

MK Projekt

Magdalena Konieczna

os. Powstań Narodowych 9/12, 61-213 Poznań

e-mail: mk_biuro@wp.pl

NIP: 7842283404

PROJEKT WYKONAWCZY **WĘZŁA CIEPLNEGO**

OBIEKT		BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY	
ADRES		POZNAŃ, UL. KOŚCIUSZKI 80 DZ. NR 12	
INWESTOR		MIASTO POZNAŃ REPREZENTOWANE PRZEZ INWESTORA ZASTĘPCZEGO - ZARZĄD KOMUNALNYCH ZASOBÓW LOKALOWYCH SP. Z O.O. UL. MATEJKI 57 60-101 POZNAŃ	
BRANŻA SANITARNA	PROJEKTANT:	MGR INŻ. SYLWIA FRĄTCZAK UPR. BUD. NR WKP/0170/POOS/15	<i>podpis</i>
	OPRACOWAŁA:	INŻ. MAGDALENA KONIECZNA	<i>podpis</i>
BRANŻA ELEKTRYCZNA	PROJEKTANT:	MGR INŻ. DARIUSZ ZAWADA UPR. BUD. NR WKP/0107/POOE/05	<i>podpis</i>
DATA OPRACOWANIA		LISTOPAD 2016r.	

OPRACOWANIE ZAWIERA:

OPIS TECHNICZNY

1. Przedmiot i zakres opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Dane wyjściowe
4. Opis technologii węzła
5. Wytyczne instalacyjne
6. Wytyczne branżowe
7. Obliczenia

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- | | |
|---|-----------|
| 1. Plan sytuacyjny | Rys. IS01 |
| 2. Schemat technologiczny węzła | Rys. IS02 |
| 3. Rzut pomieszczenia węzła cieplnego | Rys. IS03 |
| 4. Instalacje elektryczne w pomieszczeniu węzła cieplnego | Rys. E01 |
| 5. Schemat rozdzielnic węzła cieplnego | Rys. E02 |
| 6. Rozmieszczenie elementów w rozdzielnic węzła cieplnego | Rys. E03 |

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy węzła cieplnego zasilającego w ciepło dla potrzeb ogrzewania oraz ciepłej wody dla istniejącego budynku wielorodzinnego zlokalizowanego przy ul. Kościuszki 80 w Poznaniu. Przewiduje się węzeł dwufunkcyjny zlokalizowany w pomieszczeniu technicznym w piwnicy w budynku – zgodnie z zamieszczonym planem sytuacyjnym.

Opracowanie obejmuje urządzenia i przewody technologiczne dwufunkcyjnego węzła cieplnego firmy Danfoss połączonych w formie modułu kompaktowego z własną szafą sterowniczą typu DSE FLEX oraz instalację elektryczną.

2. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest:

- Zlecenie Inwestora,
- warunki przyłączenia do sieci ciepłowniczej, załącznik do umowy przyłączeniowej
- wytyczne projektowania węzłów cieplnych Veolia Poznań S.A.,
- uzgodnienia ze zlecniodawcą,
- obowiązujące normy i przepisy,
- dane techniczne od Inwestora.

3. Dane wyjściowe

Pomieszczenie węzła:

Powierzchnia pomieszczenia	15,94 m ²
Wysokość	2,50 m

Bilans mocy cieplnych:

BUDYNEK

Zapotrzebowanie ciepła na centralne ogrzewanie	Q_{co}	= 206 kW
Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.w.u. śr	$Q_{cwu.śr}$	= 38 kW
Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.w.u. max	$Q_{cwu.max}$	= 112 kW

Wymagane przepływy wody sieciowej średnice rurociągów węzła przedstawiono w części obliczeniowej i rysunkowej opracowania.

Parametry obliczeniowe węzła cieplnego:

Instalacja centralnego ogrzewania

Temperatura zasilania i powrotu – strona instalacyjna c.o.	$T = 70/55\text{ }^{\circ}\text{C}$
Ciśnienie dyspozycyjne	60 kPa
Materiał instalacji	piony: stal, mieszkania: TECEflex

Instalacja centralnej ciepłej wody

Temperatura obliczeniowa ciepłej wody

$T = 60^{\circ}\text{C}$

Materiał instalacji

piony: stal, mieszkania: TECEflex

4. Opis technologii węzła

Jako rozwiązanie projektowe przyjęto zastosowanie kompaktowego 2-funkcyjnego węzła cieplnego produkcji Danfoss lub równoważne innych firm.

