielorodzinnym i odrębne mieszkania w budynku zamieszkania zbiorowego należy wyposażać w instalację wejściowej sygnalizacji dzwonekowej.

Instalacja dzwonkowa obejmuje przycisk szczelny o stopniu ochrony min. IP44 przy drzwiach wejściowych do mieszkania oraz dzwonek ~ 230V o głośności 91 dB montowany w przedpokoju mieszkania. W przypadku montażu dzwonka na inne napięcie zasilające w tablicy mieszkaniowej należy zabudować transformator dzwonkowy o napięciu wtórnym dobranym odpowiednio do napięcia znamionowego zastosowanego dzwonka. Instalacja dzwonkowa będzie zasilana z tablicy mieszkaniowej TM. Ostatecznego doboru typu dzwonka dokona Inwestor na etapie wykonawstwa.

#### **10.16. Instalacja telefoniczna**

Punkt połączenia instalacji telekomunikacyjnej z publiczną siecią telekomunikacyjną (punkt styku) powinien:

- być usytuowany w odrębnym pomieszczeniu technicznym, na pierwszej kondygnacji podziemnej lub pierwszej kondygnacji nadziemnej budynku, a w przypadku braku możliwości zapewnienia takiego pomieszczenia – w szafce telekomunikacyjnej wyposażonej w odpowiednią instalację i urządzenia elektryczne,
- zapewniać przełącznice wyposażone w funkcjonalne pola krosowe, zapewniające pełne możliwości wielokrotnego podłączania i odłączania pomiędzy zewnętrzną siecią telekomunikacyjną i instalacjami wewnętrznymi,
- być odpowiednio zabezpieczony przed wpływem niekorzystnych czynników zewnętrznych oraz dostępem osób nieupoważnionych,
- być łatwo dostępny dla obsługi technicznej,
- być oznakowany w sposób jednoznacznie określający przedsiębiorców telekomunikacyjnych korzystających z tego punktu,
- umożliwiać montaż szafek telekomunikacyjnych, urządzeń i osprzętu instalacyjnego,
- zapewniać możliwość przyłączenia przedsiębiorców telekomunikacyjnych do instalacji budynku, na zasadzie równego dostępu.

Instalację telekomunikacyjną budynku mieszkalnego wielorodzinnego stanowią w szczególności:

- kanalizacja telekomunikacyjna budynku, rozumiana jako ciąg elementów osłonowych umożliwiających wprowadzenie kabli do budynku oraz ich rozprowadzenie w budynku, w tym między innymi przepustów kablowych, rur instalacyjnych, szybów instalacyjnych, koryt, duktów i kanałów instalacyjnych;
- telekomunikacyjne skrzynki mieszkaniowe, zlokalizowane w pobliżu drzwi wejściowych do mieszkania, służące w szczególności umieszczeniu doprowadzonych do nich zakończeń kabli, umieszczeniu urządzeń aktywnych lub pasywnych oraz, w razie potrzeby,

z doprowadzeniem zasilania elektrycznego, a także umożliwiające dystrybucję sygnału w mieszkaniu;

- światłowodowa infrastruktura telekomunikacyjna budynku, w tym kable światłowodowe, wraz z osprzętem instalacyjnym i urządzeniami telekomunikacyjnymi, począwszy od przełącznicy światłowodowej zlokalizowanej w punkcie połączenia z publiczną siecią telekomunikacyjną do zakończeń kabli w każdej telekomunikacyjnej skrzynce mieszkaniowej;
- okablowanie wykonane z parowych kabli symetrycznych wraz z osprzętem instalacyjnym i urządzeniami telekomunikacyjnymi;
- okablowanie wykonane z kabli współosiowych wraz z osprzętem instalacyjnym i urządzeniami telekomunikacyjnymi od przełącznicy kablowej zlokalizowanej w punkcie połączenia z publiczną siecią telekomunikacyjną do zakończeń kabli w telekomunikacyjnej skrzynce mieszkaniowej;

Prowadzenie instalacji telekomunikacyjnej i rozmieszczenie urządzeń telekomunikacyjnych w budynku powinno zapewniać bezkolizyjność z innymi instalacjami w zakresie ich wzajemnego usytuowania i niekorzystnego oddziaływania oraz zapewniać bezpieczeństwo osób korzystających z części wspólnych budynku.

W instalacji telekomunikacyjnej należy zastosować urządzenia ochrony przed przepięciami, a gdy instalacja może być narażona na przetężenie – również w urządzenia ochrony przed przetężeniami, natomiast elementy instalacji wyprowadzone ponad dach należy umieścić w strefie chronionej przez instalację piorunochronną, lub bezpośrednio uziemić w przypadku braku instalacji piorunochronnej. Instalacje antenowe wychodzące ponad dach oraz dłuższe ciągi instalacji antenowych w budynkach (przekraczające 10 m) powinny chronione ochronnikami zabezpieczającymi od przepięć od wyładowań bezpośrednich i pośrednich.

Instalacja telekomunikacyjna powinna:

- umożliwiać świadczenie usług telekomunikacyjnych, w tym usług transmisji danych poprzez szerokopasmowy dostęp do Internetu przez różnych dostawców tych usług;
- zapewniać kompatybilność i możliwość podłączenia tej instalacji do publicznych sieci telekomunikacyjnych, przy zachowaniu zasady neutralności technologicznej;
- być wykonana w sposób gwarantujący możliwość wymiany lub instalowania odpowiedniej ilości jej elementów, a także instalację dodatkowej infrastruktury telekomunikacyjnej, w tym anten i kabli, wraz z osprzętem instalacyjnym i urządzeniami telekomunikacyjnymi, bez naruszania konstrukcji budynku;

- umożliwiać przyłączenie i zapewnienie poprawnej transmisji sygnału urządzenia telekomunikacyjnego systemu radiowego umożliwiającego świadczenie usług telekomunikacyjnych.

W instalacji telekomunikacyjnej:

- od przełącznicy światłowodowej zlokalizowanej w punkcie połączenia z publiczną siecią telekomunikacyjną odpowiednio do wyjścia z gniazda lub zakończeń kabli, powinny być doprowadzone i zakończone co najmniej dwa jednomodowe włókna światłowodowe o następujących parametrach:
  - a) tłumienność dla długości fali w paśmie 1310 nm–1625 nm nie większa niż 0,4 dB/km,
  - b) tłumienność dla długości fali 1550 nm nie większa niż 0,25 dB/km,
  - c) tłumienność w paśmie  $1383 \pm 3$  nm nie większa niż 0,4 dB/km,
  - d) długość fali zerowej dyspersji chromatycznej  $\lambda_0$  nie mniejsza niż 1300 nm i nie większa niż 1324 nm,
  - e) współczynnik dyspersji chromatycznej D nie większy niż  $0,092 \text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$ ,
  - f) nominalna średnica pola modu (dla  $\lambda = 1310 \text{ nm}$ ) od 8,6 do 9,5  $\mu\text{m}$  przy tolerancji średnicy pola modu  $\pm 0,6 \mu\text{m}$ ,
  - g) długość fali odcięcia dla włókna w kablu nie większa niż 1260 nm,
  - h) tłumienność 100 zwojów o średnicy 60 mm dla długości fali 1625 nm nie większa niż 0,1 dB;
  - i) należy wykorzystywać złącza światłowodowe jednomodowe typu SC/APC;
- tłumienie toru optycznego od punktu połączenia z publiczną siecią telekomunikacyjną do wyjścia z gniazda lub zakończeń kabli nie powinno przekraczać wartości 1,2 dB przy długości fali 1310 nm i 1550 nm.

W instalacji telekomunikacyjnej, do każdej telekomunikacyjnej skrzynki mieszkaniowej powinny być doprowadzone co najmniej dwa parowe kable symetryczne UTP kategorii 5 lub wyższej, klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 oraz powinny być zakończone na odpowiednim osprzęcie połączeniowym tak, aby zapewnić dla łącza lub kanału minimum charakterystykę klasy D, przy czym jedno z tych łączy powinno być przeznaczone na potrzeby instalacji alarmowo – przyzywową dostosowaną dla osób niepełnosprawnych, lub podobnych, natomiast drugie łącze doprowadzone z punktu połączenia z publiczną siecią telekomunikacyjną powinno być przeznaczone w szczególności na potrzeby świadczenia usług telekomunikacyjnych, w tym usług szerokopasmowego dostępu do Internetu.

Główne ciągi instalacji telekomunikacyjnej powinny być prowadzone poza mieszkaniami oraz innymi pomieszczeniami, których sposób użytkowania może spowodować przerwy lub zakłócenia przekazywanego sygnału. W dostępnych dla ludzi miejscach, w których znajdują się zakończenia włókien światłowodowych, powinno być umieszczone, w widocznym miejscu, odpowiednie oznakowanie ostrzegające przed niewidzialnym promieniowaniem optycznym.

Do mieszkań należy doprowadzić przewód światłowodowy 2J klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 oraz dwa przewody UTP min. kat. 5e klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1. W mieszkaniach przewody wprowadzić do w skrzynek teletechnicznych.

Uwaga: doprowadzenie kabla telefonicznego do budynku będzie przedmiotem odrębnego opracowania. Przyłącza Operatorzy wykonują na własny koszt.

### **10.17. Instalacje elektryczne ogrzewania**

Ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej kotłowni będzie wspomagane pompą ciepła powietrze - woda. Zasilanie urządzeń technologii wykonać zgodnie z projektem branży sanitarnej oraz dokumentacją techniczno - ruchową urządzeń. Przewody sterujące należy dobrać odpowiednio do przyjętego systemu sterowania.

Ogrzewanie części wspólnych budynku i łazienek będzie odbywało się za pomocą grzejników elektrycznych. Sterowanie ogrzewaniem odbywa się indywidualnie na każdym grzejniku lub zdalnie za pomocą sterownika dedykowanego przez producenta urządzeń. Każdy grzejnik należy zasilić z wydzielonego obwodu. Zasilanie grzejnika odbywa się poprzez puszkę przyłączeniową. Dopuszcza się stosowanie grzejników zamiennych, jednakże każdorazowo należy dostosować sposób montażu, podłączenia i zasilania urządzeń.

Grzejnik służący do ogrzewania pomieszczeń powinien odpowiadać europejskiej normie bezpieczeństwa EN 60335-1. Żądana temperatura pomieszczenia nastawiana jest pokrętką regulacji, bezstopniowo, w zakresie od ok. 0°C do +30°C. Grzejnik powinien posiadać zabezpieczenie przeciwmrozowe, programator czasowy oraz ogranicznik temperatury bezpieczeństwa zabezpieczający urządzenie przed przegrzaniem. Przy montażu grzejników konwektorowych należy bezwzględnie przestrzegać wytycznych producenta, w szczególności przy zachowaniu wymaganych odległości.

### **10.18. Instalacja gniazd wtykowych**

Przewidziano wykonanie instalacji oświetleniowej i gniazd wtykowych. Instalacja gniazd wtykowych obejmuje gniazda wtykowe podwójne, n/t - w/t instalowane na wys. 0,3 m (w kuchni i łazience na wys. 1,1 ÷ 1,4 m). Wszystkie gniazda muszą być wyposażone w styk ochronny. W miejscach

wilgotnych (łazienki, przy zlewozmywaku w kuchni itp.) należy stosować osprzęt szczelny. W pomieszczeniach kuchni przy zlewozmywakach, kuchenkach itp. należy stosować osprzęt szczelny o stopniu ochrony min. IP 44. Osobny obwód należy doprowadzić do łazienki zakańczając go gniazdem szczelnym 16 A, do kuchni dla zasilania kuchenki oraz dla zasilania zmywarki. Gniazda podwójne oraz zestawy gniazd montować w ramach wielokrotnych. Gniazda montowane po przeciwległych stronach tej samej ściany należy przesunąć względem siebie w pionie lub poziomie o min. 10 cm.

Instalacja gniazd wtykowych będzie wykonana przewodami kabelkowymi typu HDXżo, HDXpżo 450/750 V klasy Dca-S2, d1, a3 poza drogami ewakuacyjnymi oraz kablami typu N2XH 0,6/1 kV klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 na drogach ewakuacyjnych. Odległość gniazd od rur i urządzeń instalacji sanitarnych musi wynosić co najmniej 0,6 m.

### **10.19. Instalacja oświetlenia podstawowego**

Oświetlenie obejmuje oprawy zainstalowane w pomieszczeniach zgodnie z rzutami i zostało zaprojektowane zgodnie z normą PN-EN 12464 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach. Oprawy dobrano przy współczynniku zmniejszenia 0,8 oraz współczynnikach odbicia światła:

- sufit – 0,5,
- ściany – 0,6,
- podłoga – 0,2.

Sterowanie oświetleniem ciągów komunikacyjnych będzie wykonane poprzez moduły sterujące zainstalowane w oprawach. Sterowanie oświetleniem pomieszczeń mieszkalnych, technicznych i socjalnych będzie odbywało się lokalnie łącznikami. Łączniki montowane po przeciwległych stronach tej samej ściany należy przesunąć względem siebie w pionie lub poziomie o min. 10 cm.

Instalacja oświetleniowa będzie wykonana przewodami kabelkowymi typu HDXżo, HDXpżo 450/750 V klasy Dca-S2, d1, a3 poza drogami ewakuacyjnymi oraz kablami typu N2XH 0,6/1 kV klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 na drogach ewakuacyjnych. Ostatecznego doboru typu zainstalowanych opraw dokona inwestor na etapie wykonawstwa, stosownie do typu zastosowanego sufitu oraz aranżacji wnętrz.

Oświetlenie elewacji budynku oraz zewnętrzne słupowe będzie starowane poprzez przełącznik zmierzchowy z dwukanałowym zegarem astronomicznym zabudowany w tablicy administracyjnej.

### **10.20. Instalacja fotowoltaiczna**

Na dachu budynku planuje się zabudowę paneli fotowoltaicznych o mocy min. 500 Wp każdy montowanych na stelażu aluminiowym. Proponuje się zabudowę paneli monokrystalicznych o łącznej mocy ok. 24,0 kWp. Ostateczną moc zainstalowanych paneli należy ustalić na etapie wykonawstwa z ich dostawcą. Prowadzenie instalacji od inwerterów do paneli PV w krytym korycie perforowanym. Zabudować inwertery przystosowane do współpracy z siecią dystrybucyjną. Parametry inwertera dobrać do parametrów zastosowanych paneli. Inwerter. W obwodzie DC zabudować wyłącznik ppoż. Zabezpieczenia dobrać stosownie do wymogów DTR urządzeń. Instalację fotowoltaiczną objąć ochroną odgromową. Konstrukcję paneli połączyć szyną wyrównania potencjału.

Energia wyprodukowana będzie wykorzystywana na potrzeby bieżące bez możliwości magazynowania energii. Energia elektryczna wyprodukowana za pomocą instalacji fotowoltaicznej będzie oddawana do sieci energetycznej. Zakres robót obejmuje wykonanie:

- instalacji systemowej konstrukcji nośnej dla modułów fotowoltaicznych,
- montażu i połączenia modułów fotowoltaicznych,
- połączenia z instalacją elektryczną,
- ochrony przed porażen prądem elektrycznym,
- ochrony przepięciowej i odgromowej.

Baterie słoneczne są to ogniwa półprzewodnikowe, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Ogniwa połączone między sobą tworzą moduły (panele) fotowoltaiczne (PV), z których energia elektryczna przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych DC do inwertera (przetwornicy). Energia z zespołów modułów fotowoltaicznych przekazywana jest poprzez system skrzynki DC i inwertera do węzła energetycznego zlokalizowanego w rozdzielnicy głównej na urządzenia elektryczne nn. Moduły fotowoltaiczne (PV) umieszczone na systemowych konstrukcjach wsporczych są łączone w łańcuchy kablami DC zlokalizowanych na dachu obiektu. Zaprojektowano układ ogniw fotowoltaicznych opartych na modułach monokrystalicznych. Moduły fotowoltaiczne są obudowane szkłem hartowanym. Moduły fotowoltaiczne o mocy ok. 500 Wp muszą spełniać wszelkie wymogi związane z ich certyfikacją i gwarancją. Dopuszcza się zastosowanie modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o innej mocy nominalnej z zastrzeżeniem, że parametry proponowanych modułów PV nie mogą być gorsze, niż parametry modułów określonych w niniejszym projekcie.

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano inwertery montowane wewnątrz obiektu. Inwerter po wykryciu obecności napięcia strony AC (0,4 kV) automatycznie synchronizuje się z siecią elektroenergetyczną Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD). Po zaniku napięcia OSD inwerter



przejdzie automatycznie w stan uśpienia aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. Wykrywanie zaniku napięcia sieci OSD odbywać się będzie zgodnie z normą VDE 0126-1-1 (tzw. "zabezpieczenie antywyspowe"). Inwerter posiada własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania, inwerter posiada również opcję monitoringu pracy systemu. W inwerter wbudowano zabezpieczenia przed potencjalnie szkodliwymi prądami wstecznym, rozłącznik strony stałoprądowej DC na czas serwisu, ograniczniki przepięć klasy II oraz system kontroli temperatury pracy elektroniki sterującej. Inwerter montować na zewnątrz budynku na poziomie dachu. Inwerter montować zgodnie ze szczegółowymi wytycznymi zawartymi w DTR urządzeń i oznakować „Urządzenie elektryczne - Nie dotykać”.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składać się będzie z 48 szt. modułów monokrystalicznych o mocy 500 Wp każdy, pracujących w układzie „on-grid”. Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi łącznie 24,0 kWp. Projektowany system będzie wyprodukowaną energię zużywał na potrzeby własne budynku, a nadmiar energii będzie oddawał do sieci energetyki zawodowej. Projektowana instalacja fotowoltaiczna jest instalacją typu „on-grid” przyłączoną do sieci elektroenergetycznej.

