



GEOM – Nadwórny, Kaczmarek i wspólnicy Sp. j.
60-263 Poznań, ul. Głogowska 10B/8
www.geom.com.pl, biuro@geom.com.pl

PROJEKT WYKONAWCZY

INWESTYCJA	Budowa węzła ciepłego dla budynków Zespołu Szkół im. R. Traugutta w Lipnie
------------	--

ADRES INWESTYCJI	ul. Traugutta 1, 87-600 Lipno
------------------	-------------------------------

INWESTOR	STAROSTWO POWIATOWE W LIPNIE ul. Sierakowskiego 10B, 87-600 Lipno
----------	--

BRANŻA	SANITARNA
--------	-----------

AUTORZY	IMIĘ I NAZWISKO	PODPIS
---------	-----------------	--------

mgr inż. Wojciech Jankowiak

WKP/0278/PWOS/04

mgr inż. Irmína Ziółkowska

WKP/0358/POOS/09

DATA	grudzień 2011
NR KONTRAKTU	000755

Poznań, dnia 14.12.2011

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że projekt węzła cieplnego został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami Ustawy z 7 lipca 1994 r - Prawo Budowlane (Dz. U. Nr 106, poz. 1126, 2000 r.; Dz. U. Nr 80, poz. 718, 2003 r.), Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. Nr 121, poz.1131, 2003 r.), normami oraz zasadami wiedzy technicznej i sztuki budowlanej

PROJEKTANT:

mgr inż. Wojciech Jankowiak

SPRAWDZAJĄCY:

mgr inż. Irmina Ziółkowska

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

I. CZĘŚĆ OPISOWA

1.0 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	4
2.0 DANE TECHNICZNE WĘZŁA CIEPLNEGO.....	4
3.0 WĘZŁ PRZYŁĄCZENIOWY.....	4
4.0 WĘZŁ WYMIENNIKOWY C.O.....	4
5.0 UKŁAD AUTOMATYCZNEJ REGULACJI PRACY WĘZŁA CIEPLNEGO.	5
6.0 INSTALACJE WĘZŁA CIEPLNEGO.....	5
7.0 ARMATURA.....	5
8.0 IZOLACJA ANTYKOROZYJNA I TERMICZNA.	6
8.1 Wytyczne do wykonania zabezpieczeń antykorozyjnych.	6
8.2 Wytyczne do wykonania izolacji termicznej.	6
9.0 PRÓBY CIŚNIENIOWE.	7
10.0 UWAGI MONTAŻOWE.....	8
11.0 WYTICZNE BRANŻOWE.....	8
11.1 Wytyczne instalacyjne :.....	8
11.2 Wytyczne elektryczne i AKPiA :	8
11.3 Wytyczne budowlane :	9
12.0 OBLICZENIA	9
12.1 Parametry obliczeniowe węzła cieplnego :	9
12.2 Dobór wymienników.....	9
12.3 Dobór zaworu regulacyjnego	9
12.4 Dobór zaworu regulacji różnicy ciśnień i przepływu	10
12.5 Opory przepływu przez węzeł - strona sieciowa.....	10
12.6 Dobór zaworów bezpieczeństwa - wg DT-UC - 90/WO.....	12
12.7 Dobór naczynia wzbiorczego wg PN-99/B-02414.	13
14.0 ZESTAWIENIE ELEMENTÓW WĘZŁA CIEPLNEGO.....	14

Załączniki

II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Schemat technologiczny węzła
Rzut pomieszczenia węzła

rys. nr 1
rys. nr 2

1.0 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem projektu są rozwiązania techniczne wymiennikowego węzła jednofunkcyjnego dla budynku Zespołu Szkół w Lipnie przy ul. Traugutta 1.