Zasilanie węzła odbywać się będzie poprzez nowe przyłącze sieci ciepłej wody wysokich parametrów.

Projekt instalacji wewnętrznych stanowi odrębne opracowanie.

Projektowany węzeł jest produktem nie wymagającym stałej obsługi. Przebywanie obsługi w pomieszczeniu węzła wymagane jest jedynie w celach typowo kontrolnych tj. na około 15 minut/tydzień.

Węzeł ten będzie zasilał instalację centralnego ogrzewania o parametrach $70 / 55^{\circ}\text{C}$ oraz ciepłą wodę użytkową o parametrach 60°C .

Wymienniki dla instalacji c.o. będą wymiennikami płytowymi, lutowanymi natomiast dla instalacji c.w.u. będą wymiennikami skręcanymi prod. Danfoss. Dobór wymienników przedstawiono w formie kart doboru.

Węzeł będzie całkowicie zautomatyzowany, wyposażony w regulację pogodową. Sterownik posiada możliwość komunikacji z systemem telemetrii. Węzeł ma izolację systemową Danfoss z czarnych rozbielanych łupków z pianki PU o trochę lepszym współczynniku przewodzenia niż Steinonorm.

Instalacje będą zabezpieczone naczyniem przeponowym typu REFLEX oraz membranowymi zaworami bezpieczeństwa typu SYR 1915 i 2115. Dobór przedstawiono w formie kart doboru.

Praca obiegu ogrzewania będzie sterowana pogodowo. Zawór regulacji ciśnienia i przepływu będzie zaworem firmy Danfoss typ AVPQ4 karta katalogowa w załączniku. Węzeł będzie dostarczony jako kompaktowy. Elementy modułu przyłączeniowego, czyli regulator przepływu, licznik ciepła, wodomierz na uzupełnianiu oraz zawory główne będą dostarczane przez Veolia Poznań. W węźle należy zostawić wstawkę za FOM do montażu regulatora oraz wstawkę na wodomierz.

5. Wytyczne instalacyjne

Węzeł wykonać w formie kompaktu umożliwiającego szybki montaż na obiekcie. Kompakt wstawić do pomieszczenia w ten sposób, aby zachować odpowiedni dostęp do urządzeń. Konstrukcję węzła wypoziomować i przymocować do podłoża.

Wszystkie urządzenia zamontować zgodnie ze schematem technologicznym węzła oraz wytycznymi szczegółowymi montażu podawanymi przez producenta poszczególnych urządzeń. Uzupełnianie zładu obiegu c.o. wykonać jako rozłączne.

Rurociągi w obrębie węzła cieplnego wykonać z rur stalowych, bez szwu typu R, walcowanych na gorąco, zabezpieczonych przed korozją wg PN-80/H-74219, łączonych przez spawanie i połączenia kołnierzowe.

Przewody należy prowadzić ze spadkiem 0,3 %, a w najwyższych i najniższych punktach zamontować odpowiednio zawory odpowietrzające i spusty. Stosować łagodne kolana i zwężki. Jako zawory

odcinające stosować armaturę kulową, po stronie niskich parametrów gwintowaną, po stronie wysokich parametrów do wspawania.

Należy stosować wyłącznie materiały atestowane i pełnowartościowe. Armaturę i przyrządy kontrolno-pomiarowe należy zamontować ściśle wg. schematu technologicznego węzła.

Przewody w przejściach przez ściany należy wykonać w tulejach osłonowych, a przestrzenie wypełnić pianką samospieniącą.

Próby i płukanie, zabezpieczenie antykorozyjne:

Przed próbami ciśnienia instalację węzła przepłukać wodą wodociągową. Na zimno wykonać próbę ciśnienia:

2,4 MPa po stronie wysokich parametrów (max. Ciśnienie pracy 1,6 MPa)

0,5 MPa po stronie niskich parametrów c.o. (max. Ciśnienie pracy 0,3 MPa)

Czas próby 0,5 godz.