Moduły PV i inwerter zostaną zabezpieczone po stronie prądu stałego za pomocą rozłączników DC oraz ochronników przepięciowych. Wszystkie urządzenia zabezpieczające DC są montowane w obudowie falowników. Po stronie AC instalacja fotowoltaiczna zabezpieczona będzie za pomocą wyłączników instalacyjnych i wyłączników różnicowoprądowych.

Panele fotowoltaiczne na dachu powinny być chronione przed bezpośrednim uderzeniem pioruna za pomocą zwodów pionowych odsuniętych przy zachowaniu kąta osłonowego i bezpiecznego odstępu izolacyjnego dla IV klasy ochrony odgromowej. Należy zastosować system zwodów izolowanych. Uwaga: w miejscach widocznych na instalacji odgromowej należy umieścić informację „Podczas burzy zabrania się przebywania w odległości mniejszej niż 3 m od elementów instalacji odgromowej”.

Instalacja elektryczna wewnętrzna obiektu oraz elementy instalacji PV narażone są na przepięcia spowodowane bezpośrednim trafieniem pioruna w obiekt i urządzenia zewnętrzne oraz przepięcia łączeniowe indukowane w sieci zasilającej. Instalacja elementów instalacji PV wymaga wykonania strefowej skoordynowanej ochrony przepięciowej obejmującej instalacje DC i AC. Po stronie stałoprądowej inwerter jest wyposażony w wbudowane ograniczniki przepięć np. typu 1+2. Na dachu wykonać połączenia wyrównawcze łączące poszczególne konstrukcje wsporcze paneli z główną szyną wyrównawczą instalacji PV w rozdzielni elektrycznej.

Inwerter pracuje w synchronizacji z zasilaniem. Nie posiadają on funkcji regulacji częstotliwości, dzięki której można dopasować wydatkowaną moc do zapotrzebowania, dlatego też praca wyspowa jest

niemożliwa. W przypadku wystąpienia pracy wyspowej przełącznik zabezpieczenia częstotliwości wyłączy go. Po wyłączeniu układ inwertera powraca do normalnego stanu po zaniku zasilania. System czeka na powrót napięcia sieci do określonego zakresu przed próbą ponownej synchronizacji. W razie wystąpienia pojedynczej wyspy odłączenie skutkowałoby całkowitym zanikiem mocy, a ponowna synchronizacja nie nastąpiłaby do czasu przywrócenia przyłączenia do sieci.

Inwerter dostosowuje się samoczynnie do częstotliwości aktualnie występującej w sieci. Inwerter synchronizuje się z siecią sprawdzając krótkimi impulsami próbnymi fazę, a następnie ustawia kąt fazowy mocy tak, aby dopasować go do zasilania. Interfejs inwertera wyposażony jest w autoryzację, dzięki czemu wykluczony jest dostęp lokalny, lub zdalny osób postronnych. Inwerter posiada zabezpieczenia które badają sieć w zakresie zwarć i przeciążeń. Projektowany inwerter posiadać będzie wbudowane zabezpieczenia: zerowo-nadnapięciowe, zabezpieczenia do ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zapobiegające pracy niepełnofazowej. Dodatkowo inwerter wyposażony jest w automatykę uniemożliwiającą pracę wyspową. Działanie wszystkich wbudowanych zabezpieczeń odbywać się będzie bezzwłocznie lub z krótką zwłoką czasową poniżej 0,2s. Moduły PV należy łączyć szeregowo w łańcuchy za pomocą przewodów dostarczonych wraz z modułami PV.

Do podłączenia modułów znajdujących się w różnych rzędach, a przyporządkowanych do jednego łańcucha wykorzystać dedykowane złączki w standardzie MC i kabel solarny o przekroju min. 6 mm<sup>2</sup>. Nadmiary ww. przewodów należy przymocować do konstrukcji za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Przewody solarne muszą charakteryzować się takimi cechami jak odporność na szkodliwe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności promieniowania UV, podwójną izolacją, wzmocnioną odpornością na uszkodzenia mechaniczne.

W celu zasilenia urządzeń zewnętrznych oraz doprowadzenia energii elektrycznej z modułów PV do inwertera, wykonane zostaną trasy kablowe. W przypadku przechodzenia kablami DC pomiędzy rzędami modułów kable należy prowadzić w rurkach instalacyjnych odpornych na działanie promieniowania UV. Wszystkie przejścia przez ściany oddzielenia pożarowego będą uszczelnione certyfikowaną masą ognioodporną o takiej samej wytrzymałości ogniowej.

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować na systemowej konstrukcji montażowej aluminiowej. System montażowy składa się z kształtowników aluminiowych wykonanych ze stopu aluminium. Wszystkie profile wykonane są metodą tłoczenia, powierzchnie profili lakierowane wg palety RAL na kolor dostosowany do koloru pokrycia dachowego. Otwory przejściowe do śrub i wkrętów powinny odpowiadać wykonaniu średniokładnemu wg PN-EN 20273. Pogłębienia stożkowe pod łby wkrętów,

powinny odpowiadać wykonaniu średniokładnemu wg PN 87/M-82068. Moduły PV należy montować na dachu do lekkiej konstrukcji systemowej przekazującej obciążenia na konstrukcję dachu w układzie typowym. Zaprojektowane mocowania modułów PV na dachu oparte o kształtowniki aluminiowe stanowiące ruszt dla modułów PV, pozwalają na optymalizację mocy i uzysków względem dostępnej powierzchni dachu oraz optymalizację obciążenia konstrukcji więźby dachowej. Należy dołożyć wszelkich starań, aby podczas montażu uniknąć uszkodzenia poszycia dachowego. Producent określa wymaganą liczbę uchwytów na 1 m<sup>2</sup> oraz maksymalny rozstaw między wspornikami. Do krokwi mocuje się uchwyty dachowe. Do uchwytów mocowane są prowadnice. Moduły PV są montowane do prowadnic (płatwi) za pomocą specjalnych uchwytów. Konstrukcje wspierające powinny wytrzymać działanie sił jakie będą występować w trakcie eksploatacji i być w stanie przenieść te siły na struktury dachu. Czynniki dociskające konstrukcję wsporczą są wynikiem obciążenia śniegiem, wpływem ciśnienia wiatru oraz wagą modułów PV i konstrukcji wsporczej. Czynniki wyrwywające konstrukcję wsporczą pochodzą z ciągnącej siły wiatru, który podwiewa pod moduły PV i konstrukcję.

W celu realizacji ochrony przeciwpożarowej należy doposażyć główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu w układ powodujący rozłączenie instalacji fotowoltaicznej w taki sposób, aby nie występowało napięcie większe od napięcia bezpiecznego.

W celu ochrony modułów fotowoltaicznych i falownika przed przepięciami po stronie napięcia stałego, w bezpośrednim sąsiedztwie falownika projektuje się zabudowę skrzynki ochronno-połączeniowej – rozdzielnic R-PV. Rozdzielnicę R-PV należy wykonać w obudowie hermetycznej (IP65 – IK 09), w pełni izolacyjnej (II klasa), materiału odpornego na promieniowanie UV zgodnie z normą ISO 4892-2, dedykowaną do pracy w instalacjach fotowoltaicznych o znamionowym napięciu pracy i izolacji 1000 V DC i minimalnym prądzie pracy 30 A.

Projektowaną instalację PV należy wyposażyć w optymalizatory mocy, warunkujące pracę projektowanego falownika. Optymalizatory mocy to przetwornice DC/DC typu buck-boost z kontrolerem MPPT, których działanie polega na stałym regulowaniu wartości napięcia i natężenia prądu na wyjściu każdego modułu fotowoltaicznego w taki sposób, aby napięcie w danym łańcuchu modułów i na wejściu falownika miało stałą wartość. Dzięki zastosowaniu optymalizatorów, moc uzyskiwana w danym stringu nie będzie ograniczana parametrami najsłabiej pracującego modułu (np. ze względu na częściowe zacinienie lub zanieczyszczenie) lecz będzie stanowić sumę szczytowych punktów mocy wszystkich modułów fotowoltaicznych zapewniając tym pracę instalacji z maksymalną wydajnością. Instalacja PV wyposażona w falownik z optymalizatorami mocy zwiększy uzyski energii elektrycznej do 25% rocznie względem instalacji wyposażonej w standardowy falownik bez optymalizatorów mocy. Funkcja stałej regulacji wartości napięcia i natężenia prądu modułów w celu uzyskania stałej wartości napięcia

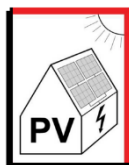
na wejściu falownika umożliwia również łączenie większej ilości modułów o różnej orientacji względem azymutu geograficznego w jeden łańcuch, dzięki czemu niwelowane są ograniczenia wynikające z położenia budynku. Ponadto projektowane optymalizatory mocy łącznie z dedykowanym falownikiem realizują funkcję SafeDC. Działanie funkcji SafeDC polega na wysyłaniu przez falownik w sposób ciągły (co 0,5 sek.) sygnału SafeDC do optymalizatora mocy. Sygnały przesyłane są z falownika tą samą parą przewodów DC, która tworzy tor prądu DC danego łańcucha modułów fotowoltaicznych. W przypadku, gdy optymalizator mocy nie odbierze tego sygnału, przechodzi on w tryb SafeDC. W trybie tym, bez względu na wartość generowanego przez moduł fotowoltaiczny napięcia DC, na wyjściu podłączonego do niego optymalizatora mocy wartość napięcia będzie wynosić 1V. Funkcja SafeDC obniża napięcie do bezpiecznego poziomu zawsze, gdy falownik jest wyłączony, gdy spada napięcie w obwodzie DC oraz gdy przewody DC są przerwane lub rozłączone. Dodatkowo, oprócz optymalizacji mocy poszczególnych modułów w łańcuchu i realizacji funkcji SafeDC, optymalizatory zapewniają pełny monitoring warunków i parametrów pracy każdego modułu z osobna. Wszelkie informacje o parametrach pracy poszczególnych modułów przesyłane są do falownika tą samą parą przewodów DC, która tworzy tor prądu DC danego łańcucha modułów fotowoltaicznych.

Po podłączeniu falownika do sieci internet, za pomocą udostępnionej przez producenta platformy internetowej użytkownik może kontrolować zdalnie sprawność pojedynczego modułu i całej instalacji.

Informacje o przygotowaniu obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo - gaśniczych, w tym:

- a) **wyposażenie obiektu w przeciwpożarowy wyłącznik prądu**, odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru, który w odniesieniu do urządzenia fotowoltaicznego powinien uruchamiać kontrolowane odłączenie napięcia,
- b) **miejsce usytuowania elementów przeciwpożarowego wyłącznika prądu** oraz innych wyłączników, rozłączników lub innych urządzeń elektrycznych
- c) **plan urządzenia fotowoltaicznego** dla ekip ratowniczych, przedstawiający na rzucie obiektu budowlanego lub terenu oraz przekroju obiektu budowlanego w szczególności:
  - **usytuowania urządzenia fotowoltaicznego** zainstalowanego na obiekcie budowlanym lub terenie, w tym oznaczenie:
    - obszaru występowania modułów PV,

- przebiegu tras oprzewodowania prądu stałego (postronnie DC) oraz przemiennego jak również ewentualnych ognioodpornych obudów lub osłon projektowanych na tym oprzewodowaniu,
  - lokalizacji falowników PV oraz miejsc usytuowania elementu (np. przycisku) uruchamiającego np. kontrolowane odłączenie napięcia po stronie DC falownika,
  - legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
  - wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.
- d) oznaczenie obiektu (instalacji) znakiem bezpieczeństwa, zgodnym z Polską Normą PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania, informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej.



Naklejka z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku powinna być umieszczona:

- w miejscu przyłączenia instalacji PV,
- przy liczniku,
- przy głównym wyłączniku zasilania.

Trasy kablowe powinny zostać odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”. Instalację PV należy wyposażyć w gaśnicę proszkową zlokalizowaną w pobliżu falownika PV.

Instalacja fotowoltaiczna strony AC objęta projektem będzie wykonana w układzie TN-S. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej (gniazda wtykowych potrzeb własnych) są wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym 30mA. Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) jako samoczynne wyłączenie zasilania w czasie  $t < 0,4$  s realizowane przez wyłączniki instalacyjne nadmiarowo-prądowe w rozdzielnicy PV. Projektowane instalacje są zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD-60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.

Roboty objęte niniejszym projektem podlegają częściowo odbiorowi robót zanikających i ulegającym zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej.

Na podstawie wyników badań i kontroli, należy sporządzić protokoły odbioru robót końcowych. Jeżeli wszystkie badania i odbiory dały wyniki pozytywne, wykonane roboty należy uznać zgodne z wymaganiami. Jeżeli choć jedno badanie lub odbiór dało wynik ujemny, wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami norm PN-EN 1990 i projektu. W takiej sytuacji Wykonawca obowiązany jest doprowadzić roboty do zgodności z normą i przedstawić je do ponownego odbioru. Wszystkie kontrole, badania i korekty powinny być udokumentowane. W szczególności powinny być sprawdzone:

- odchyłki geometryczne układu,
- jakość materiałów i spoin,
- stan elementów konstrukcji i powłok ochronnych,
- stan i kompletność połączeń.

Dla zapewnienia jakości wykonanych robót montażowych w trakcie ich realizacji należy wykonać częściowe protokoły odbioru konstrukcji wsporczej systemowej stalowo - aluminiowej. Protokół odbioru konstrukcji stalowo - aluminiowej w wytwórni wraz z oświadczeniem, że usterki stwierdzone w czasie odbiorów międzyoperacyjnych i odbioru końcowego zostały usunięte. Protokół dotyczy kompletności elementów, prostoliniowości, płaskości, kształtu przekroju poprzecznego, układu geometrycznego, zabezpieczenia antykorozyjnego. Odpowiednie częściowe protokoły konstrukcji dotyczące posadowienia konstrukcji, prawidłowości układu geometrycznego elementów oraz dokładności zestawienia konstrukcji wsporczej, stanu i kompletności połączeń, uzupełnienia zabezpieczenia antykorozyjnego. Protokół odbioru końcowego sporządzony z udziałem stron procesu budowlanego należy wykonać zgodnie z PN-EN 1990.

Wszystkie urządzenia składowe instalacji fotowoltaicznej muszą posiadać CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności z obowiązującymi normami oraz dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń, wykonane wg obowiązujących norm. Należy zachować wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne. Wszystkie materiały do wykonania systemu instalacji fotowoltaicznej powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej, oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych. Minimalna gwarancja na podzespoły instalacji fotowoltaicznej i roboty montażowe 5 lat, na moduły PV 10 lat. Projektant oraz Inwestor na każdym etapie realizowania inwestycji mogą wymagać przedstawienia stosownych dokumentów, badań potwierdzających spełnienie przez wyroby deklarowanych parametrów.

Na etapie projektowania inwestycji należy uwzględnić dodatkowe obciążenie dla konstrukcji dachu z uwagi na montaż systemu mocującego oraz modułów fotowoltaicznych na dachu budynku. Wszystkie roboty budowlane muszą być prowadzone przez osoby i firmy uprawnione zgodnie przepisami

szczegółowymi wymienionymi w niniejszym projekcie, zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane materiały, aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia.

Instalację fotowoltaiczną, przed przyłączeniem, należy zgłosić do Przedsiębiorstwa Sieciowego wraz z wszystkimi wymaganymi przez Przedsiębiorstwo Sieciowe załącznikami. Po wykonaniu mikroinstalację fotowoltaiczną należy zgłosić do PSP. W zgłoszeniu powinny się znaleźć m.in. następujące informacje:

- lokalizacja inwestycji,
- dane kontaktowe inwestora i instalatora,
- lokalizacja modułów PV oraz falownika (inwertera) – plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych,
- trasa kablowa przewodów strony DC wraz ze wskazaniem obudowy (o ile występuje),
- lokalizacja rozłączników DC,
- opis wyposażenia w przeciwpożarowy wyłącznik prądu lub innych rozwiązań przeznaczonych do wykorzystania przez ekipy ratownicze w celu odłączenia zasilania elektrycznego,
- informacje o oznaczeniu obiektu (instalacji) znakiem bezpieczeństwa.

#### **10.21. Osprzęt**

We wszystkich pomieszczeniach stosować osprzęt melaminowy zwykły. Gniazda wtykowe stosować ze stykiem ochronnym oraz przesłoną styków. W pomieszczeniach wilgotnych stosować osprzęt szczelny. Gniazda wtykowe instalować na wysokości 0,3 [m] ÷ 1,4 [m]. Łączniki instalować na wysokości 1,2 [m]. Odległość łączników i gniazd wtykowych od grzejników i rur instalacji sanitarnych nie powinna być mniejsza niż 0,6 [m]. Typ zastosowanego osprzętu należy uzgodnić z inwestorem na etapie wykonawstwa.

