

OPIS TECHNICZNY PRZEBUDOWA ODCINKA WEWNĘTRZNEJ INSTALACJI C.O.

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

PRZEBUDOWA ODCINKA WEWNĘTRZNEJ INSTALACJI C.O. w ramach zadania inwestycyjnego p.n. "Modernizacja szkół ponadpodstawowych w zakresie efektywności energetycznej

Opracowanie dotyczy przebudowy części instalacji zewnętrznej CO.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie Inwestora,
- opracowanie branży architektoniczno-budowlanej z 11.2024
- obowiązujące przepisy i normy,
- uzgodnienia z architektem i Inwestorem obiektu oraz międzybranżowe.

3. CEL OPRACOWANIA

Niniejszy projekt jest podstawą do wykonania przebudowy fragmentu instalacji ciepłowniczej z rur preizolowanych, doprowadzającej ciepło do części wyżej wymienionego budynku. Ciepłociąg został zaprojektowany z rur preizolowanych CO 2xDN65.

4. OPIS PROJEKTOWANYCH ROZWIĄZAŃ

Przebudowa instalacji zewnętrznej CO została zaprojektowana w oparciu o aktualną moc przyłączeniową, podaną przez szkołę.

W projekcie zastosowano rodzaj kompensacji naturalnej typu „Z” oraz „L”. Kompensacja jest stosowana ze względu na rozszerzalność rur na kolankach ze względu na przepływającą wodę o wysokich parametrach ciśnienia oraz temperatury. Ze względu na poniższe wymagania trasę poprowadzono z przegięciem w połowie trasy i w tym miejscu zaprojektowano studnię odwadniającą.

W projekcie sieci ciepłej spełniono poniższe warunki:

- warunek minimalnego spadku (3 ‰)
- minimalnego przykrycia (40 cm od górnej warstwy izolacji do powierzchni)
- maksymalnego przykrycia (2 m).

5. OBLICZENIA DLA DOBORU ŚREDNICY RUROCIĄGU

Strumień masowy obliczamy ze wzoru :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot (t_z - t_p)}$$

t_z, t_p – temperatury zasilania i powrotu w sieci

$t_z = 81 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$t_p = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$

c_p – ciepło właściwe wody dla temperatury średniej zasilania i powrotu

$c_p = 4179 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

Strumień objętościowy jest ilorazem strumienia masowego i gęstości cieczy:

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

$\rho = 985,7 \text{ kg/m}^3$ (z tablic dla temperatury $59,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

W celu oszacowania średnicy korzystamy ze wzoru :

$$d_w = \sqrt{\frac{4 \cdot \dot{V}}{\pi \cdot w}}$$

Do wstępnych obliczeń zakładamy prędkość równą 1 m/s.

Dobrano rurę znajdując o pierwszej wyższej średnicy z katalogu producenta (ze względu na to by w sieci nie przekraczać prędkości 1 m/s).

Dla danych prędkości i średnic z nomogramów odczytano jednostkową stratę ciśnienia na danym odcinku. Moc zamówiona dla całego budynku, zgodnie z informacją od szkoły wynosi 600 kW. Na podstawie danych audytu energetycznego, zapotrzebowanie budynku A na cele grzewcze oszacowano na 435 kW.

| Odcinek | Q [kW] | m [kg/s] | V [m³/h] | d _i /śc/D | DN | d _w [mm] | A _{st} [m²] | w [m/s] | R [Pa/m] |
|---------|--------|----------|----------|----------------------|----|---------------------|----------------------|---------|----------|
| Z-W | 435 | 2,42 | 8,84 | 76,1/2,9/140 | 65 | 68,8 | 0,00332 | 0,66 | 67,2 |

Dobrano rury preizolowane standard.

System rur i kształtek przeznaczony jest do transportowania medium gorącego lub zimnego. System stosowany jest najczęściej jako sieci ciepłownicze układane bezpośrednio w gruncie. System składa się z rury przewodowej, którą transportowane jest medium, izolacji termicznej wykonanej z pianki poliuretanowej PUR, rury osłonowej z polietylenu (PEHD). Dzięki polipropylenowym pierścieniom dystansowym zamontowanym na rurze osłonowej przewody ustawione są centrycznie. W wersji standardowej rura przewodowa wykonana jest ze stali węglowej, stali ocynkowanej lub miedzi. Rury są dostarczane jako rury w systemie pianki sztywnej (system związany). W skład systemu wchodzi proste odcinki rur oraz preizolowane kształtki, kolana, trójniki, punkty stałe, kompensatory, zawory itd.