Po udanej próbie hydraulicznej należy rurociągi dwukrotnie pomalować farbą antykorozyjną, odporną na temperaturę 400 °C do gruntowania i emalią poliwinylową o symbolach: 1521503 i 1523001.

Wszystkie rurociągi w węźle kompaktowym izolować za pomocą otulin termoizolacyjnych o grubościach wynikających z poniższej tabeli:

	GRUBOŚĆ IZOLACJI [mm]		
DN RURY	„A” Parametry wody m.s.c. 120/75°C	„A” Parametry wody c.o. 90-100/70°C	„B” Parametry wody 8-60°C
	15-100 40	30	30/25/25

Wariant „A” – otulina ze półsztywnej pianki poliuretanowej STEINONORM

Wariant „B” – otulina z pianki polietylenowej

Na płaszczyznach ochronnych izolacji termicznej wykonać oznaczenia kolorystyczne przepływających mediów oraz kierunki przepływu.

Mocowania rurociągów w wymiennikowni przeprowadzić stosując typowe podparcia i zawiesia. Rozmieszczenie podpór ruchomych i stałych wykonać zgodnie z wytycznymi producenta rur. Ewentualną kompensację wydłużeń termicznych przewodów zrealizować w sposób naturalny poprzez załamania tras rurociągów.

Króćce strony pierwotnej węzła połączyć z przyłączem sieci ciepłej rurami stalowymi przewodowymi bez szwu, łączonymi przez spawanie. Rury zabezpieczyć przed korozją i zaizolować. W obrębie węzła rurociągi c.w.u. i z.w. wykonać ze stali nierdzewnej.

6. Wytyczne branżowe

6.1. Wytyczne budowlane

Drzwi do pomieszczenia węzła muszą posiadać wytrzymałość ogniową minimum 30- minutową, otwierać się na zewnątrz pomieszczenia i być wyposażone w zamek min. Klasy B.

Posadzkę w pomieszczeniu należy wyrównać i wyłożyć płytkami ceramicznymi o klasie ścieralności minimum 4, ze spadkiem w kierunku krutek odwadniających. Posadzka węzła powinna być odwodniona do kanalizacji poprzez wpusty podłogowe i studzienkę schładzającą. W przypadku braku możliwości grawitacyjnego odwodnienia posadzki węzła należy zamontować studzienkę odwadniająco-schładzającą z pompą sterowaną automatycznie w zależności od poziomu wody w studzienie i zapewniającą odprowadzenie ścieków do kanalizacji.

Ściany pomieszczenia węzła wykończyć tynkiem cementowo – wapiennym. Do wysokości 2,0 m pomalować je farbą olejną a powyżej i sufit farbą emulsyjną.

Pomieszczenie węzła musi posiadać wentylację nawiewno-wywiewną. Należy zapewnić w pomieszczeniu 2 wymiany/godzinę. Pole przekroju kanałów musi mieć co najmniej 0,020 m². Nawiew zetowy 200x200 mm sprowadzić 50 cm nad posadzką, wywiew kratka wentylacyjna 14x14cm.

6.2. Wytyczne elektryczne i AKPIA

Podstawy opracowania

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (jednolity tekst Dz.U. 2016 poz. 290 z dnia 9 lutego 2016 r.),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów BHP z dnia 26 września 1997 (jednolity tekst z 2003r., Dz. U. Nr 169, poz. 1650),
- Normy Polskie.
- zaleceniami producentów urządzeń,
- wytyczne do projektowania sieci i węzłów ciepłych VEOLIA Poznań SA

Zasilanie rozdzielnic węzła ciepłego RWC

Zasilanie w energię elektryczną rozdzielnic zlokalizowanej w pomieszczeniu węzła ciepłego doprowadzone będzie z istniejącej tablicy administracyjnej budynku TA, z wydzielonego, projektowanego pola wyposażonego w rozłącznik bezpiecznikowy z wkładkami o wartości 1x20A. Linia zasilająca węzeł wykonana będzie przewodem kabelkowym YDYżo 3x4mm².