#### **10.22. Przewody**

Sposób wykonania instalacji odbiorczych przyjęto zgodnie z rozwiązaniami instalacji elektrycznych obowiązującymi w technologii tradycyjnej. Na drogach ewakuacyjnych należy stosować kable typu N2XH / (N)A2XH 0,6/1 kV klasy CPR B2ca-s1b, d1, a1 o przekrojach 1; 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240 [mm<sup>2</sup>], poza drogami ewakuacyjnymi przewiduje się zastosowanie w instalacjach odbiorczych przewodów kabelkowych typu HDXżo, HDXpżo 450/750V klasy CPR Dca-S2, d1, a3 o przekrojach 1; 1,5 i 2,5 [mm<sup>2</sup>] z wydzieloną żyłą PE, prowadzonych pod tynkiem, w tynku, w korytkach, na uchwytach, w ścianach kartonowo-gipsowych oraz w rurkach

elektroinstalacyjnych. Przewody prowadzić równolegle do powierzchni ścian i sufitów. W miejscach, w których przewody narażone są na uszkodzenie należy prowadzić je w przepustach z rur RVS lub stalowych.

Dla zasilania urządzeń zapewniających ochronę przeciwpożarową należy zastosować kable lub przewody odpowiedniej wytrzymałości ogniowej, np. typu. (N)HXH FE180/PH90. Dla zapewnienia prawidłowej wytrzymałości ogniowej zespołu kablowego, przewody zasilające urządzeń zapewniających ochronę przeciwpożarową, należy mocować za pomocą systemu uchwyty lub na korytkach o odpowiedniej wytrzymałości ogniowej. Dla kabli i przewodów zasilających instalacje bezpieczeństwa należy przyjąć następujące wymagania:

- sterowanie wyłączników przeciwpożarowych – zespół kablowy o odporności ogniowej co najmniej E90 (PH 90).

Przejścia przewodów przez strefy o różnej odporności ogniowej należy odpowiednio zabezpieczyć, aby zachować odporność ogniową pomieszczeń oraz zapewnić brak możliwości rozprzestrzeniania się ognia.

W poszczególnych przestrzeniach (drogi ewakuacyjne, obszary poza drogami ewakuacyjnymi) stosować przewody zgodne z dyrektywą CPR oraz normą N SEP-E-007 o przekrojach odpowiednio dobranych do obciążenia i ochrony przeciwporażeniowej. Dla zasilania urządzeń ochrony ppoż stosować system kablowy E90 zgodny z normą N SEP-E-005.

#### **10.23. Zabezpieczenie przeciwpożarowe w zakresie instalacji elektrycznych**

- wszystkie przepusty instalacyjne przechodzące przez ściany i stropy oddzielenia p.poż. należy uszczelnić masami pęczniącymi o odporności ogniowej nie mniejszej niż odporność ogniowa elementów budowlanych,
- przepusty przez ściany zewnętrzne budynku poniżej poziomu terenu zabezpieczyć przed możliwością wnikania gazów palnych do wnętrza budynku,
- w budynku należy zainstalować certyfikowany przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

#### **10.24. Ochrona przeciwporażeniowa urządzeń i instalacji niskiego napięcia**

Zgodnie z wymaganiami normy PN-IEC 60364-4 w projektowanym obiekcie zastosowano ochronę przeciwporażeniową podstawową i przy uszkodzeniu. W obiekcie, dla instalacji odbiorczych, zastosowano układ sieciowy TN-S z przewodem ochronnym PE oddzielonym od przewodu neutralnego N. Przewodów PE nie należy przerywać łącznikami i zabezpieczeniami. W budynku należy poprowadzić przewód wyrównawczy z linki miedzianej o przekroju dobranym dla rozdzielnic głównej lub szynę



wyrównawczą z płaskownika Fe/Zn 25x4 [mm] (pozostawia się to do decyzji wykonawcy w porozumieniu z inwestorem).

Przy rozdzielnicach głównych klatek schodowych należy zabudować zacisk uziemiający. Do przewodu wyrównawczego należy podłączyć uziemienie budynku, elementy konstrukcyjne budynku, główne instalacji wodno-kanalizacyjnej, gazowej i centralnego ogrzewania (wodomierz zbocznikować) oraz konstrukcję rozdzielnic RG. Ponadto należy wykonać lokalne połączenia wyrównawcze łączące wszystkie części przewodzące obce (rury wodociągowe, armatura itp.) pomiędzy sobą oraz z przewodem ochronnym PE instalacji gniazd wtykowych.

Jako ochronę podstawową zastosowano izolację podstawową, obudowy urządzeń elektrycznych o stopniu ochrony co najmniej IP 2X oraz, jako środek uzupełniający wyłącznik ochronny różnicowo - prądowy na prąd zadziałania 30 [mA]. Jako ochronę przy uszkodzeniu zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania realizowane na bazie wyłączników nadprądowych, a także wspomnianego już wyłącznika różnicowo - prądowego.

#### **10.25. Instalacja lokalnych połączeń wyrównawczych**

W budynku należy wykonać lokalne połączenia wyrównawcze przewodem F07 4 [mm<sup>2</sup>] łączące wszystkie części przewodzące obce (rury wodociągowe, armatura itp.) pomiędzy sobą oraz z przewodem ochronnym PE instalacji gniazd wtykowych (połączenia dokonać w rozdzielnicach).

#### **10.26. Ochrona odgromowa. Uziom**

Dla budynku przyjęto IV poziom ochrony. Zgodnie z normą PN-EN 62305, dla IV stopnia ochrony okna siatki zwodu ma wymiar 20 [m] × 20 [m], średnia odległość między przewodami odprowadzającymi powinna wynosić 20 [m]. Przewody odprowadzające należy rozmieścić równomiernie na obwodzie obiektu, przy czym odchylenie od równomiernego rozmieszczenia nie powinno przekraczać 20%. Zaleca się dostosowanie odstępów między przewodami do podziałki budowlanej obiektu oraz do wymiarów oka siatki zwodów poziomych. Jako przewody odprowadzające należy wykorzystać drut stalowy ocynkowany Fe/Zn Ø8 [mm] prowadzony w rurze odgromowej.

Na dachu należy wykonać zwód poziomy niski z drutu stalowego ocynkowanego Fe/Zn Ø8 [mm] na wspornikach. Ponadto do zwodu należy przyłączyć wszystkie metalowe części dachu za pomocą złącz. Wszystkie połączenia należy zabezpieczyć antykorozyjnie. Urządzenia technologiczne na dachu (antena) powinny być chronione przed bezpośrednim uderzeniem pioruna za pomocą zwodów pionowych izolowanych o wysokości dobranej do wysokości poszczególnych urządzeń przy zachowaniu

kąta osłonowego  $45^\circ$  i bezpiecznego odstępu izolacyjnego 0,45 [m]. Należy zastosować system zwodów izolowanych.

W miejscach zaznaczonych na rzucie należy sprowadzić z dachu przewody odprowadzające do zacisków probierczych. Jako przewody odprowadzające należy zastosować drut stalowy ocynkowany Fe/Zn  $\varnothing 8$  [mm] prowadzony w odgromowych rurach elektroinstalacyjnych z niepalnego materiału. Przewody odprowadzające należy prowadzić pod tynkiem. Zaciski probiercze, montowane na wysokości 1,5 [m] od ziemi, należy umieścić w zamykanych na klucz skrzynkach wbudowanych w elewację budynku. Od zacisku probierczego do uziemienia fundamentowego należy ułożyć bednarkę stalową ocynkowaną Fe/Zn  $25 \times 4$  [mm]. Bednarkę należy ułożyć w rurze lub rurach z materiału nieprzewodzącego zgodnej z normą PN-EN 62305.

Rezystancja uziemienia uziomu odgromowego nie może przekraczać  $10\Omega$ . Po zakończeniu prac należy wykonać pomiary kontrolne ciągłości przewodów uziomowych i wartości rezystancji uziemienia.

Jako wspólne uziemienie ochronne i odgromowe projektowanego obiektu należy wykonać uziom fundamentowy. Uziom fundamentowy należy wykonać jako zamknięty pierścień umieszczając go w fundamentach ścian zewnętrznych budynku oraz w fundamentach ścian wewnętrznych lub płycie fundamentowej, tak aby rozmiar oczek uziomu nie przekraczał  $20 \times 20$  [m]. Do wykonania uziomu fundamentowego sztucznego należy stosować płaskownik ocynkowany Fe/Zn  $30 \times 4$  [mm]. Przewody uziemiające, łączące uziom z główną szyną uziemiającą powinny być wykonane co najmniej z płaskownika ocynkowanego Fe/Zn  $30 \times 4$  [mm] natomiast przewody odprowadzające od zacisków probierczych instalacji odgromowej powinny być wykonane co najmniej z płaskownika ocynkowanego Fe/Zn  $25 \times 4$  [mm], gdyż nie są one chronione przed korozją przez fundament. Elementy uziomu prowadzone w ziemi wykonać z płaskownika miedziowanego Fe/Cu  $30 \times 4$  [mm]

Uziom fundamentowy w fundamencie nieuzbrojonym należy umieścić tak, aby ze wszystkich stron był otoczony warstwą betonu o grubości co najmniej 5 [cm]. Zapewnia to barierę ochronną stali przed korozją i prawie nieograniczoną trwałość. Przy wykonywaniu uziomu z płaskownika, powinien być on ułożony „na sztorc”, to znaczy pionowo dłuższym bokiem przekroju. Płaskownik lub pręt należy umieszczać w specjalnych uchwytach, wbitych lub ustawionych na podłożu, zabezpieczających elementy uziomu przed przesunięciem w momencie zalewania fundamentu betonem. Zaleca się stosować uchwyty w odstępach najwyżej co 2 [m] oraz przy załomach linii. Rodzaj stosowanych uchwytów i ich liczba (odstępy między nimi) zależą od rodzaju gruntu (w gruntach niezbyt spoistych należy stosować mniejsze odległości między uchwytami, aby przy zalewaniu betonem nie pogrążały się one w grunt i zachowana była odległość 5 [cm] uziomu od gruntu).

Przewody służące do połączenia uziomu fundamentowego z główną szyną uziemiającą, muszą być wprowadzone do wnętrza pomieszczenia. Od miejsca wyjścia z podłogi lub ściany do pomieszczenia, powinny mieć długość co najmniej 150 [cm]. W miejscach wyprowadzenia ze ściany lub podłogi powinny być one dodatkowo chronione przed korozją mimo, że dopuszcza się wykonywanie ich wyłącznie (minimalnie) ze stali ocynkowanej. Zaleca się specjalne znakowanie przewodów uziemiających w czasie fazy budowlanej (np. przez założenie izolacji lub oznakowań barwnych), aby uchronić je przed zniszczeniem w czasie wykonywania budynku.

Elementy uziomów zatopionych w betonie mogą być łączone złączkami śrubowymi lub przez spawanie lub zgrzewanie. Jeżeli fundament, w którym jest układany uziom ma szczelinę dylatacyjną to końce uziomu dochodzącego do szczeliny należy wyprowadzić ze ściany do wnętrza budynku i połączyć je elastycznymi mostkami dylatacyjnymi. Mostek dylatacyjny powinien znajdować się w miejscu dostępnym dla kontroli. Wykonanie takiego mostka na zewnątrz budynku jest dopuszczalne tylko wtedy, gdy umieszczenie jego wewnątrz budynku napotyka na duże trudności. Wyprowadzone ze ściany (betonu) końce uziomu oraz mostek dylatacyjny należy zabezpieczyć przed korozją przez pokrycie powłokami antykorozyjnymi, np. takimi jak się stosuje przy poprowadzeniu przewodu uziomowego do gruntu.

Uziom fundamentowy w fundamencie zbrojonym należy wykonać umieszczając płaskownik stalowy ocynkowany Fe/Zn 30×4 [mm] w najniższej warstwie zbrojenia. Należy przymocować go drutem wiązałkowym do zbrojenia w odstępach co najwyżej 2 [m]. Podobnie jak w fundamencie nieuzbrojonym, należy zapewnić dokładne „otulenie” uziomu warstwą betonu. Z uziemieniem należy połączyć zbrojenie wszystkich słupów konstrukcyjnych.

Po zakończeniu prac należy wykonać pomiary kontrolne ciągłości przewodów uziomowych i wartości rezystancji uziemienia. W przypadku negatywnego wyniku pomiarów rezystancji uziemienia należy rozbudować uziemienie o uziom otokowy lub pionowy, stosując pręty miedziowane, promieniowy połączony z uziemieniem fundamentowym w skrzynkach probierczych.

Uziomy pionowe należy pograżać w gruncie, w taki sposób, aby ich najniższa część była umieszczona głębokości nie mniejszej niż 3 [m], a najwyższa nie mniej niż 0,5 [m], pod powierzchnią ziemi. Bednarke stalową ocynkowaną Fe/Zn 30×4 [mm] należy układać w wykopie na głębokości nie mniejszej niż 0,8 [m] w odległości nie mniejszej niż 1 [m] od budynku. Rowy, w których układa się uziomy należy zasypywać tak, aby w bezpośrednim kontakcie z uziomem nie było kamieni, żwiru, żużlu lub gruzu. Przy wejściach do budynku bednarke należy układać na głębokości 2 [m]. Uziom poziomy w ziemi należy ułożyć poniżej granicy zamarzania gruntu. Należy ograniczyć do minimum przebieganie trasy

uziomu nad warstwami nie przepuszczającymi wody opadowej i w pobliżu urządzeń wysuszających grunt.

Odległość pograżonych w gruncie uziomów pionowych oraz ułożonych uziomów poziomych powinna być nie mniejsza niż 1,5 [m] od wejść do budynków, przejść dla pieszych lub metalowych ogrodzeń. Należy zachować odległość elementów uziomu od kabli elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych nie mniejszą niż 1 [m]. Jeżeli zachowanie wymaganych odstępów jest niemożliwe, należy w miejscach zbliżenia ułożyć przegrodę izolacyjną (niehigroskopijną) o grubości co najmniej 5 [mm] tak, aby najmniejsza odległość między uziomem a kablem, mierzona w ziemi wokół przegrody nie przekraczała 1 [m].

### **10.27. Ochrona przeciwprzepięciowa**

W budynku należy zastosować dwustopniową ochronę przeciwprzepięciową instalacji zasilających niskiego napięcia. W rozdzielnicach głównych niskiego napięcia RL należy zainstalować ograniczniki przepięć typu '1+2'. W rozdzielnicach oddziałowych należy zainstalować ograniczniki przepięć typu '2'. Urządzenia wrażliwe, zaleca się ochronić ogranicznikami przepięć typu '3'.

### **10.28. Uwagi końcowe**

- Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną oraz obowiązującymi normami, przepisami budowy i bhp oraz instrukcjami.
- Wszystkie roboty ziemne wykonywać ręcznie z zachowaniem ostrożności. Roboty ziemne w pobliżu istniejących kabli elektroenergetycznych wykonywać przy wyłączonym napięciu.
- O terminie przystąpienia do wykonywania robót powiadomić wszystkich użytkowników (właścicieli) obcych sieci i urządzeń znajdujących się w zasięgu prowadzonych robót i z nimi zlokalizować w terenie ich położenie, uzgodnić warunki prowadzenia robót oraz nadzór nad ich przebiegiem.
- Po zakończeniu robót, przed zgłoszeniem do odbioru końcowego, należy wykonać pomiary pomontażowe oraz przeprowadzić próby montażowe.
- Po wprowadzeniu obiektu do ruchu, dla odbiorów administracyjnych, należy dokonać pomiarów współczynnika mocy biernej i w razie potrzeby zainstalować baterię do kompensacji mocy biernej.