Zakres projektu obejmuje następujące zadania :

- o Technologia jednofunkcyjnego węzła ciepłego dla potrzeb c.o. i went. mechanicznej

W opracowaniu przyjęto rozwiązanie projektowe z zastosowaniem węzła ciepłego w wersji kompaktowej (węzeł jednofunkcyjny – produkcji DANFOSS LPM)

2.0 DANE TECHNICZNE WĘZŁA CIEPŁEGO.

Źródłem ciepła dla węzła jest miejska sieć ciepłownicza miasta Lipno.

Parametry obliczeniowe węzła ciepłego :

- temperatura czynnika grzejącego (sieć ciepła) : $T_{zs}/T_{ps} = 137/70^{\circ}\text{C}$
- obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele c.o. : $Q_{co} = 449 \text{ kW}$
- obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele went.mech. : $Q_{cwent} = 61 \text{ kW}$
- temperatury obliczeniowe instalacji c.o. i went. : $t_{zi}/t_p = 90/70^{\circ}\text{C}$
- ciśnienie dyspozycyjne na progu węzła : $p_d = 120 \text{ kPa}$

3.0 WĘZEŁ PRZYŁĄCZENIOWY.

Węzeł ciepły zasilany będzie z sieci wysokoparametrowej poprzez projektowane przyłącze preizolowane (projekt przyłącza stanowi odrębne opracowanie). Na przewodzie zasilającym za zaworem odcinającym przewidziano układ rozliczeniowy energii cieplnej w oparciu o ultradźwiękowy licznik ciepła typu SHARKY 473 produkcji firmy Mirometr Cieszyn oraz filtrootmulnik magnetyczny służący do oczyszczania wody sieciowej. Stabilizację ciśnienia w węźle oraz ograniczenie przepływu maksymalnego realizuje regulator różnicy ciśnień z ograniczeniem przepływu typ VFQ-2 + AVPQ produkcji firmy Danfoss.

4.0 WĘZEŁ WYMIENNIKOWY C.O.

Przygotowanie wody instalacyjnej dla potrzeb centralnego ogrzewania odbywać się w wymienniku płytowym typu XB 51H-1 110 produkcji Danfoss LPM.

Jako pompy obiegowe c.o. i wentylacji przewidziano istniejące pompy z układów zmieszania pompowego węzła – pompy LFP Leszno.

Projektuje się system zabezpieczenia instalacji w układzie zamkniętym z naczyniem przeponowym typu Reflex.

Zabezpieczenie instalacji c.o. stanowią :

- naczynia ciśnieniowe typu Reflex N400 6 bar
- zawory bezpieczeństwa SYR 1915_1" $d_0=20\text{mm}$, ciśnienie początku otwarcia 5 bar

Napełnianie zładu c.o. wodą sieciową poprzez układ pomiarowy z wodomierzem JS 90 1,5-NK produkcji firmy PoWoGaz.

5.0 UKŁAD AUTOMATYCZNEJ REGULACJI PRACY WĘZŁA CIEPLNEGO.

W ramach inwestycji zastosowane zostaną następujące urządzenia służące do automatycznej regulacji węzła :

- zawór przelotowy typu **VM2 DN32 $k_{vs} = 10$** z siłownikiem elektrycznym **AMV23**, firmy Danfoss, do regulacji przepływu wody sieciowej zasilającej wymiennik
- regulator różnicy ciśnień i przepływu typu **VFQ-2 DN32 $kvs = 16$** dla regulacji różnicy ciśnień i ograniczenia przepływu maksymalnego przez węzeł
- elektroniczny regulator typu **ECL Comfort 200** dla regulacji pogodowej czynnika grzewczego współpracujący z :
 - siłownikiem elektrycznym **AMV23** , czujnikiem temperatury wody instalacyjnej **ESM-100** oraz czujnikiem temperatury zewnętrznej **ESMT**.

6.0 INSTALACJE WĘZŁA CIEPLNEGO.

Rurociągi wysokoparametrowe w węźle cieplnym wykonać z rur stalowych, czarnych bez szwu typ B wg PN-80/H-74219 natomiast niskoparametrowe z rur stalowych czarnych ze szwem typ S wg PN-80/H-74200.