Linie kablowe relacji tablica administracyjna TA budynku a rozdzielnica RWC układać pod tynkiem z zastosowaniem rurki osłonowej giętkiej śr. 20mm. W przypadku braku możliwości prowadzenia linii pod tynkiem, linie kablowe układać w rurce osłonowej sztywnej śr. 20mm na uchwytych mocowanych do ściany.

Rozdzielnica węzła ciepłego RWC

Zaprojektowano rozdzielnicę modułową 2x12 w wykonaniu natynkowym w obudowie poliestrowej o stopniu szczelności min. IP 44. Rozdzielnicę wyposażać w wyłącznik główny z zamykanymi drzwiczkami. Na drzwiach rozdzielnic umieścić tablicę ostrzegawczą. Rozdzielnicę należy umieścić możliwie najbliżej drzwi wejściowych, z zachowaniem wymaganych odległości od urządzeń technologicznych, na wysokości dolnej krawędzi min. 1,20 m od poziomu posadzki. W

obwodach oświetlenia i gniazd stosować zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe o charakterystyce „B” dla oświetlenia i z członem różnicowo – prądowym 30 mA dla gniazda.

Wszystkie przewody wprowadzić do RWC poprzez dławiki uszczelniające.

W obwodach silników stosować zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe o charakterystyce „C” lub wyłączniki silnikowe M-250.

Dla urządzeń zamontowanych na stałe jako środek ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej należy stosować szybkie wyłączenie zasilania, dla urządzeń przenośnych (gniazda) - wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowo - prądowy. Stosować ochronniki dla zabezpieczenia toru prądowego L1, i neutralnego N.

Niedopuszczalne jest zabezpieczenie jednym wyłącznikiem różnicowo - prądowym całego obiektu.

Po zakończonych robotach montażowych należy na drzwiczkach wykonać opisy oznaczające poszczególne obwody oraz przeznaczenie zamontowanych na nich urządzeń (lampki sygnalizacyjne, położenia łączników). Zacisk ochronny rozdzielnic połączyć z szyną wyrównawczą węzła cieplnego.

Instalacje wewnętrzne

Instalacja zaprojektowana została jako natynkowa przewodami z żyłami oznaczonymi i izolacją 750V. W celu zachowania szczelności rozdzielnic, odgałęźników, gniazd należy stosować przewody okrągłe typ YDY ze względu na okrągłe uszczelnienie dławikowe. Przewody prowadzić w rurkach osłonowych sztywnych śr. 18mm mocowanych na uchwytych mocowanych do ścian.

Osprzęt instalacyjny tj. wyłączniki, puszkę instalacyjne, oprawy oświetleniowe w wykonaniu minimum IP44. Wyłącznik oświetlenia zlokalizować przy drzwiach wejściowych do pomieszczenia węzła, w instalacji oświetleniowej stosować puszkę rozgałęźną.

Podejście do silników i innej aparatury mocować na konstrukcjach wsporczych osłaniających od uszkodzeń mechanicznych (zasilanie od góry).

Gniazdo 230V musi umożliwiać podłączenie elektronarzędzi o mocy maksymalnej 2,0 kW.

W pomieszczeniu węzła zaprojektowano oprawę oświetleniową jarzeniową, energooszczędną, hermetyczną (min. IP 44). Oprawę należy wyposażyć w inwerter 1h w celu zabezpieczenia oświetlenia awaryjnego. Natężenie oświetlenia w pomieszczeniu węzła cieplnego powinno wynosić minimum 200 lx, a współczynnik równomierności minimum 0,7.

Ochrona przeciwporażeniowa.