**10.29. Obliczenia. Bilans mocy****Dla 14 mieszkań (klatka schodowa A)**

- 14 lokali mieszkalnych

$$P_{Mi} = 14 \times 13 \quad [\text{kW}]$$

Moc zainstalowana dla potrzeb mieszkaniowych wynosi:

$$P_i = 182 \quad [\text{kW}]$$

Dla 14 lokali mieszkalnych współczynnik jednoczesności  $k$  przyjęto:

$$k = 0,3370$$

Moc przyłączeniowa dla potrzeb administracji wynosi:

$$P_i = 17 \quad [\text{kW}]$$

Moc szczytowa dla potrzeb administracji wynosi:

$$P_i = 12 \quad [\text{kW}]$$

Rezerwa mocy dla ładowarek samochodowych:

$$P_{Mi} = 14 \times 3,7 \times 0,5 \quad [\text{kW}]$$

Moc szczytowa wynosi:

$$P_i = 199 \quad [\text{kW}]$$

$$P_s = 78,3 \quad [\text{kW}]$$

$$I_s = 120 \quad [\text{A}] \text{ przy } \cos \varphi_{sr} = 0,94$$

$$I_B = 125 \quad [\text{A}] \text{ gG zabezpieczenie główne w ZK}$$

Moc szczytowa z rezerwą dla ładowarek samochodowych wynosi:

$$P_i = 224,9 \quad [\text{kW}]$$

$$P_s = 104,2 \quad [\text{kW}]$$

$$I_s = 160 \quad [\text{A}] \text{ przy } \cos \varphi_{sr} = 0,94$$

$$I_B = 200 \quad [\text{A}] \text{ gG zabezpieczenie główne w ZK}$$

**Dla 14 mieszkań (klatka schodowa B)**

- 14 lokali mieszkalnych

$$P_{Mi} = 14 \times 13 \quad [\text{kW}]$$

Moc zainstalowana dla potrzeb mieszkaniowych wynosi:

$$P_i = 182 \quad [\text{kW}]$$

Dla 14 lokali mieszkalnych współczynnik jednoczesności  $k$  przyjęto:

$$k = 0,3370$$

Moc przyłączeniowa dla potrzeb administracji wynosi:

$$P_i = 17 \quad [\text{kW}]$$

Moc szczytowa dla potrzeb administracji wynosi:

$$P_i = 12 \quad [\text{kW}]$$

Moc przyłączeniowa dla potrzeb kotłowni wynosi:

$$P_i = 27 \quad [\text{kW}]$$

Rezerwa mocy dla ładowarek samochodowych:

$$P_{Mi} = 14 \times 3,7 \times 0,5 \quad [\text{kW}]$$

Moc szczytowa wynosi:

$$P_i = 226 \quad [\text{kW}]$$

$$P_s = 99,3 \quad [\text{kW}]$$

$$I_s = 153 \quad [\text{A}] \text{ przy } \cos \varphi_{sr} = 0,94$$

$$I_B = 160 \quad [\text{A}] \text{ gG zabezpieczenie główne w ZK}$$

Moc szczytowa z rezerwą dla ładowarek samochodowych wynosi:

$$P_i = 251,9 \quad [\text{kW}]$$

$$P_s = 126,2 \quad [\text{kW}]$$

$$I_s = 194 \quad [\text{A}] \text{ przy } \cos \varphi_{sr} = 0,94$$

$$I_B = 200 \quad [\text{A}] \text{ gG zabezpieczenie główne w ZK}$$

## **11. Instalacje sanitarne zewnętrzne (sposób powiązania instalacji i urządzeń budowlanych obiektu budowlanego z sieciami zewnętrznymi)**

### **11.1. Zasilanie w media**

Budynek zaopatrywany będzie w wodę na cele bytowe z projektowanego przyłącza wody Dz63 PE100 RC SDR11 wpiętego do przebudowywanej – w obrębie działki budowlanej - sieci wodociągowej Dz90 PE100 RC SDR11.

Zapotrzebowanie wody do celów bytowych wynosi ok. 8,4m<sup>3</sup>/dobę. Bilans wody zawarto w opracowaniu.

Zapotrzebowanie wody do celów zewnętrznego gaszenia pożaru wynosi 10dm<sup>3</sup>/s i pokrywane będzie z istniejącego hydrantu DN80 zabudowanego w obrębie sąsiedniej dz. nr 387/49 na miejskiej sieci wodociągowej.

Zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia do sieci wod.-kan. dostawca wody Kudowski Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Kudowie Zdrój zapewnia ww. wydajności wody na cele bytowe i cele przeciwpożarowe. Ciśnienie w sieci wodociągowej wynosi ok. 0,7MPa i zapewnia wymagane ciśnienie 0,2MPa na hydrancie DN80.

Ścieki bytowo – gospodarcze odprowadzane będą z budynku grawitacyjnie, projektowanym przyłączem kanalizacji sanitarnej do istniejącej sieci kanalizacji sanitarnej zlokalizowanej w obrębie działki budowlanej. Ilość ścieków bytowych wynosi ok. 8,0m<sup>3</sup>/dobę.

Skład ścieków sanitarnych umożliwił będzie zrzut ścieków do sieci kanalizacji sanitarnej bez dodatkowego podczyszczenia. Bilans ścieków sanitarnych zawarto w opracowaniu.

Wody opadowe z połaci dachu budynku oraz terenów utwardzonych działki, odprowadzane będą grawitacyjnie i gromadzone w projektowanej instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej tzw. retencji rurowej, będącej bezodpływowym zbiornikiem podziemnym o pojemności czynnej ponad 49m<sup>3</sup>, w obrębie działki budowlanej. Zbiornik będzie opróżniany okresowo przez samochód asenizacyjny.

Docelowo wody opadowe z terenu inwestycji odprowadzane będą przyłączem kanalizacji deszczowej do istniejącego rowu zlokalizowanego na dz. nr 387/49 (stanowiącego własność gminy Kudowa Zdrój), wpiętego do odbiornika wodnego/ potoku, zlokalizowanego w sąsiedztwie w obrębie dz. nr 32, zgodnie z pismem znak IROŚ.6853.2.4.2023 z dn. 13.06.2023r. wydanym przez Burmistrza Gminy Kudowa Zdrój. Zmiana pozwolenia na budowę w zakresie odprowadzenia kanalizacji deszczowej wykonana będzie po uzyskaniu pozwolenia wodno-prawnego na zrzut wód opadowych do odbiornika wodnego.

Ilość ścieków deszczowych z terenu nieruchomości wynosić będzie ok. 22 dm<sup>3</sup>/s.

Na projektowanej instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej – na części odbierającej ścieki z terenu utwardzonego projektuje się osadnik piasku o pojemności 600dm<sup>3</sup> i separator substancji

ropopochodnych o przepływie nominalnym 3l/s i przepływie maksymalnym 30l/s, które podczyszczają będą ścieki do stanu określonego w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U. 2019.1311). Bilans ścieków deszczowych i określenie wielkości urządzeń zawarto w opracowaniu.

Źródłem ciepła dla budynku na potrzeby ogrzewania i przygotowywania ciepłej wody użytkowej będzie projektowana kaskada monoblokowych pomp ciepła powietrze/woda, składająca się z 2 jednostek zewnętrznych, wspomaganych kotłem gazowym przy szczytowym zapotrzebowaniu na ciepło i do dogrzewu cwu. Kocioł gazowy wspomagający pompy ciepła, zasilany będzie w gaz ziemny. Projekt przyłącza gazu zakończony naściennym punktem redukcyjno – pomiarowym gazu objęty będzie odrębnym opracowaniem, wykonanym przez dostawcę gazu tj. Polską Spółkę Gazownictwa. Zapotrzebowanie na gaz ziemny wynosi 4,1m<sup>3</sup>/h.

## **11.2. Przebudowa sieci wodociągowej**

### **11.2.1. Rozwiązania projektowe**

Przebudowę istniejących wodociągów w obrębie działki budowlanej, projektuje się z uwagi na kolizję z projektowanym budynkiem. Przebudowie podlega uzbrojenie zasilające budynki położone przy ul. Łąkowej 16a, Łąkowej 20 oraz Łąkowej 22.

Projektuje się:

- po południowej stronie budynku przebudowę sieci wody Dz90 PE100 RC SDR11 na odcinku między punktami W3-W4 o długości ok. 41mb
- po północnej stronie budynku przebudowę sieci wody Dz90 i Dz63 PE100 RC SDR11 na odcinku między punktami W1-W2 o długości ok. 30mb; do przebudowywanego odcinka wpięte będzie projektowane przyłącze wody Dz63 PE100 RC SDR11 do przedmiotowego budynku

Przebudowywane odcinki wodociągów Dz90 PE wpięte będą do istniejącej sieci wody w90 PE, wykonanej w obrębie działki budowlanej ( której przebieg przybliżony zaznaczono na PZT). Wpięcie wykonać przez zabudowę trójników żeliwnych DN80 i kształtek elastycznych teleskopowych z żeliwa sferoidalnego DN80. Połączenie z przewodami PE wykonać przy pomocy łączników np. Hawle- synoflex DN80. W miejscach wpięć projektowanych wodociągów projektuje się zasuwy odcinające DN80 PN16.

Przebudowywane wodociągi wykonać z rur i kształtek PEHD 100 RC PN16 łączonych przez zgrzewanie doczołowe dla średnicy Dz90 i zgrzewanie elektrooporowe dla średnicy Dz63. Spajanie należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta. Minimalna głębokości ułożenia rurociągów wynosi

1,5m p.p.t. Połączenie z istniejącymi odcinkami przyłączy wykonać przez zabudowę mufy elektrooporowej przy łączeniu z przewodami PE lub łączników kołnierzowych np. Hawle - synoflex przy innym materiale istniejących wodociągów. Schematy połączeń z istniejącym uzbrojeniem przedstawiono na profilach przebudowywanych odcinków sieci wodociagowych.

KZWiK Sp. z o.o. w Kudowie w wydanych warunkach usunięcia kolizji informuje, że na przedmiotowej działce może występować uzbrojenie niezainwentaryzowane. W przypadku odkrycia zmian, które mają wpływ na rozwiązania projektowe należy powiadomić projektanta.

Do przebudowywanej sieci wodociagowej Dz90 PE, na odcinku W1-W2 wpięte będzie projektowane przyłącze wody Dz63 PE100 RC SDR11 do przedmiotowego budynku. W miejscu wpięcia projektowanego przyłącza zabudowany będzie trójnik PE Dz90/Dz63 (punkt T1). Odcinek za trójnikiem, w celu przepięcia przyłącza do istniejącego budynku wykonany będzie z rur Dz63 PE100 RC SDR11. Za trójnikiem projektuje się zasuwę ocinającą kołnierzową DN50 PN16, która z przewodami PE połączona będzie przy pomocy tulei kołnierzowych Dz63 i kołnierzy stalowych DN50 PN16.

Wszystkie zasuwę wyposażać w trzpień i obudowę w skrzynce ulicznej.

Montaż rurociągu z rur PEHD umożliwia zmiany kierunków w pionie i poziomie z wykorzystaniem elastyczności materiału z zachowaniem najmniejszego dopuszczalnego promienia ugięcia.

W zależności od temperatury otoczenia promień gięcia dla rur PE wynosi:

- przy  $t_o = 20^{\circ}\text{C}$   $R = 25 \times Dz \text{ mm}$
- przy  $t_o = 10^{\circ}\text{C}$   $R = 35 \times Dz \text{ mm}$
- przy  $t_o = 0^{\circ}\text{C}$   $R = 50 \times Dz \text{ mm}$

#### **11.2.2. Próby szczelności**

Po wykonaniu przewodu wodociagowego przed jego zasypaniem należy poddać rurociąg próbę szczelności i wytrzymałości na ciśnienie próbne  $1,5 \times$  ciśnienie robocze, lecz nie mniejsze niż 1,0 MPa. Próbę szczelności należy przeprowadzić w oparciu o normę PN-B-10725:1997, „Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano - Montażowych, cz. II - Instalacje Sanitarne i Przemysłowe”. Próbę szczelności przeprowadzić przy udziale przedstawiciela dostawcy wody. Próbę wykonać przy pomocy pompy ciśnieniowej tłokowej z manometrem  $\phi 160\text{mm}$ . Po ustabilizowaniu się na wymaganym poziomie próbnym - spadek ciśnienia w ciągu 30 min. nie może przekroczyć 0,02MPa. Po odbiorze próby z wynikiem pozytywnym oraz po wykonaniu pomiarów geodezyjnych, wykopy należy zasypać.

#### **11.2.3. Płukanie i dezynfekcja przewodów wodociagowych**

Po próbach szczelności należy wykonać płukanie sieci używając do tego celu czystej wody. Prędkość przepływu czystej wody powinna wynosić 1,0 m/s. Przewód można uznać za dostatecznie wypłukany,



jeżeli wypływająca z niego woda jest przezroczysta i bezbarwna. Po zakończenia płukania należy przeprowadzić dezynfekcję wodociągu zgodnie z zaleceniem i przy udziale przedstawiciela Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej. Po dezynfekcji i płukaniu należy wykonać analizę bakteriologiczną wody pobranej z wykonanego rurociągu. Pozytywny wynik badania wody jest warunkiem przekazania wodociągu do eksploatacji.

Zgodnie WTWiORB-M tom. I rozdz. 4, pkt. 4.7 ust. 5 dopuszcza się rezygnację z dezynfekcji przewodu po jego płukaniu, jeżeli wyniki badania bakteriologicznego wykażą, że pobrana próbka spełnia wymagania dla wody do picia zgodnie z Rozp. Min. Zdrowia z 7.12.2017r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017.2294).

#### **11.2.4. Oznakowanie przewodów wodociągowych i armatury**

Trasę wykonanych wodociągów z rur PEHD należy oznakować taśmą ostrzegawczo-sygnalizacyjną koloru niebieskiego o szerokości 20cm z wtopioną wkładką metalową. Taśmę należy prowadzić na wysokości ok. 20cm nad grzbietem rury z odpowiednim wprowadzeniem końcówek taśmy do skrzynki zasuw.

Na ścianie budynku, ogrodzeniu lub na słupku należy umieścić tabliczkę informacyjną dotyczącą lokalizacji zasuwów wodociągowych – zgodnie z Polską Normą PN-86/B-09700.

Wykonawca robót zobowiązany jest do prowadzenia geodezyjnej ewidencji uzbrojenia terenu oraz uzgodnień i współdziałania w tym zakresie.

### **11.3. Budowa przyłącza wodociągowego**

#### **11.3.1. Rozwiązania projektowe**

Budynek zaopatrywany będzie w wodę na cele bytowe z projektowanego przyłącza wody, wpiętego do przebudowywanej – w obrębie działki budowlanej - sieci wodociągowej Dz90 PE100 RC SDR11. Zapotrzebowanie wody do celów bytowych wynosi ok. 8,4m<sup>3</sup>/dobę. Sekundowe zużycie wody na cele bytowo - socjalne wynosi 2,8 dm<sup>3</sup>/s. Bilans wody zawarto w opracowaniu.

Na potrzeby przedmiotowej inwestycji projektuje się przyłącze wodociągowe Dz63 PE100 RC SDR11 długości ok. 7mb.

Zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia do sieci wod.-kan. przez dostawcę wody Kudowski Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Kudowie Zdrój ciśnienie w sieci wodociągowej wynosi ok. 7,0 bar.

Przyłącze wpięte będzie do trójnika redukcyjnego PE Dz90/63, zabudowanego na przebudowanej sieci wodociągowej. Na odgałęzieniu trójnika projektuje się zasuwę odcinającą kołnierzową DN50 PN16, która z przewodami PE połączona będzie przy pomocy tulei kołnierzowych Dz63 i kołnierzy stalowych DN50 PN16. Zasuwę wyposażać w trzpień i obudowę w skrzynce ulicznej.

Przyłącze wodociągowe wykonać z rur i kształtek PEHD 100 SDR17 PN10 Dz63 łączonych przez zgrzewanie elektrooporowe. Spajanie należy wykonywać zgodnie z instrukcją producenta. Minimalna głębokości ułożenia rurociągów wynosi 1,5m p.p.t. Montaż rurociągu z rur PEHD umożliwia zmiany kierunków w pionie i poziomie z wykorzystaniem elastyczności materiału z zachowaniem najmniejszego dopuszczalnego promienia ugięcia. W zależności od temperatury otoczenia promień gięcia dla rur PE wynosi:

- przy  $t_o = 20^{\circ}\text{C}$   $R = 25 \times Dz \text{ mm}$
- przy  $t_o = 10^{\circ}\text{C}$   $R = 35 \times Dz \text{ mm}$
- przy  $t_o = 0^{\circ}\text{C}$   $R = 50 \times Dz \text{ mm}$

Przyłącze wody zakończone będzie na parterze budynku, w pomieszczeniu technicznym, gdzie będzie zabudowany zestaw wodomierza głównego dla budynku. Przejście przewodem wody w posadzce wykonać jako wodo – i gazoszczelne. Zestaw wodomierzowy montować na konsoli z regulowanymi półrubunkami, na wysokości 0,5-1,0m nad posadzką, w lokalizacji nie dalej niż 1,0m od wejścia rurociągiem do budynku. Dostawę wodomierza głównego zapewnia dostawca wody.

Należy przygotować miejsce do montażu zestawu wodomierza składające się z:

- zaworu odcinającego kulowego DN50
- konsoli do montażu wodomierza DN40 JS-16  $Q_3=16\text{m}^3/\text{h}$
- zaworu odcinającego kulowego DN50

Za zestawem zabudować:

- trójnik z zaworem odcinającym DN15 na odgałęzieniu do poboru próbek
- filtr siatkowy DN50
- reduktor ciśnienia wody DN50 ustawiony na ciśnienie początkowe  $P_s=4,2\text{bar}$
- zawór antyskażeniowy klasy EA DN50

### 11.3.2. Próby szczelności

Po wykonaniu przewodu wodociągowego przed jego zasypaniem należy poddać rurociąg próbie szczelności i wytrzymałości na ciśnienie próbne  $1,5 \times \text{ciśnienie robocze}$ , lecz nie mniejsze niż 1,0 MPa. Próbę szczelności należy przeprowadzić w oparciu o normę PN-B-10725:1997, „Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano - Montażowych, cz. II - Instalacje Sanitarne i Przemysłowe”. Próbę szczelności przeprowadzić przy udziale przedstawiciela dostawcy wody. Próbę wykonać przy pomocy pompy ciśnieniowej tłokowej z manometrem  $\phi 160\text{mm}$ . Po ustabilizowaniu się na wymaganym poziomie próbnym - spadek ciśnienia w ciągu 30 min. nie może przekroczyć 0,02MPa. Po odbiorze próby z wynikiem pozytywnym oraz po wykonaniu pomiarów geodezyjnych, wykopy należy zasypać.