Wydłużenie liniowe może być kompensowane przez kolana kompensacyjne, umieszczane na załamaniach trasy sieci - jest to kompensacja naturalna.

6. OBLICZENIA STRAT CIŚNIENIA W SIECI

Z nomogramów odczytano wartości jednostkowych strat ciśnienia. Wszystkie opory miejscowe przeliczono na długości zastępcze i zsumowano je z rzeczywistymi długościami odcinków, a następnie obliczono całkowitą stratę ciśnienia na danym odcinku.

| Odcinek | DN/dz/g śc | Straty miejscowe | Długości zastępcze | Suma L _z [m] | L [m] | R [Pa/m] | R [Pa] |
|---------|-------------|------------------|--------------------|-------------------------|-------|----------|--------|
| K1-K2 | 65/76,1/2,9 | 2xK90 | 2x0,6 | 1,2 | 9,4 | 67,2 | 632 |
| K2-A | 65/76,1/2,9 | 2xK90 | 2x0,6 | 1,2 | 13,32 | 67,2 | 895 |

Zestawienie strat ciśnienia do poszczególnych wymiennikowni od punktu włączenia.

| Odcinek | Straty ciśnienia [Pa] |
|---------|-----------------------|
| K1-A | 1527 |

Oznaczenia:

K – kolano

7. SPRAWDZENIE WARUNKÓW WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Długość odcinków dobrano tak aby maksymalne naprężenie na danym odcinku nie przekraczało wartości 150 MPa. Naprężenia na rurociągu są wynikiem oddziaływania parcia gruntu oraz pracy rurociągu związanej z rozszerzalnością cieplną przewodu.

Wzór na maksymalną długość rurociągu ma postać :

$$L_{\max} = \frac{\sigma_{dop} \cdot A_{st}}{\pi \cdot D \cdot \mu \cdot \rho_G \cdot h \cdot g}$$

σ_{dop} - maksymalne dopuszczalne naprężenie (150 MPa)
 A_{st} – pole przekroju stali w przewodzie
 D – średnica rury preizolowanej (przewód + izolacja)
 h – głębokość osi rurociągu (najbardziej niekorzystna)
 H – głębokość dna rury z izolacją
 $\mu = 0,4$
 ρG – gęstość gruntu (przyjęta jako 1800 kg/m³)

Odcinek od punktu włączenia do budynku A:

| Odcinek | DN | dz [m] | A _{st} [m ²] | D [m] | h [m] | H [m] | L _{max} [m] | 2L _{max} [m] | L [m] | Warunek |
|---------|----|--------|-----------------------------------|-------|-------|-------|----------------------|-----------------------|-------|---------|
| K1-K2 | 65 | 0,0761 | 0,003323 | 0,14 | 2 | 2,56 | 62,68 | 125,36 | 4,10 | TAK |
| K2-A | 65 | 0,0761 | 0,003323 | 0,14 | 2 | 2,75 | 58,35 | 116,70 | 6,06 | TAK |

Warunek wytrzymałości został spełniony.

8. WYKONANIE ROBÓT – INSTALACJI ZEWNĘTRZNEJ CO

8.1. Wykopy

Aby zapewnić dostęp dla wykonania spawania rur oraz montażu muf i odgałęzień, wskazane jest poszerzenie i pogłębienie wykopu na złączach o ok. 250mm.

Minimalna odległość od wierzchu rury do powierzchni terenu powinna wynosić 400mm.

W przypadku przejść pod drogami, minimalna odległość 400mm mierzona jest od wierzchu rury osłonowej do podstawy nawierzchni drogi .Zachowanie tej minimalnej odległości pozwala na obciążenie drogi ruchem kołowym o naciskach maksymalnie 0,8-0,9 MPa.

W przypadku gdy odległość ta musiałaby być mniejsza niż 400 mm rury muszą być zabezpieczone przed nadmiernym obciążeniem za pomocą płyty żelbetowej.

Wszystkie zaprojektowane drogi, pod którymi będzie przechodziła sieć i przyłącza CO, są drogami osiedlowymi, po których nie przewiduje się poruszania ciężkich pojazdów – w związku z tym nie przewidziano rur osłonowych.

8.2. Roboty ziemne

Na dnie wykopu należy ułożyć podsypkę o grubości minimum 100 mm z piasku nie zawierającego gliny, ostrych kamieni i innych ciał mogących uszkodzić rurę zewnętrzną.