Podstawową ochronę przeciwporażeniową (przed dotykiem bezpośrednim) stanowić będzie izolacja części czynnych (robocza). Ochroną dodatkową (przed dotykiem pośrednim) będzie zastosowanie szybkiego wyłączenia w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego bezpiecznego i zastosowanie połączeń wyrównawczych dodatkowych. Ochrona przeciwporażeniowa będzie uzupełniona wyłącznikiem różnicowoprądowym o działaniu bezpośrednim o prądzie różnicowym $I_n=30$ mA reagującym na prądy upływu zawierające składową stałą. W pomieszczeniu węzła cieplnego zaprojektowano również szynę wyrównawczą wykonaną płaskownikiem stalowym ocynkowanym Fe/Zn 20x3 mm ułożonym na tynku na uchwytych dystansowych. Szynę należy

połączyć z uziomem pionowym wykonanym w pomieszczeniu węzła cieplnego. Do szyny wyrównawczej przyłączyć należy wszystkie części przewodzące obce (rury przyłącza, c.o. po stronie sieciowej i instalacyjnej, rury instalacji c.w., wody zimnej, rozdzielacze, naczynia wzbiornicze, oraz zacisk ochronny rozdzielnic RWC i RK). Połączeń należy dokonać płaskownikiem 20x3 mm przez spawanie lub za pomocą zacisków śrubowych śrubami ocynkowanymi M8. W przypadku połączeń spawanych należy przygotować szynę do malowania poprzez usunięcie zgorzeliny oraz produktów spawania. Kolorystykę szyny wyrównawczej (oraz zabezpieczenie antykorozyjne) wykonać za pomocą farb ftalowo - silikonowych przeciwrzecznych. Dopuszcza się łączenie z częścią przewodzącą obcą za pomocą obejmy zapewniającej połączenie elektryczne nie gorsze od połączenia śrubowego. Wszystkie połączenia powinny być pewne elektrycznie, mechanicznie (bez możliwości obluźowania) i dostępne do kontroli.

Ochrona przepięciowa

Ze względu na zastosowanie w węźle urządzeń elektronicznych (regulator pogodowy, pompa c.o. zawierająca moduł elektroniczny oraz przetwornicę częstotliwości) rozdzielnicę RWC węzła cieplnego należy wyposażyć w ogranicznik przepięć klasy TII/C.

Kolorystyka przewodów

Wszystkie rodzaje przewodów ochronnych, tj. stosowanych w celu zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej powinny być oznaczone barwą zielono-żółtą. Zaleca się aby oznaczenia barwne stosować na całej długości przewodów, co nie oznacza np. malowania całej długości danego przewodu. Dopuszcza się, aby oznaczenia barwne były stosowane tylko w dostępnych i widocznych miejscach. Przewód neutralny powinien być oznaczony barwą jasnoniebieską. Zaleca się unikać stosowania barwy zielonej i barwy żółtej, gdyż może zaistnieć niebezpieczeństwo pomyłki z oznaczeniem przewodu ochronnego.

Telemetria:

Należy przygotować miejsce na szynie DIN w szafce rozdzielczej szerokości 53 mm do montażu transformatora prod. EDEL typ 7V1A DIN typ TS-E-08/01 wraz z zabezpieczeniem nadprądowym typ S301 C 1A.

Podłączyć urządzenia automatyki w sposób umożliwiający samoczynne przejście pomp obiegowych w tryb czuwania (nie dotyczy cyrkulacji ciepłej wody).

Siłowniki zaworów i układ regulacji zostanie dostarczony wraz z węzłem kompaktowym. Maksymalna temperatura wody powracającej do sieci wynosi 60 °C.

Uwagi końcowe

Prace montażowe należy wykonywać zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami budowy ze ścisłym przestrzeganiem zasad i przepisów BHP. Przed przystąpieniem do użytkowania instalacji należy przeprowadzić pomiary zgodnie z treścią PN IEC 60364-6-61:2000 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Sprawdzanie odbiorcze”.

Należy stosować połączenia wyrównawcze urządzeń i instalacji technologicznych przyłączone do uziemionej głównej szyny uziemiającej. Rezystancja uziomu musi spełniać warunek $R < 5\Omega$.

Wszystkie materiały zastosowane do montażu instalacji muszą posiadać niezbędne atesty, dopuszczające je do stosowania na terenie Polski.

Urządzenia i armaturę podłączyć zgodnie z DTR tych urządzeń dostarczonymi przez producentów.

Po wykonaniu całości projektowanej instalacji należy protokolarnie sprawdzić skuteczność przyjętej ochrony oraz przeprowadzić badania natężenia oświetlenia zgodnie z PN-EN 12464- 1.