### **11.3.3. Płukanie i dezynfekcja przewodów wodociągowych**

Po próbach szczelności należy wykonać płukanie sieci używając do tego celu czystej wody. Prędkość przepływu czystej wody powinna wynosić 1,0 m/s. Przewód można uznać za dostatecznie wypłukany, jeżeli wypływająca z niego woda jest przezroczysta i bezbarwna. Po zakończeniu płukania należy przeprowadzić dezynfekcję wodociągu zgodnie z zaleceniem i przy udziale przedstawiciela Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej. Po dezynfekcji i płukaniu należy wykonać analizę bakteriologiczną wody pobranej z wykonanego rurociągu. Pozytywny wynik badania wody jest warunkiem przekazania wodociągu do eksploatacji.

Zgodnie WTWiORB-M tom. I rozdz. 4, pkt. 4.7 ust. 5 dopuszcza się rezygnację z dezynfekcji przewodu po jego płukaniu, jeżeli wyniki badania bakteriologicznego wykażą, że pobrana próbka spełnia wymagania dla wody do picia zgodnie z Rozp. Min. Zdrowia z 7.12.2017r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2017.2294).

### **11.3.4. Oznakowanie przewodów wodociągowych i armatury**

Trasę wykonanych wodociągów z rur PEHD należy oznakować taśmą ostrzegawczo-sygnalizacyjną koloru niebieskiego o szerokości 20cm z wtopioną wkładką metalową. Taśmę należy prowadzić na wysokości ok. 20cm nad grzbietem rury z odpowiednim wprowadzeniem końcówek taśmy do skrzynki zasuw.

Na ścianie budynku, ogrodzeniu lub na słupku należy umieścić tabliczkę informacyjną dotyczącą lokalizacji zasuw wodociągowych – zgodnie z Polską Normą PN-86/B-09700.

Wykonawca robót zobowiązany jest do prowadzenia geodezyjnej ewidencji uzbrojenia terenu oraz uzgodnień i współdziałania w tym zakresie.

## **11.4. Budowa przyłącza i instalacji zewnętrznej kanalizacji sanitarnej**

### **11.4.1. Rozwiązania projektowe**

Ścieki bytowo – gospodarcze odprowadzane będą z budynku grawitacyjnie, projektowanym uzbrojeniem do istniejącego kolektora miejskiego ks250c, wykonanego po wschodniej stronie działki budowlanej. Wpięcie do sieci wykonać do istniejącej studni Sistr na istniejącym kolektorze, przebudowując otwór po zlikwidowanym przykanaliku ks100.

W razie konieczności dokonać regulacji zwieńczeń wszystkich studni na kolektorze, dostosowując poziom włączów do projektowanej niwelety terenu.

Na potrzeby przedmiotowej inwestycji projektuje się:

- budowę przyłącza kanalizacji sanitarnej Ø160 PCV SN8 o długości 10,8mb na odcinku od kolektora do studni rewizyjnej S1

- budowę instalacji zewnętrznej kanalizacji sanitarnej Ø160 PCV SN8 o łącznej długości ok.40 mb od studni S1 do budynku

Projektuje się odrębne przykanaliki instalacji zewnętrznej kanalizacji sanitarnej z każdej z klatek budynku. Projektowane uzbrojenie wykonane będzie z rur Ø160PCV-U SDR34 SN8 ze ścianką litą, łączonych przy pomocy systemowych uszczelki gumowych, układanych zgodnie z technologią wykonywania rurociągów kanalizacyjnych z rur z PVC na podsypce piaskowej.

Na przyłączy i instalacji zewnętrznej projektuje się studnie rewizyjne betonowe Ø1,2m. Studnie wykonane będą z prefabrykowanych elementów betonowych z betonu klasy C35/45, łączonych na gumowe uszczelki stożkowe zapewniające szczelność i odporność na skutki przemieszczeń bocznych. Studnie wykonać z podstaw studni, kręgów betonowych, zwężek, płyt przykrywowych i pierścieni wyrównujących. Podstawa studni jak i pozostałe elementy prefabrykowane wyposażone są fabrycznie w żeliwne stopnie wjazdowe zabezpieczone lakierem asfaltowym. W ścianach studni należy osadzić kształtki w wersji kielich/bosy koniec. Spocznik i kinetę betonową należy wykonać do wysokości średnicy rury, ze spadkiem podłużnym kinety i spadkiem spocznika w stronę kinety.

Wszystkie studnie wyposażać w żelbetonowe zwieńczenia studni, na których osadzone będą włazy żeliwne klasy D400 w terenie najjezdny. Wszystkie studnie spełniać mają warunki normy PN-EN1917. Przejście przewodami kanalizacji pod ławą fundamentową wykonać w rurze stalowej ochronnej DN250.

#### **11.4.2. Próby szczelności**

Przed zasypaniem wykonać próbę hydrauliczną projektowanego odcinka sanitarnego na eksfiltrację i infiltrację wody, wykonanej zgodnie z normą PN-EN 1610 z 2002r. Po wykonaniu rurociągu przed zasypaniem należy sprawdzić szczelność po napełnieniu wodą i w czasie swobodnego przepływu wody w przewodach poprzez oględziny oraz dokonać pomiarów geodezyjnych powykonawczych.

### **11.5. Budowa instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej**

#### **11.5.1. Rozwiązania projektowe**

Wody opadowe z połaci dachów budynku oraz terenów utwardzonych działki, odprowadzane będą grawitacyjnie i gromadzone w obrębie instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej projektowanej w obrębie działki budowlanej. Ilość ścieków deszczowych z terenu nieruchomości wynosić będzie ok. 22 dm<sup>3</sup>/s.

Na terenie inwestycji zaprojektowano instalację kanalizacji w formie retencji rurowej o pojemności czynnej ponad 49m<sup>3</sup>. Zbiornik będzie opróżniany okresowo przez samochód asenizacyjny ze studni D3 zlokalizowanej przed budynkiem.

Docelowo wody opadowe z terenu inwestycji odprowadzane będą przyłączem kanalizacji deszczowej do istniejącego rowu zlokalizowanego na dz. nr 387/49 (stanowiącego własność gminy Kudowa Zdrój), wpiętego do odbiornika wodnego/ potoku, zlokalizowanego w sąsiedztwie w obrębie dz. nr 32, zgodnie z pismem znak IROŚ.6853.2.4.2023 z dn. 13.06.2023r. wydanym przez Burmistrza Gminy Kudowa Zdrój. Zmiana projektu decyzji pozwolenia na budowę w zakresie odprowadzenia kanalizacji deszczowej wykonana będzie po uzyskaniu pozwolenia wodno-prawnego.

Na potrzeby przedmiotowej inwestycji projektuje się budowę instalacji zewnętrznej kanalizacji deszczowej Ø160-400 PCV SN8 oraz Ø800 PE z retencją rurową o pojemności min.49m<sup>3</sup>. Łączna długość projektowanego uzbrojenia wynosi ok. 208 mb.

Uzbrojenie w zakresie średnic Ø160- Ø400 projektuje się z rur PCV-U SDR34 SN8 ze ścianką litą, łączonych przy pomocy systemowych uszczeltek gumowych, układanych zgodnie z technologią wykonywania rurociągów kanalizacyjnych z rur z PVC na podsypce piaskowej.

Retencję rurową Ø800 z rur PE DN800 łączonych przez spawanie ekstruzyjne o konstrukcji (sztywności obwodowej), dostosowanym do miejsca i głębokości posadowienia, warunków gruntowo – wodnych i prowadzenia w terenie najezdnym.

Studnie rewizyjne na przewodach retencyjnych DN800 zamontować w tym samym systemie z rur średnicy PE DN1600, wyposażonych w żelbetowe zwieńczenia studni, na których osadzone będą włazy żelbetonowe. Na etapie doboru systemu retencyjnego i projektu wykonawczego dokonać obliczeń w celu wyjaśnienia czy konieczne jest kotwienie rur retencyjnych z uwagi na poziom wód gruntowych oraz czy konieczne jest odciążenie z uwagi na lokalizację w terenie najezdnym.

Wszystkie studnie wyposażać w żelbetonowe zwieńczenia studni, na których osadzone będą włazy żeliwne klasy B125 w terenie zielonym i D400 w terenie najezdnym. Wszystkie studnie spełniać mają warunki normy PN-EN1917. Włazy studni spełniać mają warunki normy PN-EN-124:2000.

Dach projektowanego budynku odwadnianie będą przez zewnętrzne rury spustowe. Każdą rurę wyposażać w czyszczak. Podłączenie rur wykonać przykanalikami Ø160 PCV-U.

Drogi wewnętrzne, chodniki i parkingi odwadnianie będą przez projektowane wpusty deszczowe ø500mm z elementów prefabrykowanych, łączonych na uszczelki gumowe z osadnikiem o wysokości min. 0,5m. Wpusty wyposażone będą w żeliwne wpusty deszczowe 400×600mm klasy D400, o formie płaskiej, kołnierz  $\frac{3}{4}$  z zawiasem. Podłączenie wpustów wykonywać przewodem ø160PCV.

Ścieki deszczowe – z części odwadniającej tereny utwardzone - będą podczyszczane w osadniku piasku o pojemności 600dm<sup>3</sup> i separatorze substancji ropopochodnych o przepływie nominalnym 3l/s i przepływie maksymalnym 30l/s, do stanu określonego w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla

środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U. 2019.1311).

Zaprojektowano separator lamelowy zintegrowany z osadnikiem np. Ecol-unicon typ ESL-ZH  $Q_n/Q_{max}/V_{osadnika} = 3/30/600$ , zgodny z normą PN-EN 858. Separator ma mieć wyposażenie umożliwiające czasowe zalenie urządzenia, z zabezpieczeniem pojemności składowania substancji ropopochodnych.

### **11.5.2. Próby szczelności**

Przed zasypaniem wykonać próbę hydrauliczną projektowanego odcinka sanitarnego na eksfiltrację i infiltrację wody, wykonanej zgodnie z normą PN-EN 1610 z 2002r. Po wykonaniu rurociągu przed zasypaniem należy sprawdzić szczelność po napełnieniu wodą i w czasie swobodnego przepływu wody w przewodach poprzez oględziny oraz dokonać pomiarów geodezyjnych powykonawczych.

## **11.6. Budowa instalacji zewnętrznej ciepła**

### **11.6.1. Rozwiązania projektowe**

Źródłem ciepła dla instalacji ogrzewania i układu przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku będzie kaskada 2 monoblokowych pomp ciepła powietrze/woda, wspomaganych kotłem gazowym przy szczytowym zapotrzebowaniu na ciepło i do dogrzewu cwu.

Pompy ciepła zlokalizowane będą na zewnątrz budynku, w odległości ok. 4,8m od ściany budynku (lokalizacja w odległości > 3m od budynku, tak aby poziom ciśnienia akustycznego nie przekraczał 45dB(A)). Czynnik grzewczy wytwarzany w pompach ciepła dostarczany będzie do budynku za pomocą zewnętrznej instalacji ciepła wprowadzonej do pomieszczenia technicznego w klatce B. Od każdej z pomp wyprowadzona będzie osobna instalacja zewnętrzna ciepła w kierunku budynku.

Urządzenia należy łączyć z zewnętrzną instalacją ciepła za pomocą zaizolowanych elastycznych węży z uszczelkami, dostarczanych razem z urządzeniem. W obrębie gruntu zabudować kształtki przejściowe. Zewnętrzną instalację ciepła projektuje się jako podziemną, z rur podwójnych fabrycznie preizolowanych np. w systemie Uponor Ecoflex Vip Thermo Twin o średnicy 2x 63x5,8/200mm PN6/SDR11, składającego się z rury zasilającej i powrotnej w jednym płaszczu. Rura podwójna przewodowa wykonana z PE-Xa z barierą antydyfuzyjną, z izolacją PEX w karbowanym płaszczu HDPE (parametry maksymalne 6bar/95°C, Trob=80°C). Rury Uponor Ecoflex Vip Thermo Twin charakteryzują się bardzo dobrą izolacyjnością i elastycznością.

Łączna długość projektowanej instalacji wynosi ok. 12mb.

Rurociągi układać na głębokości ok. 0,9-1,15m p.p.t. z jednego kawałka. Na załamaniach trasy wykonywać łuki zgodnie z promieniem gięcia rur określonym przez producenta. Na wysokości ok. 0,15m nad rurą ułożyć ostrzegawczą taśmę z wtopioną wkładką metalową.

Wejścia do budynku/ przejścia w posadzce zewnętrzną instalacją ciepła wykonać systemowymi kolanami/ przejściami szczelnymi domowymi dla dobranych rur preizolowanych. W obrębie pomieszczenia zabudować kapturki końcowe gumowe. Przejście PE/stal wykonać przy pomocy systemowych kształtek gwintowanych.

#### **11.6.2. Montaż kaskady monoblokowych pomp ciepła**

Pompy ciepła należy zabudować na zewnątrz budynku, na fundamencie betonowym, tak aby dolna krawędź parownika znajdowała się powyżej poziomu średniej lokalnej wysokości śniegu. Fundament powinien mieć wysokość minimum 200mm. Urządzenia montować na podkładkach antywibracyjnych.

Urządzenie należy ustawiać w sposób zapewniający brak możliwości recyrkulacji powietrza zewnętrznego, która powoduje obniżenie mocy i zmniejszenie wydajności pompy ciepła. Parownik należy osłonić przed bezpośrednim działaniem wiatru, który może niekorzystnie wpływać na funkcję odszraniania. W przypadku nieosłoniętej instalacji wolnostojącej należy ustawić pompy ciepła bez kierownic powietrza poprzecznie do kierunku wiatru.

Podczas lokalizacji pomp ciepła należy zapewnić odległość minimum 0,5m między pompami oraz minimum 1,0m wolnej przestrzeni serwisowej z przodu urządzenia.

Urządzenie montować zgodnie z wytycznymi producenta. Miejsce lokalizacji urządzeń należy zabezpieczyć przed wandalizmem i kradzieżą ogrodzeniem z siatki. Lokalizację ogrodzenia, tak aby możliwe było zapewnienie czynności serwisowych pokazano na PZT.

Należy zapewnić odpływ skroplin z tac ociekowych pomp ciepła. Skropliny należy odprowadzić jak najkrótszym przewodem w dół od pompy ciepła. Rurkę skroplin należy wyposażyć w syfon, aby zapobiec cyrkulacji powietrza. Odcinek przewodu odprowadzającego skropliny narażony na zamarzanie należy zabezpieczyć np. kablem grzejnym. Skropliny należy odprowadzić na głębokość poniżej zamarzania gruntu, z wykorzystaniem kesonu kamiennego wykonanego bezpośrednio pod pompą ciepła.

#### **11.6.3. Próby szczelności**

Próby szczelności wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych – tom II Instalacje sanitarne i przemysłowe”.

Instalację ogrzewczą po wykonaniu, ale przed zasypianiem przepłukać, napęlić wodą spełniającą wymagania polskiej normy PN-93/C-04607 na 24 godziny przed rozpoczęciem badania i odpowietrzyć. Instalację poddać próbie szczelności na zimno na ciśnienie 0,6MPa. Wyniki można uznać za

pozytywne, jeżeli w czasie 20min nie wystąpią przecieki oraz manometr nie wykaże spadku ciśnienia. Próbę na gorąco należy przeprowadzić przy parametrach obliczeniowych. Wyniki można uznać za pozytywne, jeżeli instalacja nie ma przecieków i po ochłodzeniu nie wystąpiły uszkodzenia i trwałe odkształcenia.

### **11.7. Roboty ziemne**

Projektowane uzbrojenie podziemne wykonać metodą rozkopu. Przewiduje się wykonanie wykopów mechanicznych, w miejscach kolizji z istniejącym uzbrojeniem podziemnym roboty ziemne należy wykonać ręcznie z zachowaniem szczególnej ostrożności, a w przypadku zbliżeń dalsze prace prowadzić pod nadzorem odpowiedniego użytkownika. Wszystkie wykopy należy wykonać, jako wykopy o ścianach pionowych umocnionych szalunkiem ażurowym. Umocnienie wykonywać od głębokości wykopu 1,0m. Dla zabudowy studni kanalizacyjnych i zbiorników, wykonać wykopy pionowe lub skarpowe o szerokości min. 0,8m większej niż wymiar studni/zbiornika.

Przy wykonywaniu robót ziemnych należy zachować wymogi normy PN 83/8836-02.

Minimalna szerokość wykopu w zależności od średnicy nominalnej przewodu wynosi (zgodnie z normą PN-EN 1610: 2002):

| DN  | Minimalna szerokość wykopu (Dz+x) |
|---|-----------------------------------|
|   | Wykop oszalowany                  |
| DN ≤ 225  | Dz + 0,40                         |
| 225 < DN ≤ 350  | Dz + 0,50                         |
| 350 < DN ≤ 700  | Dz + 0,70                         |
| 700 < DN ≤ 1200   | Dz + 0,85                         |
| W podanych wielkościach Dz + x, x/2 jest równe minimalnej przestrzeni roboczej między rurą a ścianą wykopu lub jego oszalowaniem. |                                   |
| Gdzie: Dz – zewnętrzna średnica przewodu, m   |                                   |

Rurociągi i inne budowle posadowiać w wykopach suchych, w przypadku wystąpienia wód podziemnych w wykopie należy wykonać odwodnienie.