Rurociągi łączyć przez spawanie i prowadzić ze spadkiem 3‰ w kierunku odwodnień. Jako podparcia i zawieszenia rurociągów stalowych i urządzeń stosować systemowe elementy kształtowe np. produkcji firmy HILTI. Podparcia lub podwieszania przewodów w minimalnej rozstawie :

- DN 15-40 co 2,0 m
- DN 50-100 co 2,5 m

7.0 ARMATURA.

Po stronie wysokoparametrowej jako zawory odcinające, zastosowano zawory kulowe w wersji spawanej PN25 produkcji firmy Danfoss.

Po stronie niskoparametrowej zastosowano zawory kulowe kołnierzowe PN16. Spusty wykonać z zaworami kulowymi mufowymi.

Jako armaturę filtracyjną przewidziano filtrowdmulniki magnetyczne dla strony sieciowej oraz dla strony instalacyjnej.

8.0 IZOLACJA ANTYKOROZYJNA I TERMICZNA.

8.1 WYTYCZNE DO WYKONANIA ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH.

Węzeł cieplny w wersji kompaktowej dostarczany jest na miejsce montażu jako prefabrykowany element całkowicie zabezpieczony antykorozyjnie.

Wszystkie stalowe przewody technologiczne i instalacyjne węzła poza kompaktem, a w szczególności złącza spawane i gwintowane, oczyścić szczotkami z korozji i zanieczyszczeń w następujący sposób:

Rurociągi gorące:

- a) oczyścić powierzchnię do II-go stopnia czystości;
- b) odtłuścić powierzchnię rozpuszczalnikiem organicznym;
- c) malować dwa razy farbą podkładową przeciwrdzewną
- d) malować jeden raz emalią ftalową olejoodporną (3 razy rury nie izolowane cieplnie).

Rurociągi zimne i konstrukcje:

- a) oczyścić powierzchnię j.w.;
- b) malować powierzchnię dwa razy farbą podkładową ftalowo-miniową 60%;
- c) malować powierzchnię dwa razy emalią ftalową nawierzchniową ogólnego stosowania.

Roboty antykorozyjne wykonać zgodnie z instrukcją KOR-3A. W celu odróżnienia rurociągów poszczególnych czynników należy je oznakować w zależności od przepływającego czynnika, stosując barwne malowanie lub oznakowanie przez stosowanie pasków identyfikacyjnych oraz strzałek oznaczających kierunek przepływu. Znakowanie rurociągów – wg PN-70/N-01270 i BN-77/8975-14.

8.2 WYTYCZNE DO WYKONANIA IZOLACJI TERMICZNEJ.

Węzeł cieplny w wersji kompaktowej dostarczany jest na miejsce montażu jako prefabrykowany element z kompletną izolacją termiczną.

Rurociągi cieplne wysokoparametrowe oraz niskoparametrowe c.o. poza kompaktem izolować termicznie za pomocą pianki poliuretanowej pod płaszczem z folii z tworzywa sztucznego niepalnego lub samogasnącego np. STEINONORM 300 typ 310 (izolacja przeznaczona na rurociągi do 150°C).

Otuliny izolacyjne powinny spełniać wymogi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania DZ.U.2002.75.690 wraz z późniejszymi zmianami. Minimalna grubość izolacji termicznej należy przyjmować wg załączonej tabeli

Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K) ¹⁾
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 1-4 przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów	½ wymagań z poz. 1-4
6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1-4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	½ wymagań z poz. 1-4
7	Przewody wg poz. 6 ułożone w podłodze	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku)	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego (ułożone na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1-4

Uwaga:

¹⁾ przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli, należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej,

²⁾ izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

9.0 PRÓBY CIŚNIENIOWE.

Węzeł cieplny w wersji kompaktowej dostarczany jest na miejsce budowy jako prefabrykowany element poddany próbie szczelności u producenta. Dla celów transportowych jest on wykonany w postaci modułów skręcanych poprzez połączenia kołnierzowe.