6.3. Wytyczne BHP

Prace konserwacyjno – remontowe i przeglądy okresowe układów mogą być przeprowadzone po odłączeniu dopływu czynników energetycznych. Poszczególne urządzenia węzła należy obsługiwać zgodnie z DTR urządzeń. Kwalifikacje załogi winny być zgodne z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 16 marca 1998 r. w sprawie wymagań kwalifikacyjnych dla osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci Dz.U. Nr 59 z 1998 r.

Urządzenia technologiczne, które znajdują się w pobliżu układów regulacji, a których ruch zagraża bezpieczeństwu prac wykonywanych przy montażu, uruchomieniu lub naprawie, winny być wyłączone z ruchu. W przypadku braku możliwości wyłączenia urządzeń należy zastosować inne środki zapewniające bezpieczeństwo pracującym.

6.4. Warunki wykonania robót

Roboty montażowe wykonać zgodnie z wytycznymi zawartymi w projekcie technicznym. Całość robót wykonać zgodnie z

- „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru węzłów cieplnych”
- „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych”
- „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru instalacji wodociągowych”

7. Obliczenia

Przepływ obliczeniowy wody sieciowej w przyłączy ciepłym służący do doboru urządzeń (zgodnie z wytycznymi Veolia Poznań).

- Sezon grzewczy – węzły jednostopniowe ciepłej wody:

$$m_1 = \frac{Q_{co}}{[c_w * (125 - T_{p1})]} + \frac{Q_{cwu\ sr}}{[c_w * (70 - 25)]} [kg/s]$$
$$m_1 = \frac{206}{[4,19 * (125 - 75)]} + \frac{38}{[4,19 * (70 - 25)]}$$
$$m_1 = 1,18 \text{ kg/s} = 4,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Sezon letni:

$$m_2 = \frac{Q_{cwumax}}{[c_w * 40]} [kg/s]$$
$$m_2 = \frac{112}{[4,19 * 40]} = 0,67 \text{ kg/s} = 2,41 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Przepływ na c.o.

$$m_{co} = \frac{Q_{co}}{[c_w * (125 - T_{p1})]} [kg/s] = 0,98 \text{ kg/s} = 3,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu firmy Danfoss typ AVPQ4:

Do wymiarowania regulatora różnicy ciśnienia i przepływu należy wybrać przepływ m_1 który wynosi:

- $m_1 = \frac{Q_{co}}{[c_w * (125 - T_{p1})]} + \frac{Q_{cwu\ sr}}{[c_w * (70 - 25)]} = 1,18 \text{ kg/s} = 4,25 \text{ m}^3/\text{h}$

- parametry temperatury

Strona sieciowa temp. max 125°C

- ciśnienie maksymalne strony sieciowej 16 bar

Na podstawie powyższych danych dobrano zawór regulacyjny typu Danfoss AVPQ4 o następujących parametrach:

Średnica nominalna DN25

Współczynnik przepływu kvs=8,0

Ciśnienie maksymalne PN25

Zakres nastaw 0,2 do 1 bar

Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze „zima” $Dp_{DPV} = [(4,25/8,0)^2 + 0,2] \times 100 = 48,22 \text{ kPa}$

Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze „lato” $Dp_{DPV} = [(2,41/8,0)^2 + 0,2] \times 100 = 29,08 \text{ kPa}$

Zestawienie całkowitych oporów dla węzła

Typ	Ilość [szt]	Centralne ogrzewanie	Ciepła woda użytkowa
		Δp [kPa]	Δp [kPa]
Wymiennik XB52M-1-40	1	2	4
Wymiennik XGM032H-1-50	1		
Zaw.Reg.		12	36
Rury		3	3
Δp_v		28	9
Δp_{vconst}		20	20
LC		9	3
LC2		5	
Filtr		1	1
RAZEM		80	76
Wymagane ciśnienie dyspozycyjne na progu węzła		80	80
Wymagana nastawa regulatora różnicy ciśnień i przepływu AVPQ 4		48	29
Wymagany przepływ na regulatorze		4,25	2,41