Podsypkę należy zagęścić. Granulacja piasku powinna wynosić 0,8 mm(dopuszczalna jest zawartość 15% kamieni o wymiarach 8,20mm).Po zamontowaniu rur oraz sprawdzeniu jakości połączeń i ich szczelności zgodnie z wymaganiami rury należy przysypać min 10 cm warstwa piasku. Piasek zagęścić, na piasku ułożyć taśmę ostrzegawczą i zasypać gruntem rodzimym do poziomu istniejącego terenu z zachowaniem należytego zagęszczenia gruntu warstwami o grubości 20cm.

8.3. Montaż rur

Rury zaleca się montować w wykopie na pryzmach usypanych z piasku lub na drewnianych podkładach, które bezwzględnie należy usunąć przed wypełnieniem wykopu piaskiem.

Podkłady należy wykonać z belek drewnianych o wymiarach min 100x100 mm. Rury należy układać w taki sposób, aby w miejscu spawania była jedna nalepka.

Po zamontowaniu rurociągu, przeprowadzeniu próby ciśnieniowej (1,5x ciśnienie robocze), zainstalowaniu muf i zaizolowaniu połączeń rurociąg należy opuścić do wykopu na szerokich pasach za pomocą dźwigów.

Podczas opuszczania rurociągów rozstaw pasów oraz ich szerokość należy dobrać tak, aby nacisk na płaszczyznę zewnętrzną nie przekroczył 0,3 MPa, a naprężenia związane z ugięciem nie przekroczyły wartości 0,2 MPa.

8.4. Spawanie

Pianka poliuretanowa podgrzana do temp. Powyżej 175°C wydzielą opary izocyjanku, dlatego ważne jest dokładne oczyszczenie rury stalowej na całym obwodzie. Należy również usunąć pozostałości pianki z bezpośredniego sąsiedztwa miejsca spawania, aby nie zetknęła się ona z płomieniem spawalniczym. Końcówki rur stalowych fabrycznie zabezpieczone są przeciwko korozji, za pomocą

warstwy oleju antykorozyjnego, dlatego zaleca się usunięcie go przy pomocy rozpuszczalnika. Przed przystąpieniem do izolowania złącz, końcówki obu rur zewnętrznych należy oczyścić i osuszyć, a wszystkie zadziory usunąć. Jeżeli rury są mokre lub wilgotne należy je w obszarze połączenia wysuszyć za pomocą łagodnego płomienia gazowego.

8.5. Połączenia mufowe

Rurociągi połączyć za pomocą mufy prostej – złącza termokurczliwe usieciowane SX. Miejsce łączenia powinno być oczyszczone i osuszone.

Mufę wypełnia się pianką po przeprowadzeniu próby szczelności. Próbę wykonać za pomocą powietrza o ciśnieniu 0,2 bara oraz wody mydlanej, którą rozpyła się na zmontowaną mufę.

8.6. Przejścia przez przegrodę

Przejście rurociągu przez przegrodę budowlaną należy wykonać zgodnie z wytycznymi producenta rur preizolowanych.

Rura preizolowana powinna być wyprowadzona co najmniej 20 cm za ścianę.

Przejście powinno być wykonane jako tzw. przejście szczelne, przy zastosowaniu specjalnych pierścieni uszczelniających.

8.7. Próby szczelności na zimno

Po zaślepieniu wylotów rur i odgałęzień, można przystąpić do wykonania próby ciśnieniowej wodą zimną. Do instalacji należy podłączyć ręczną pompę do badania szczelności. Pompa powinna być wyposażona w zbiornik wody, zawory odcinające, zawór zwrotny i spustowy. Podczas badania powinien być używany cechowany manometr tarczowy (średnica tarczy min. 150mm) o zakresie 50% większym od ciśnienia próbnego.

Po napełnieniu instalacji wodą i odpowietrzeniu instalacji można rozpocząć badanie szczelności. Po okresie co najmniej jednej doby od stwierdzenia nie wystąpienia jej przecieków lub usunięcia usterek należy wytworzyć ciśnienie próbne wynoszące ciśnienie robocze + 2 lecz nie mniej niż 4 bary.

Instalację należy obserwować przez ½ godziny.

Próbę uznaje się za pozytywną gdy manometr nie wykazuje spadku ciśnienia oraz nie stwierdza się przecieków i roszczenia szczególnie na połączeniach.