Zgodnie z dokumentacją badań podłoża gruntowego, na przedmiotowym terenie podczas badań terenowych, nawiercono zwierciadło wody gruntowej na głębokości 1,0 - 1,8 m p.p.t., tj. na rzędnej 368,12 – 369,08 m n.p.m., o charakterze swobodnym oraz lekko napiętym.

W przypadku wystąpienia wody w dnie wykopu należy rozważyć obniżenia poziomu wód przy użyciu igłofiltrów. Obniżenie poziomu zwierciadła wód gruntowych w wykopie powinno być dokonywane we wszystkich tych przypadkach, gdy woda gruntowa uniemożliwia lub utrudnia wykonanie wykopu lub posadowienie rurociągu. Obniżenie poziomu wód gruntowych powinno być przeprowadzone w taki



sposób, aby nie została naruszona struktura gruntu w podłożu realizowanego rurociągu ani w podłożu sąsiednich budowli. Poziom zwierciadła wody gruntowej powinien być obniżony o co najmniej 0,5m poniżej dna wykopu. Obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej musi obejmować okresy całodobowe ze względu na szkodliwe działanie wahań zwierciadła wody gruntowej na strukturę gruntu na dnie wykopu. Wykop powinien być ponadto zabezpieczony przed dopływem wód deszczowych, elementy zabezpieczające ściany wykopu muszą wystawać co najmniej 0,15m ponad szczelnie przylegający teren, a powierzchnia terenu powinna być wyprofilowana ze spadkiem umożliwiającym łatwy odpływ wód poza wykop. W przypadku zalegania na dnie wykopu gruntu spoistego przed posadowieniem rurociągu ułożyć należy warstwę podsypki z gruntu sypkiego o grubości nie mniejszej od 0,15m i nie mniejszej od 0,25 średnicy układanej rury. Pompowanie wody gruntowej można przerwać dopiero po całkowitym zasypaniu rurociągu.

Dla stabilizacji rury retencyjne podczas montażu należy stopniowo napęniać wodą, co przeciwdziała wyporowi i unoszeniu się zbiornika w czasie wykonywania zagęszczenia. Dodatkowo grunt wokół rur retencyjnych można stabilizować domieszką cementu do gruntu zasypki. W przypadku występowania wody gruntowej powyżej 3/4 jego wysokości, zbiornik należy dodatkowo dociążyć np. przekładkami z gumy kotwionymi na pasach stalowych do płyt żelbetowych odciażających. Sposób kotwienia ustalić na etapie projektu wykonawczego.

Przed posadowieniem studni dno wykopu wypełnić warstwą 0,3m pospółki, zagęszczonej do wartości 95% zmodyfikowanej wartości Proktora. Pod rurociągi kanalizacji należy wykonać podsypkę piaskowo - żwirową o grubości min 20cm (z frakcją nie większą niż 15mm). Warstwę 0,1m zagęścić do wartości 95% zmodyfikowanej wartości Proktora, natomiast warstwę 0,1m pozostawić bez zagęszczenia. Obsypkę piaskowo - żwirową (z frakcją nie większą niż 2mm) należy wykonać do wysokości 30cm ponad wierzch rur oraz min 30cm z każdego boku. Obsypkę zagęszczać warstwami grubości 15cm do uzyskania stopnia zagęszczenia 95% zmodyfikowanej wartości Proktora. Rury RC przyłącza wody nie wymagają wykonywania podsypki i obsypki z piasku. Jeżeli grunt rodzimy jest bez gruzu i kamieni można stosować podsypkę i nadsypkę z gruntu rodzimego.

Zasypka wykopu może być wykonana z gruntu rodzimego, który będzie nasypywany na danym terenie, jeżeli jego maksymalna wielkość cząstek nie przekracza 30mm. Zasypkę zagęszczać warstwami grubości 20cm do uzyskania stopnia zagęszczenia 98% zmodyfikowanej wartości Proktora.

Dla instalacji zewnętrznej ciepła wykonać wykop o szerokości ok. 0,5m, tak aby zapewnić minimum 15 cm między rurociągiem a ścianą wykopu. Pod rurociągi należy wykonać podsypkę piaskowo - żwirową o grubości min 10cm (z frakcją nie większą niż 16mm i o współczynniku ziarnistości  $>1,8$ ). Obsypkę piaskowo - żwirową (z frakcją nie większą niż 16mm) należy wykonać do wysokości min. 15cm ponad wierzch rur. Obsypkę zagęszczać ręcznie. Na obsypce ułożyć taśmę ostrzegawczą. Dalszą część

wykopu można zasypać gruntem rodzimym, jeżeli maksymalne wielkość jego cząstek nie przekracza 30mm. Zasypkę zagęszczają mechanicznie warstwami grubości 15cm do uzyskania stopnia zagęszczenia 95% zmodyfikowanej wartości Proktora. Do zagęszczania warstw gruntu można użyć wibratory mechaniczne o nacisku do 100 kPa.

## 11.8. Bilans mediów

### 11.8.1. Bilans wody

Dobowe zużycie wody zgodnie z Rozp. Min. Infrastruktury z dnia 14.01 2002r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody ( Dz. U. Nr 8, poz. 70) wynosi:

| Rodzaj zapotrzebowania na wodę                  | Wskaźnik jednostkowy dla doby | Ilość jednostek | Zużycie wody | Ścieki      |
|---|-------------------------------|-----------------|--------------|-------------|
|   | -                             | -               | l/dobę       | l/dobę      |
| Mieszkańcy [l/os.xdoba]                         | 100                           | 84              | 8400         | 7980        |
| Cele porządkowe komunikacji [l/m <sup>2</sup> ] | 0,25                          | 110             | 28           | 17          |
|   | <b>ŁĄCZNIE</b>                |                 | <b>8428</b>  | <b>7997</b> |

Zapotrzebowanie dobowe na wodę na cele bytowe wynosi ok.8,4m<sup>3</sup>/dobę.

Sekundowe zapotrzebowanie na wodę do celów bytowo - gospodarczych wynosi (obliczenia na podstawie PN-92/B-01706):

Budynek wyposażony będzie w następujące urządzenia sanitarne:

|                |                 |       | woda zimna |              | woda ciepła |             |
|----------------|-----------------|-------|------------|--------------|-------------|-------------|
| lp             | urządzenie      | sztuk | qn [l/s]   | Σqn[l/s]     | qn [l/s]    | Σqn[l/s]    |
| 1              | umywalka        | 28    | 0,07       | 1,96         | 0,07        | 1,96        |
| 2              | zlewozmywak     | 28    | 0,07       | 1,96         | 0,07        | 1,96        |
| 3              | pluczka         | 28    | 0,13       | 3,64         |             |             |
| 4              | natrysk/ wanna  | 28    | 0,15       | 4,20         | 0,15        | 4,20        |
| 5              | pralka          | 28    | 0,25       | 7,0          |             |             |
| 6              | zmywarka        | 28    | 0,15       | 4,20         |             |             |
| 7              | zlew techniczny | 1     | 0,15       | 0,15         | 0,15        | 0,15        |
| <b>Łącznie</b> |                 |       |            | <b>23,11</b> |             | <b>8,27</b> |

Przepływ obliczeniowy wody dla całego budynku:

$$q_s = 1,7 \times (23,11 + 8,27)^{0,21} - 0,7 = 2,8 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Budynek zasilony będzie w wodę na cele bytowe z projektowanego przyłącza wody zasilanego z istniejącej sieci wodociągowej, przebudowywanej w obrębie działki budowlanej Inwestora.

Zapotrzebowanie wody do celów zewnętrznego gaszenia pożaru wynosi 10dm<sup>3</sup>/s i pokrywane będzie z istniejącego hydrantu DN80 zabudowanego na miejskiej sieci wodociągowej w obrębie sąsiedniej dz. nr 387/49.

Zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia do sieci wod.-kan. dostawca wody Kudowski Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Kudowie Zdrój zapewnia ww. wydajności wody na cele bytowe i cele przeciwpożarowe. Ciśnienie w sieci wodociągowej wynosi ok. 0,7MPa i zapewnia wymagane ciśnienie 0,2MPa na hydrancie DN80.

### 11.8.2. Bilans ścieków sanitarnych

Dobowa ilość ścieków wyznaczona w oparciu o bilans dobowy wody:

Jako ilość wytwarzanych ścieków bytowo – gospodarczych przyjęto 95% zużywanej wody na potrzeby ludzi oraz ok. 60% na potrzeby porządkowe. Ilość wytwarzanych ścieków bytowych wynosić będzie ok. 8,0m<sup>3</sup>/dobę.

Obliczenie sekundowej ilości ścieków (wg PN-92/B-01707).

| lp | urządzenie      | sztuk | ścieki         | ścieki     |
|----|-----------------|-------|----------------|------------|
|    |                 |       | AWs            | ΣAWs       |
| 1  | umywalka        | 28    | 0,5            | 14,0       |
| 2  | zlewozmywak     | 28    | 1,0            | 28,0       |
| 3  | pluczka         | 28    | 2,5            | 70,0       |
| 4  | natrysk/ wanna  | 28    | 1,0            | 28,0       |
| 5  | pralka          | 28    | 1,0            | 28,0       |
| 6  | zmywarka        | 28    | 1,0            | 28,0       |
| 7  | zlew techniczny | 1     | 1,0            | 1,0        |
|    |                 |       | <b>łącznie</b> | <b>197</b> |

Przepływ obliczeniowy ścieków dla budynku obliczono z zależności:

$$q_s = 0,5 \times \sqrt{\sum Aw_s} = 0,5 \times \sqrt{197} = 7,0 \text{ l/s}$$

### 11.8.3. Bilans ścieków deszczowych

Natężenie miarodajne deszczu I wyznaczono z formuły Błaszczyka dla rocznej wysokości opadów 780mm, deszczu o długości 15minut i częstotliwości występowania 1 raz na 5 lat.

$$I = \frac{6,67 \times \sqrt[3]{(H^2 \times c)}}{t^{0,67}} = \frac{6,67 \times \sqrt[3]{(780^2 \times 5)}}{15^{0,67}} = 157,4 \approx 157 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$$

Gdzie:

H- wysokość opadów; 780mm  
 t – czas trwania deszczu; 15 minut  
 c- częstotliwość, 5

Przepływ wód deszczowych obliczono zgodnie z PN-92/B-01707 dla miarodajnego deszczu  $I=157 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ , wg zależności:

$$q_d = \psi \times A \times \frac{I}{10000}, \text{ dm}^3/\text{s}$$

| Teren  | Powierzchnia<br>A | Współczynnik<br>spływu<br>$\psi$ | Powierzchnia<br>zredukowana<br>$\psi \times A$ | Ilość<br>ścieków<br>Qd |
|--|-------------------|----------------------------------|--|------------------------|
|  | m <sup>2</sup>    | -                                | m <sup>2</sup>                                 | l/s                    |
| budynek  | 689,86            | 1,0                              | 689,9  | 10,8                   |
| nawierzchnia betonowa wiaty śmietnikowej                     | 36,40             | 1,0                              | 36,4   | 0,6                    |
| powierzchnia utwardzona: chodniki, drogi i parkingu z kostki | 883,92            | 0,6                              | 530,4  | 8,3                    |
| teren zielony  | 1032,82           | 0,1                              | 103,3  | 1,6                    |
| budynek  | 689,86            | 1,0                              | 689,9  | 10,8                   |
| <b>ŁĄCZNIE:</b>  | <b>2643,0</b>     |                                  | <b>1359,9</b>                                  | <b>21,4</b>            |

Obliczenie pojemności czynnej zbiornika retencyjnego:

Pojemność użytkową nowego projektowanego zbiornika retencyjnego wyznaczono dla przepływu ścieków  $21,4 \text{ dm}^3/\text{s}$  z całego terenu przy deszczu nawalnym o natężeniu  $157 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$  trwającym 15 minut. Z uwagi, że jest to zbiornik bezodpływowy z wywozem przez opróżnianiem przez samochód asenizacyjny, zastosowano współczynnik zwiększający 2,5.

$$Vu_z = 2,5 \times 21,4 \text{ m}^3/\text{s} \times 15 \text{ minut} \times \frac{60 \text{ sekund}}{\text{minutę}} = 48150 \text{ dm}^3 = \sim 49,0 \text{ m}^3$$

W celu zmagazynowania czasowego powyższej ilości wód opadowych zaprojektowano retencję rurową: w przewodach magistralnych  $\varnothing 800$  np. Weholite PE o  $L=109,1 \text{ mb}$  co daje pojemność ponad  $54 \text{ m}^3$ .

Wyznaczenie wielkości separatora i osadnika ścieków deszczowych:

Dobór separatora przeprowadzono dla natężenia deszczu obliczeniowego  $15 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$  i natężenia deszczu nawalnego  $157 \text{ dm}^3/\text{s} \times \text{ha}$  dla danej zlewni:

$$q_o = A_{zred} \times \frac{I_o}{10000} = 1359,9 \times \frac{15}{10000} \approx 2,04 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$q_{max} = A_{zred} \times \frac{I_{max}}{10000} = 1359,9 \times \frac{157}{10000} \approx 21,4 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Dobrano separator substancji ropopochodnych lamelowy zintegrowany z osadnikiem Qn/Qmax= 3/30, o przepływie nominalnym 3l/s, przepływie maksymalnym 30 l/s np. typ ESL-ZH 3/30, z osadnikiem piasku o pojemności 0,6m<sup>3</sup>.

Wymagana pojemność osadnika wyznaczono z zależności:

$$V = \frac{200 \times NG}{f_d} = \frac{200 \times 3}{1} = 600 \text{ dm}^3$$

Gdzie:

NG – przepustowość nominalna separatora

fd – współczynnik gęstości, tutaj 1

Korpus separatora wykonany będzie z polimerobetonu średnicy 1,2m. Separator podłączony będzie przewodami  $\phi 400$  PCV. Kąt podłączenia separatora między króćcem odpływowym, a dopływowym wynosić będzie 180°. Korpus będzie zwieńczony włazem żeliwnym klasy D400. Separator ma mieć wyposażenie umożliwiające czasowe zalenie urządzenia, z zabezpieczeniem pojemności składowania substancji ropopochodnych.

#### 11.8.4. Bilans gazu ziemnego

Obliczeniowa ilość gazu ziemnego dla potrzeb kotła gazowego o mocy 38kW dla potrzeb grzewczych i przygotowania c.w.u. wynosi:

$$V = \frac{Q}{H \times \eta} = \frac{3600 \times 38}{35400 \times 0,95} = 4,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Gdzie:

Q – zapotrzebowanie na ciepła kotła gazowego, kW

H – wartość opałowa gazu GZ-50, kJ/m<sup>3</sup>

$\eta$  – sprawność urządzenia gazowego

#### 11.9. Założone parametry klimatu wewnętrznego na podstawie przepisów techniczno-budowlanych oraz przepisów dotyczących racjonalizacji użytkowania energii

Obliczenia zapotrzebowania na ciepło przestrzeni wykonano zgodnie z obowiązującymi przepisami, w oparciu o temperatury pomieszczeń ogrzewanych zgodnie z Rozp. M.I. z 12.04.2002r. Projektowane przegrody spełniają wymagania dotyczące wartości współczynników przenikania ciepła. Obliczenia wykonano dla temperatury zewnętrznej okresu zimnego III strefy: -20°C.

Przyjęto następujące temperatury wewnętrzne pomieszczeń ogrzewanych:

- +20°C – dla pokoi, kuchni, odrębnych WC oraz przedpokoi
- +24°C – dla łazienek
- +16°C – pom. technicznego: 0/5

- +8°C – dla komunikacji ogólnodostępnej, klatki schodowej, pom. elektryki/ IT

#### **11.10. Dobór i zwymiarowanie parametrów technicznych podstawowych urządzeń grzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i chłodniczych oraz określenie wartości mocy cieplnej i chłodniczej oraz mocy elektrycznej związanej z tymi urządzeniami**

Dobór urządzeń grzewczych z określeniem ich mocy cieplnej oraz zapotrzebowaniem mocy elektrycznej przedstawiono w tabeli zawartej w punkcie dotyczącym źródła ciepła.

W budynku nie projektuje się urządzeń chłodniczych.

### **12. Instalacje elektroenergetyczne zewnętrzne (sposób powiązania instalacji i urządzeń budowlanych obiektu budowlanego z sieciami zewnętrznymi)**

#### **12.1. Podstawa opracowania**

Podstawą opracowania niniejszego projektu są:

- Zlecenie inwestora.
- Techniczne warunki przyłączenia do sieci el-en.
- Uzgodnienia międzybranżowe.
- Projekty techniczne branży architektonicznej, budowlanej i instalacyjnej.
- Wieloarkuszowa norma PN-(HD) IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Norma PN-76/E-05125 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Norma N SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
- Norma N SEP-E-002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Norma PN-EN 61140 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych.
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. z późniejszymi zmianami w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 8 października 1990 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.

- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych.
- i inne obowiązujące normy, przepisy, albumy typizacyjne i katalogi.

### **12.2. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt wewnętrznej instalacji zasilającej, wewnętrznych linii zasilających oświetlenie terenu oraz kanalizacji kablowej dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego.