Po przeprowadzeniu badania szczelności wodą zimną powinien być sporządzony protokół badania określający ciśnienie próbne, przy którym było wykonane badanie, oraz stwierdzenie, czy badania przeprowadzono i zakończono wynikiem pozytywnym, czy z wynikiem negatywnym.

W protokole należy jednoznacznie zidentyfikować tę część instalacji, która była objęta badaniem szczelności.

8.8. Próby szczelności na gorąco

Badanie działania i szczelności na gorąco należy przeprowadzić :

- Po uzyskaniu pozytywnego wyniku badania szczelności na zimno,
- Po uzyskaniu pozytywnych wyników badań zabezpieczenia instalacji.
- Po przeprowadzeniu regulacji montażowej i eksploatacyjnej w niezbędnym zakresie,
- Po uruchomieniu źródła ciepła.
- Po napełnieniu rurociągów sieci cieplnych wodą gorącą należy przeprowadzić obserwacje przez 72 godziny nieprzerwanego ruchu próbnego.

Próbę uznaje się za pozytywną gdy manometr nie wykazuje spadku ciśnienia oraz nie stwierdza się przecieków i roszczenia szczególnie na połączeniach.

Po przeprowadzeniu badania szczelności wodą gorącą powinien być sporządzony protokół badania określający ciśnienie próbne, przy którym było wykonane badanie oraz stwierdzenie, czy badania przeprowadzono i zakończono wynikiem pozytywnym, czy z wynikiem negatywnym.

W protokole należy jednoznacznie zidentyfikować tę część instalacji, która była objęta badaniem szczelności.

Wszystkie prace prowadzić z zachowaniem obowiązujących norm i przepisów, pod nadzorem osób uprawnionych.

8.9. Odwodnienie

Odwodnienia powinny być umieszczone w najniższych punktach sieci. Zawory odwodnień i odpowietrzeń powinny mieć możliwość otwierania ich z powierzchni terenu, bez wchodzenia do komory lub studzienki.

Nie należy stosować odwodnień „górných” (tj. z zastosowaniem zaworu preizolowanego odwadniającego).

Należy stosować „odwodnienia dolne”, na które składają się: trójnik preizolowany wraz z rurociągiem odwadniającym i zaworem odcinającym preizolowanym w studzience zaworowej z grawitacyjnym odpływem wody do szczelnej studzienki bezodpływowej. Odprowadzenie wody przy zastosowaniu przewoźnych pomp. Studzienka odwodnieniowa winna być zabezpieczona przed wodami opadowymi. Otwieranie zaworów z poziomu terenu za pomocą kluczy teowych.

8.10. Odpowietrzenie

Odpowietrzenia powinny być umieszczone w najwyższych punktach sieci. Zawory odpowietrzeń powinny mieć możliwość otwierania ich z powierzchni terenu, bez wchodzenia do komory lub studzienki. Studzienka odpowietrzeniowa winna być zabezpieczona przed wodami opadowymi. Otwieranie zaworów z poziomu terenu za pomocą kluczy teowych.

8.11. Demontaże

Roboty należy rozpocząć od demontażu istniejącej instalacji ciepłowniczej oraz sprawdzenia rzeczywistego zagłębienia istniejącego uzbrojenia podziemnego przez wykonanie przekopów kontrolnych. W miejscach kolizji i zbliżeń z uzbrojeniem roboty ziemne prowadzić ręcznie, z zachowaniem szczególnej ostrożności.

9. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PRZYŁĄCZA CO DLA BUDYNKU NOWE SKRZYDŁO

| L.p. . | Nazwa elementu | Nr katalogowy | Symbol | Ilość szt. |
|-----------|---|------------------|----------|------------|
| 1. | Rura stalowa preizolowana – izolacja seria 1 dł. 12,0 | 2000 | DN65/140 | 2 |
| 2. | Łuki preizolowane 90° równoramienne (L=1 [m]) | 2500 | DN65/140 | 4 |
| 3. | Złącza termokurczliwe sieciowane SX | 5012 | DN65/140 | 8 |
| 4. | Rura wejścia do budynku | 2501 | DN65/140 | 2 |
| 5. | Pierścień uszczelniający | 5800 | DN65/140 | 2 |
| 6. | Końcówka termokurczliwa | 5600 | DN65/140 | 2 |
| 7. | Pianka z przenośnego agregatu | - | - | - |
| 8. | Taśma ostrzegawcza | 7150 | - | 1 kpl. |