### **12.3. Istniejący stan zagospodarowania terenu**

Przez teren objęty zakresem opracowania przebiegają czynne linie kablowe średniego i niskiego napięcia:

- nr K-954 typu 3×YHAKXS 1×120 mm<sup>2</sup> 12/20 kV relacji: WBK 95410 ÷ WBK 95412,
- nr X-4 WBK 95412 typu YAKY 4×70 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV,
- zestaw złączowy nr ZK-WBK 136394,

oraz kanalizacja kablowa i teletechniczna linia napowietrzna. Przebudowa ww. infrastruktury technicznej jest przedmiotem odrębnego opracowania.

UWAGA: przebieg istniejącej infrastruktury podziemnej jest prawdopodobny – należy potwierdzić przekopami kontrolnymi.

Linie kablową nn przebiegającą pod projektowanym wjazdem należy osłonić rurami dwudzielnymi. Wszystkie zbliżenia i skrzyżowania projektowanej inwestycji z istniejącymi urządzeniami el-en należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami. Kable elektroenergetyczne będące w kolizji poprzecznej, w miejscach zbliżeń i skrzyżowań należy zabezpieczyć rurami osłonowymi wychodzącymi 0,5 m poza wykop (jezdnię / wjazd / chodnik). Dokładne położenie kabli należy ustalić za pomocą przekopów kontrolnych, wykonanych ręcznie – bez użycia sprzętu mechanicznego. Zabrania się prowadzenia robót ziemnych sprzętem mechanicznym w odległości mniejszej niż 2 m od kabla zlokalizowanego przekopem kontrolnym. Kable można odkopać tylko do strefy ochronnej, tj. folii lub cegły – zabrania się odkrywania czynnych kabli energetycznych.

W przypadku prowadzenia prac w pobliżu urządzeń obcych, tj. TAURON Dystrybucja S.A., należy wykonywać z zachowaniem szczególnych środków ostrożności pod nadzorem służ energetycznych (wystąpić o nadzór nad prowadzonymi robotami), a następnie zgłosić celem odbioru robót zanikowych. Prace powinny być wykonywane przez pracowników posiadających odpowiednie kwalifikacje, zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.

Dla osłonięcia linii kablowej nn należy stosować rury osłonowe dwudzielne koloru niebieskiego. Na etapie robót budowlanych należy sprawdzić rzędną ułożenia linii kablowych i w razie konieczności pogłębić ich ułożenie. W przypadku wystąpienia niewystarczającej głębokości położenia istniejących kabli energetycznych – zgodnie z wymogami obowiązujących przepisów i norm oraz innych utrudnień technicznych należy przewidzieć możliwość przełożenia kabla poprzez wykonanie wstawek kablowych. W takim przypadku należy wystąpić z wnioskiem o określenie warunków technicznych usunięcia kolizji sieci el-en.

#### **12.4. Zasilanie budynku w energię elektryczną - przyłącze**

Przyłączenie instalacji do sieci elektroenergetycznej nastąpi w projektowanym odrębnym opracowaniu zestawie złączowym, zgodnie z warunkami przyłączenia nr WP/052491/2023/O04R04 z dnia 30.08.2023 r. Zestaw złączowy zostanie zasilony projektowaną odrębnym opracowaniem linią kablową z istniejącej stacji transformatorowej. Proponowaną lokalizację zestawu złączowego pokazano na projekcie zagospodarowania terenu. **Przyłącze elektroenergetyczne – poza zakresem opracowania**

#### **12.5. Wewnętrzne instalacje zasilające (WIZ)**

Zgodnie z technicznymi warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, zasilanie instalacji odbiorczych każdej z klatek schodowych należy wykonać z projektowanego odrębnym opracowaniem zestawu złączowego, zgodnie z warunkami przyłączenia nr WP/052491/2023/O04R04 z dnia 30.08.2023 r. Proponowaną lokalizację zestawu złączowego pokazano na projekcie zagospodarowania terenu. Wewnętrzne instalacje zasilające wykonać kablem typu YAKXS 4×240 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV dla klatki nr 2 oraz kablem typu YAKXS 4×120 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV dla klatki nr 1. Kable zakończyć termokurczliwymi termokurczliwymi głowicami kablowymi. Do budynku kable wprowadzić w szczelnych przepustach. Całość prac należy wykonać przy wyłączonym napięciu zgodnie z normą N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

#### **12.6. Wewnętrzne linie zasilające pompy ciepła (WLZ)**

Zasilanie pomp ciepła należy wykonać kablami YKXS 5×6 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV + YKXS 3×2,5 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV + S/FTP 4×2×0,57 PE gel prowadzonymi na całej długości w rurach osłonowych  $\phi$ 75 mm na głębokości 0,7 m. Każdą jednostkę zewnętrzną zasilć odrębną linią. Zasilanie należy wyprowadzić z rozdzielnic kotłowni. Ostateczny typ linii należy ustalić z dostawcą urządzenia na etapie wykonawstwa. Kable zakończyć termokurczliwymi termokurczliwymi głowicami kablowymi. Do budynku kable wprowadzić



w szczelnych przepustach. Całość prac należy wykonać przy wyłączonym napięciu zgodnie z normą N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

### **12.7. Wewnętrzna linia zasilająca oświetlenie terenu (WLZ)**

Przewiduje się oświetlenie terenu z latarniami LED, zgodnie z projektem zagospodarowania terenu. Zasilanie lamp należy wykonać kablem YKXS 3×4 mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV prowadzonym na całej długości w rurach osłonowych  $\phi$ 50 mm na głębokości 0,7 m. Zasilanie należy wyprowadzić z rozdzielnic głównej budynku – części administracyjnej.

Jako słupy oświetleniowe oświetlenia należy zastosować słupy stalowe ocynkowane o wysokości 6 m. Słupy należy zabezpieczyć elastomerem do wysokości 0,50 m od ziemi. Na słupach należy zabudować oprawy drogowe LED 25W 3280lm 4000K. Słupy należy posadzić na betonowych fundamentach prefabrykowanych dedykowanych przez producenta słupów. Fundamenty należy instalować w gruncie o nośności nie mniejszej niż 0,2 MPa. Przed montażem fundament należy zabezpieczyć roztworem abizolu. Na śruby fundamentów należy nałożyć kapturki osłonowe. Montaż słupa należy wykonać w szczególności z wytycznymi producenta. W słupach należy zabudować złącza słupowe lub tabliczki bezpiecznikowe. Lampy należy zasilć przewodem YDYżo 3×2,5 mm<sup>2</sup> 450/750 V zabezpieczając wkładkami bezpiecznikowymi gG 4 A. Sterowanie oświetleniem będzie odbywało się za pomocą czujnika zmierzchowego z zegarem astronomicznym dwukanałowym zabudowanym w rozdzielnic głównej.

W każdym słupie należy połączyć przewodem typu LgYżo 16 mm<sup>2</sup> 450/750V zacisk uziemiający słupa z przewodem PE linii kablowej. Dla każdego słupa wykonać uziom. Wymagana rezystancja uziemienia  $R_u \leq 30 \Omega$ . Całość prac wykonać przy wyłączonym napięciu zgodnie z normą N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

### **12.8. Kanalizacja kablowa**

Na terenie objętym zakresem opracowania należy wykonać kanalizację kablową z rur osłonowych (RO) o średnicy 110 mm. Rury układać możliwie w linii prostej, na podsypce piaskowej o grubości minimum 10 cm i przysypać warstwą przesianej ziemi o grubości nie mniejszej niż 10 cm. Rury osłonowe łączyć za pomocą zgrzewania lub złączkami zewnętrznymi. Wymagana głębokość ułożenia - posadowienia projektowanych przepustów ochronnych oraz linii kablowych nie może być mniejsza niż 0,7 m mierzona jako odległość pomiędzy odpowiednio górną powierzchnią rury, a odpowiednio: istniejącą lub docelową rzędną terenu, projektowaną docelową lub istniejącą rzędną pobocza dróg i pozostałego terenu objętego pasem drogowym. Taśmę ostrzegawczą o szerokości 200 ± 10 mm i grubości co najmniej

0,3 mm w kolorze pomarańczowym z perforowanymi otworami o średnicy co najmniej 10 mm i z trwałym napisem „Uwaga kanalizacja kablowa” umieszczać nad rurami w połowie głębokości ich ułożenia. Zaleca się budowanie kanalizacji kablowej na bazie studni SKO-2 lub równoważnych. Studnie kablowe lub zasobniki zabezpiecza się przed dostępem osób nieuprawnionych. Studnie kablowe wykonać z betonu klasy minimum C. Zwieńczenia studni kablowych muszą składać się z ramy żeliwnej osadzonej w betonowym wieńcu. Pokrywy studni kablowych z żeliwnym wywietrznikiem i okuciami wypełnionymi zbrojonym betonem. Kołnierze studni i pokryw oraz okucia zabezpieczone antykorozyjnie. Konstrukcja studni powinna być wyposażona w ochronę przeciwwilgociową. Należy wykonać zabezpieczenie studni przed dostępem osób nieuprawnionych za pomocą systemu zamków z układem zasuwowo - ryglowym.

Rury zasypać warstwą piasku lub przesianej ziemi, przy czym ziemia nie powinna zawierać kamieni i gruzu większych niż 5 cm. Wykop zasypywać kolejnymi warstwami ziemi po 20 cm, ubijanymi mechanicznie.

### **12.9. Warunki wykonania linii kablowych**

Przed przystąpieniem do prac ziemnych należy wytrasować przebieg trasy istniejących i projektowanych linii kablowych oraz innych instalacji podziemnych kolidujących z nimi.

Projektowane kable należy układać w sposób uniemożliwiający ich uszkodzenie. Przy układaniu kabli powinny być zachowane środki ostrożności zapobiegające uszkodzeniu innych kabli lub urządzeń znajdujących się na trasie budowanych linii oraz przestrzegane zasady ochrony środowiska. Zastosowana technologia układania kabla powinna uniemożliwiać:

- tarcie zewnętrznej warstwy kabla o ściany lub dno wykopu, kanału albo tunelu,
- przekroczenie dopuszczalnej siły naciągu.

Temperatura kabla przy układaniu powinna być nie niższa od wartości podanej przez producenta. Przy układaniu kabel można zginać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być nie mniejszy od podanego przez producenta kabla. W miejscach, w których w zwykłych warunkach użytkowania przewiduje się występowanie naprężeń mechanicznych mogących spowodować uszkodzenie kabla, kabel należy układać w osłonach. W szczególności należy osłaniać kable ułożone w ziemi pod drogami. Dopuszcza się układanie kabli o napięciu znamionowym nie większym niż 30 [kV] bez osłon otaczających:

- pod drogami z nawierzchnią rozbiegającą,
- pod drogami zbiorczymi, lokalnymi dojazdowymi z nawierzchnią nierozbiegającą pod warunkiem ułożenia do trasy kablowej osłony otaczającej.

W miejscach wyjścia z osłon kable należy tak ułożyć i zabezpieczyć, aby nie były narażone na uszkodzenie np. ścinanie i zginięcie. Kabel należy układać w taki sposób, aby w normalnych warunkach pracy nie wywoływały niepożądanych zjawisk w innych liniach kablowych. Kable ułożone obok siebie nie powinny się stykać.

Dopuszcza się jednak stykanie ze sobą na całej długości kabli:

- sygnalizacyjnych z sygnalizacyjnymi,
- sygnalizacyjnych z kablami z elektroenergetycznymi do 1 kV przyłączonymi do tego samego odbiornika,
- elektroenergetycznych jednożyłowych stanowiących jedną linię,
- elektroenergetycznych przeznaczonych do zasilania urządzeń oświetleniowych.

Dopuszcza się stykanie kabli o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, jeżeli kable te nie rezerwują się wzajemnie. Osłony otaczające kable jednożyłowe oraz ich zamocowania powinny być wykonane z materiału niemagnetycznego oraz powinny być dostosowane do sił dynamicznych występujących przy zwarcia w danej linii.

Kable ułożone pionowo lub pochyło powinny być tak zamocowane, aby siła naciągu nie wywoływała nadmiernych naprężeń w kablu, nie powodowała osiowego przesunięcia kabla i aby miejsca połączeń, tj. mufy i głowice nie były narażone na naprężenia wzdłużne. W przypadku łączenia innych kabli należy przy mufie zostawić zapas wystarczający do skompensowania możliwych przesunięć kabla. Kable o napięciu znamionowym do 1 [kV] należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci do ich wnętrza.

Kable należy łączyć za pomocą muf kablowych. Mufy i głowice kablowe powinny być dostosowane do typu kabla, jego napięcia znamionowego, przekroju i liczby żył oraz warunków otoczenia w miejscu zainstalowania. Mufy i głowice powinny być dostosowane do warunków zwarciovych występujących w miejscu zainstalowania oraz ustalonej obciążalności prądowej. Do łączenia żył kabli należy stosować złączki grubościennne z przegrodą. Projektowane kable ułożone w ziemi należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 [m] oraz w miejscach charakterystycznych, np. przy skrzyżowaniach, wejściach do kanałów i osłon otaczających. Kable ułożone w powietrzu powinny być zaopatrzone w trwałe oznaczniki przy głowicach i odbiornikach oraz w takich miejscach i odstępach, aby identyfikacja kabla była jednoznaczna.

Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy zawierające co najmniej:

- numer ewidencyjny linii,
- typ kabla,
- znak użytkownika kabla,

- rok ułożenia kabla.

Szczegółową treść opisu należy uzgodnić w trakcie realizacji z właścicielem sieci. W przypadku linii sygnalizacyjnych dopuszcza się nieumieszczanie na oznacznikach typu kabla.

Trasa projektowanych linii kablowych ułożonych w ziemi powinny być na całej długości i szerokości oznaczone folią o trwałym kolorze niebieskim dla linii niskiego napięcia. Grubość folii powinna wynosić co najmniej 0,3 [mm]. Folia powinna być wykonana z tworzywa sztucznego, które w temperaturze 20 [°C] ma wydłużenie przy zerwaniu co najmniej 200 [%]. Krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50 [mm] poza zewnętrzną krawędź ułożonego kabla. Kable należy układać na dnie wykopu linią falistą z zapasem 3 [%], jeżeli grunt jest piaszczysty, w pozostałych przypadkach kable należy układać na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 [cm]. Ułożone kable należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 [cm], następnie 15 [cm] warstwą piasku lub gruntu rodzimego i oznaczyć folią kablową. Folia kablowa powinna znajdować się nad ułożonymi kablami na wysokości nie mniejszej niż 25 [cm] i nie większej niż 35 [cm]. W przypadku skrzyżowań, oznaczenia linii krzyżujących się powinny znajdować się na tej samej wysokości. Przy układaniu bednarki uziemiającej w tym samym wykopie, w którym ułożono kabel, bednarkę należy zakopać w dnie rowu kablowego na głębokości co najmniej 10 [cm]. Głębokość ułożenia projektowanych kabli w ziemi, mierzona prostopadle od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabli, powinna wynosić co najmniej 70 [cm].

Dopuszcza się układanie kabli o napięciu znamionowym do 30 [kV] bezpośrednio w ziemi, w dwóch lub więcej warstwach. Pionowa odległość między warstwami kabli powinna wynosić co najmniej 15 [cm]. Kable należy układać poza częściami dróg i ulic przeznaczonymi do ruchu kołowego, w odległości co najmniej 50 [cm] od jezdni i fundamentów budynków. Dopuszcza się układanie w częściach ulic i dróg przeznaczonych do ruchu kołowego kabli w osłonach otaczających na głębokości co najmniej 100 [cm].

Długość i kształt osłon otaczających kabli ułożonych pod drogami i ulicami musi umożliwiać wymianę osłoniętego kabla. Zaleca się aby pod drogami kable należy układać w rurach przepustowych. Średnicę wewnętrzną rury osłonowej należy uzależnić od średnicy zewnętrznej kabla. Osłony otaczające powinny wystawać:

- krawężnik lub krawędź jezdni na długość co najmniej 50 [cm] z każdej strony,
- rów odwadniający lub nasyp drogi co najmniej 100 [cm] z każdej strony.

Jeżeli głębokości te nie mogą być zachowane, np. przy skrzyżowaniu lub obejściu urządzeń podziemnych, to dopuszczalne jest ułożenie kabli na mniejszej głębokości, jednak na tym odcinku kabel należy chronić osłoną otaczającą, tj. rurą osłonową z tworzywa sztucznego koloru niebieskiego dla linii nn. Kabel w miejscach wyprowadzenia z rur nie powinien opierać się o krawędź otworów. Przepusty

powinny być w tych miejscach zaślepione za pomocą termokurczliwych palczatek uszczelniających lub kształtek uszczelniających.

Przy układaniu projektowanych linii kablowych należy zachować poniżej wymienione odległości między kablami ułożonymi bezpośrednio w ziemi nie należącymi do tej samej linii kablowej.

| L.p. | Charakterystyka kabli krzyżujących się i zbliżających   | Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm] |                        |
|------|---|---|------------------------|
|      |   | pionowa przy skrzyżowaniu               | pozioma przy zbliżeniu |
| 1.   | Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1 [kV] z kablami o tym samym napięciu znamionowym lub kablami sygnalizacyjnymi                              | 15                                      | 5                      |
| 2.   | Kable sygnalizacyjne i kable przeznaczone do zasilania urządzeń oświetleniowych z kablami tego samego przeznaczenia   | 5                                       | mogą się stykać        |
| 3.   | Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym do 1[kV] z kablami elektroenergetycznymi o napięciu znamionowym $1 \text{ [kV]} \leq U_N \leq 30 \text{ [kV]}$ | 15                                      | 25                     |
| 4.   | Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym $1 \text{ [kV]} \leq U_N \leq 30 \text{ [kV]}$ z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych            |   | 10                     |
| 5.   | Kable różnych użytkowników o napięciu znamionowym do 30 [kV]  |   | 25                     |
| 6.   | Kable z mufami innych kabli   | nie dopuszcza się                       | jak w l.p. 1-5         |
| 7.   | Kable elektroenergetyczne o napięciu znamionowym wyższym niż 30 [kV] z kablami tego samego przedziału napięć znamionowych                                       | 50                                      | 50                     |

W przypadku, gdy z uzasadnionych powodów odległości te nie mogą być zachowane, dopuszcza się ich zmniejszenie pod warunkiem, że każdy z krzyżujących się kabli elektroenergetycznych ułożony bezpośrednio w ziemi będzie chroniony przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości co najmniej 50 [cm] w obie strony od skrzyżowania osłoną otaczającą, a przy zbliżeniu przegrodą. W takim przypadku projektowaną linię kablową należy wprowadzić w rurę osłonową, natomiast na istniejące kable należy założyć rury osłonowe dwudzielne. Średnicę wewnętrzną rury osłonowej należy uzależnić od średnicy zewnętrznej kabla. Norma dopuszcza stykanie się kabli o napięciu znamionowym nie wyższym niż 1 kV, jeżeli kable te nie rezerwują się wzajemnie.

Przy układaniu projektowanych linii kablowych należy zachować poniżej wymienione odległości między kablami ułożonymi bezpośrednio w ziemi od innych urządzeń podziemnych.

| l.p. | Rodzaj urządzenia podziemnego                                       | Najmniejsza dopuszczalna odległość [cm] |                        |
|------|---|---|------------------------|
|      |   | pionowa przy skrzyżowaniu               | pozioma przy zbliżeniu |
| 1.   | Rurociągi wodociągowe, ściekowe, ciepłe, gazowe z gazami niepalnymi | 25 + średnica                           | 25 + średnica          |

|    |  | rurociągu   | rurociągu |
|----|--|---|-----------|
| 2. | Rurociągi z gazami i cieczami palnymi  | uzgodnić z właścicielem, ale nie mniej niż w l.p. 1 |           |
| 3. | Zbiorniki z gazami i cieczami palnymi  | nie mogą się krzyżować                              | 200       |
| 4. | Części podziemne linii napowietrznej (ustój, podpora, odciążka)  | nie mogą się krzyżować                              | 40        |
| 5. | Ściany budynków i inne budowle, np. przyczółki, z wyjątkiem urządzeń wyszczególnionych w l.p. 1, 2, 3, 4 | nie mogą się krzyżować                              | 50        |
| 6. | Urządzenia do ochrony budowli od wyładowań atmosferycznych   | wg PN-86/05003/01                                   |           |

Dopuszcza się zmniejszenie w/w odległości pod warunkiem zastosowania osłon otaczających. W takim przypadku projektowane kable ułożone bezpośrednio w ziemi powinny być chronione przed uszkodzeniem w miejscu skrzyżowania i na długości, co najmniej po 50 [cm] w obie strony od miejsca skrzyżowania z urządzeniem podziemnym, za pomocą rury osłonowej o średnicy wewnętrznej rury osłonowej dobranej do średnicy zewnętrznej kabla. Osłony otaczające ułożone w ziemi powinny być ze sobą szczelnie połączone tak, aby nie przedostawała się do ich wnętrza woda i aby nie były zamulane. Do tego celu należy zastosować złączki wodoszczelne, zapewniające szczelność połączeń na poziomie IP 67. W jednej osłonie otaczającej powinien być ułożony tylko jeden kabel; nie dotyczy to kabli jednożyłowych tworzących układ wielofazowy, kabli sygnalizacyjnych oraz kabla elektroenergetycznego i kabli sygnalizacyjnych przyłączonych do tego samego urządzenia – mogą one być umieszczone w jednej osłonie otaczającej.

Średnica wewnętrzna osłony otaczającej powinna być równa co najmniej 1,5-krotnej zewnętrznej średnicy kabla, jednak nie mniejsza niż 50 [mm]. W przypadku ułożenia kilku kabli w jednej osłonie otaczającej powierzchnia otworu nie powinna być mniejsza niż trzykrotna suma powierzchni przekrojów ułożonych kabli. Głębokość umieszczenia osłon otaczających w ziemi, mierzona od powierzchni terenu do górnej osłony linii kablowej powinna wynosić, co najmniej:

- 40 [cm] – przy układaniu kabli pod chodnikami,
- 100 [cm] – przy układaniu kabli w częściach dróg i ulic przeznaczonych do ruchu kołowego.

Dopuszcza się zmniejszenie podanej głębokości, jeżeli wymusza to konstrukcja istniejących budowli na trasie kabla lub przeszkoda, której nie można usunąć lub obejść z zachowaniem normatywnych odległości.

Kable należy zabezpieczyć przed wnikaniem wilgoci do jego wnętrza. Kable niskiego napięcia należy zakończyć termokurczliwymi palczatkami. Na żyły kabli należy założyć termokurczliwe oznaczniki faz. Do wykonania głowic kablowych należy stosować końcówki kablowe grubościennne oraz szczelne.

### **12.10. Ochrona przeciwporażeniowa urządzeń i instalacji niskiego napięcia**

Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim urządzeń niskiego napięcia zastosowano izolację podstawową, obudowy urządzeń elektrycznych o stopniu ochrony co najmniej IP2X. Jako ochronę przed dotykiem pośrednim zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania realizowane na bazie wkładek bezpiecznikowych i wyłączników nadprądowych.

Ochrona przeciwporażeniowa realizowana jest poprzez:

- izolację roboczą,
- samoczynne wyłączenie zasilania – układ sieciowy TN-C, TN-C-S,
- osłon o stopniu ochrony większym od IP 2X.

### **12.11. Uwagi końcowe**

- Całość robót należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną oraz obowiązującymi normami, przepisami budowy i bhp oraz instrukcjami.
- Wszystkie roboty ziemne wykonywać ręcznie z zachowaniem ostrożności. Roboty ziemne w pobliżu istniejących kabli elektroenergetycznych wykonywać przy wyłączonym napięciu.
- O terminie przystąpienia do wykonywania robót powiadomić wszystkich użytkowników (właścicieli) obcych sieci i urządzeń znajdujących się w zasięgu prowadzonych robót i z nimi zlokalizować w terenie ich położenie, uzgodnić warunki prowadzenia robót oraz nadzór nad ich przebiegiem.

Po zakończeniu robót, przed zgłoszeniem do odbioru końcowego, należy wykonać pomiary pomontażowe oraz przeprowadzić próby montażowe

## **13. Ochrona przeciwpożarowa**

### **13.1. Klasyfikacja obiektu.**

- Budynek trzy kondygnacje nadziemne z poddaszem nieużytkowym
- budynek niepodpiwniczony
- budynek wolnostojący
- budynek został zakwalifikowany jako niski
- powierzchnia całkowita – 2284,84 m<sup>2</sup>
- wysokość budynku 14,55m
- klasa odporności pożarowej D

### **13.2. Odległość od obiektów sąsiadujących**

Najbliższy budynek istniejący zlokalizowany jest od strony południowej w odległości 16m od budynku projektowanego.

### **13.3. Parametry pożarowe występujących substancji palnych.**

W budynku nie występują materiały niebezpieczne. Inne, które występują to materiały palne takie jak: papier, drewno, tkaniny, tłuszcze, tworzywa sztuczne i niewielkie ilości cieczy palnych.

### **13.4. Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego.**

Dla obiektów zaliczonych do kategorii zagrożenia ludzi **ZL** nie oblicza się gęstości obciążenia ogniowego.

### **13.5. Kategoria zagrożenia ludzi.**

Obiekt należy do kategorii zagrożenia ludzi **ZL IV** – budynek mieszkalny. Budynek dwuklatkowy. Na każdej klatce schodowej na każdym z pięter zlokalizowano po 4 mieszkania na parterze i po 5 mieszkań na kolejnych kondygnacjach (średnio 3 osoby na mieszkanie). Przewiduje się możliwość maksymalnego przebywania jednocześnie 42 osób na kondygnacji, oraz maksymalnie jednoczesnego przebywania 84 osób w całym obiekcie.

### **13.6. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych**

W obiekcie nie występują pomieszczeniem zagrożonym wybuchem oraz nie występują zewnętrzne strefy zagrożenia wybuchem.

### **13.7. Podział obiektu na strefy pożarowe.**

Budynek znajduje się w jednej strefie pożarowej o powierzchni całkowitej 2284,84 m<sup>2</sup>. Dodatkowo wydzielone pod względem pożarowym od pozostałych części budynku zostało pomieszczenie techniczne zlokalizowane na kondygnacji parteru ( o powierzchni 16,52 m<sup>2</sup>). Ściany oddzielenia pożarowego tych pomieszczeń od reszty kondygnacji podziemnej zaprojektowano w klasie odporności ogniowej REI60, strop nad pomieszczeniami technicznymi REI60. Drzwi w ścianie oddzielenia przeciwpożarowego o odporności ogniowej EI60.

Strefa pożarowa nie przekracza dopuszczalnej wielkości strefy określonej w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.



**13.8. Klasa odporności pożarowej obiektu.**

Budynek mieszkalny wielorodzinny posiada klasę odporności pożarowej **D**

**13.9. Odporność ogniowa elementów budynku.**

Poszczególne elementy budynku powinny posiadać następującą odporność ogniową (§ 216 ust.1 rozporządzenia):

| ELEMENTY BUDYNKU                    | KLASA ODPORNOŚCI POŻAROWEJ <sup>3)</sup> | D      |
|-------------------------------------|--|--------|
| główna konstrukcja nośna            | minimalna odporność ogniowa [min]        | R 30   |
|                                     | rozprzestrzenianie ognia                 | NRO    |
| konstrukcja dachu                   | minimalna odporność ogniowa [min]        | (-)    |
|                                     | rozprzestrzenianie ognia                 | NRO    |
| stropy <sup>1)</sup>                | minimalna odporność ogniowa [min]        | REI 30 |
|                                     | rozprzestrzenianie ognia                 | NRO    |
| ścianki wewnętrzne <sup>1)</sup>    | minimalna odporność ogniowa [min]        | (-)    |
|                                     | rozprzestrzenianie ognia                 | NRO    |
| przekrycie dachu                    | minimalna odporność ogniowa [min]        | (-)    |
|                                     | rozprzestrzenianie ognia                 | NRO    |
| ściany zewnętrzne <sup>1), 2)</sup> | minimalna odporność ogniowa [min]        | EI 30  |
|                                     | rozprzestrzenianie ognia                 | NRO    |

Oznaczenia w tabeli:

**R** – nośność ogniowa ( w minutach ), określona zgodnie z Polską Normą dotyczącą zasad ustalania klas odporności ogniowej elementów budynku,

**E** – szczelność ogniowa ( w minutach ), określona jw.,

**I** – izolacyjność ogniowa ( w minutach ), określona jw.,

(-) – nie stawia się wymagań.

min - minuty

NRO - nierozprzestrzeniający ognia

<sup>1)</sup> Jeżeli przegroda jest częścią głównej konstrukcji nośnej, powinna spełniać także kryteria nośności ogniowej (R) dla tej przegrody.

<sup>2)</sup> Klasa odporności ogniowej dotyczy pasa międzykondygnacyjnego wraz z połączeniem ze stropem.

<sup>3)</sup> klasa odporności ogniowej dotyczy elementów wraz z uszczelnieniami złączy i dylatacjami.

Odporność ogniowa wewnętrznych przegród pionowych oddzielających mieszkania od innych mieszkań oraz od dróg komunikacji ogólnej powinna wynosić co najmniej EI 30, a biegów i spoczników R30.

**13.10. Warunki ewakuacji, oświetlenie awaryjne (bezpieczeństwa i ewakuacyjne) oraz przeszkodowe**

Z pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi zapewniono możliwość ewakuacji w bezpieczne miejsce na zewnątrz budynku. W pomieszczeniach, od najdalszego miejsca, w którym może przebywać człowiek, zapewniono przejście ewakuacyjne prowadzące na zewnątrz budynku lub do innej strefy pożarowej i nie przechodzące przez więcej niż trzy pomieszczenia. Długość przejść ewakuacyjnych nie

przekracza w żadnym miejscu wartości określonych w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Szerokość drzwi w świetle na drodze ewakuacyjnej obliczono korzystając z założenia, że na każde 100 osób korzystających z drogi przypadać powinno 0,6 m szerokości drzwi, lecz nie mniej niż 90 cm.

Drzwi prowadzące z pomieszczeń na drogę ewakuacyjną powinny otwierać się w taki sposób, aby po otwarciu nie zawężyły wymaganej przepisami szerokości drogi ewakuacyjnej.

### **13.11. Sposób zabezpieczenia pożarowego przepustów instalacyjnych przez ściany i stropy oddzielenia pożarowego.**

Wszystkie przejścia instalacyjne przechodzące przez ściany lub stropy oddzielenia przeciwpożarowych zabezpieczyć uszczelnieniem do klasy odporności ogniowej, jak odporność przegrody. Przepusty instalacyjne o średnicy powyżej 4 cm w ścianach i stropach, dla których jest wymagana klasa odporności ogniowej najmniej EI 60, REI 60 lub REI 30, powinny mieć klasę odporności ogniowej (EI) tych elementów.

### **13.12. Woda do zewnętrznego gaszenia budynku**

Zgodnie z RMSWiA. „W sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych”, projektuje się zabezpieczenie budynku jednym hydrantem zewnętrznym DN80, dla którego wymagany wypływ wynosi 10dm<sup>3</sup>/s przy ciśnieniu 0,2MPa.

Zapewnienie wody do zewnętrznego gaszenia pożaru w ilości 10dm<sup>3</sup>/s pokrywane będzie z hydrantu przeciwpożarowego DN80 zabudowanego na sieci miejskiej w90 w obrębie dz. nr 387/49. Lokalizacja hydrantu ppoż. na rysunku PZT-01. Hydrant znajdować będzie się ok. 30m od projektowanego budynku.

Zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia do sieci wody, dostawca zapewnia w/w wydajności wody na cele przeciwpożarowe. Ciśnienie w sieci wodociągowej wynosi ok. 0,7 MPa i zapewni wymagane ciśnienie 0,2 MPa na projektowanym hydrancie DN80.

### **13.13. Dobór urządzeń przeciwpożarowych.**

#### **Wewnętrzna instalacja wodociągowa przeciwpożarowa.**

W obiekcie nie jest wymagane stosowanie hydrantów wewnętrznych z węzłem półsztywnym o nominalnej średnicy węża 25 mm i 33mm.

#### **Samoczynne stałe urządzenia gaśnicze wodne.**

W obiekcie nie jest wymagane instalowanie samoczynnych stałych urządzeń gaśniczych wodnych.

#### **System Sygnalizacji pożarowej.**

W obiekcie nie jest wymagane wykonanie systemu sygnalizacji pożaru.

**Dźwiękowy system ostrzegawczy.**

W obiekcie nie jest wymagane wykonanie dźwiękowego systemu ostrzegawczego.

**Instalacje samoczynnych urządzeń oddymiających do grawitacyjnego odprowadzenia dymu.**

W obiektach nie jest wymagane wykonanie instalacji samoczynnych urządzeń oddymiających do grawitacyjnego odprowadzenia dymu.

**Przeciwpowozarowy wyłącznik prądu**

Budynek wyposażono w przeciwpowozarowy główny wyłącznik prądu z certyfikatem CNBOP Lokalizacja zgodnie z rzutem przyziemia PT branży elektrycznej

UWAGI:

- Urządzenia powozarowe w obiekcie powinny być wykonane zgodnie z PB a warunkiem dopuszczenia ich do użytku jest przeprowadzenie odpowiednich dla danego urządzenia prób i badań potwierdzających prawidłowość ich działania.
- Obiekt oznakować znakami ewakuacyjnymi oraz znakami ppoż. zgodnie z ustaleniami zawartymi w Instrukcji Bezpieczeństwa Powozarowego.
- **Wyroby przyjęte posiadają dopuszczenie do stosowania w ochronie przeciwpowozarowej wydane przez CNBOP.**

**Wyposażenie obiektu w gaśnice.**

Obiekt wyposażyć w podręczny sprzęt gaśniczy i urządzenia ratownicze zgodnie z przepisami.

**Rodzaj i wykaz sprzętu zgodnie z instrukcją bezpieczeństwa powozarowego.**

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Branża architektoniczna         | mgr inż. arch. Dawid Małkowski |
| Branża konstrukcyjna            | mgr inż. Jarosław Szyszka      |
| Branża instalacji sanitarnych   | mgr inż. Sylwia Domagała       |
| Branża instalacji elektrycznych | mgr inż. Remigiusz Przysław    |