Próby ciśnieniowe należy przeprowadzić po zakończeniu prac montażowych, przed wykonaniem zabezpieczenia antykorozyjnego na rurociągach poza kompaktem.

Wymagane ciśnienie próbne :

- przewody wysokoparametrowe **2,5 MPa**
- przewody niskoparametrowe c.o. **0,6 MPa**

Ciśnienie próbne należy utrzymać przez co najmniej 0,5 godziny

Po wykonaniu próby szczelności należy instalację wężła ciepłego podać dwukrotnemu płukaniu.

UWAGA : z próby ciśnieniowej wyłączyć zawory bezpieczeństwa i naczynia wzbiornicze.

Próbę ciśnieniową wykonać zgodnie z :

- Warunki techniczne wykonania i odbioru węzłów ciepłych, wydanie sierpień 2003
- Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji grzewczych, wydanie maj 2003

10.0 UWAGI MONTAŻOWE.

W czasie wykonywania prac modernizacyjnych należy posługiwać się schematem technologicznym - rys. nr 1 oraz instrukcjami i DTR-kami dostarczonymi przez producentów urządzeń.

Połączenia elektryczne w obrębie węzła a w szczególności nastawy regulatora [ECL Comfort 200](#) zlecić wyspecjalizowanej firmie ciepłowniczej.

Materiał na rurociągi z rur stalowych bez szwu przewodowych czarnych wg PN-80/H-74219 oraz ze szwem wg PN-80/H-74200 . Łączenie przewodów przez spawanie, a z armaturą na kołnierze stalowe lub gwint. Kolana do spawania typ „hamburski” o promieniu gięcia $R=1-1,5DN$, dla wylotu z zaworu bezpieczeństwa $R=3 DN$.

Wszystkie zastosowane materiały, urządzenia i wyposażenie muszą być oryginalne, najlepszej jakości, dopuszczone do stosowania (posiadające aktualne atesty i dopuszczenia do stosowania w budownictwie).

Na przewodzie uzupełniającym instalację c.o. należy zamontować tabliczkę z nakazem rozłączenia złącza do uzupełniania po napełnieniu instalacji.

Zrealizować oznaczenia rurociągów i urządzeń w zależności od prowadzonego medium za pomocą samoklejących kolorowych pasków i wskaźników poziomych.

Dla zapewnienia prawidłowej pracy urządzeń należy przeprowadzać okresowe, zgodne z DTR-kami urządzeń, przeglądy serwisowe przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa.

UWAGA :

- Całość robót wykonać zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót" cz.II.
- Zainstalowane urządzenia ciśnieniowe należy zgłosić do rejestracji przez właściwy terenowo Inspektorat UDT w celu uzyskania stosownych dopuszczeń

11.0 WYTYCZNE BRANŻOWE.

11.1 WYTYCZNE INSTALACYJNE :

- Zdemontować istniejący układ pomiarowy wraz z armaturą
- Podłączyć strony instalacyjne istniejących węzłów zmieszania pompowego do węzła kompaktowego;
- W pomieszczeniu węzła ciepłego zamontować zawór czerpalny wody zimnej DN15 ze złączką do węzła

11.2 WYTYCZNE ELEKTRYCZNE I AKPIA :

- Wykonać zasilanie elektryczne (wlz) z tablicy administracyjnej budynku do pomieszczenia węzła.
- doprowadzić zasilanie elektryczne dla szafki zasilająco-sterującej kompaktowego węzła ciepłego
- wykonać instalacje wyrównawcze w pomieszczeniu węzła ciepłego
- zamontować czujnik temperatury zewnętrznej na ścianie północnej budynku zgodnie z wytycznymi zawartymi w dtr-ce urządzenia

11.3 WYTYCZNE BUDOWLANE :

- Osadzić nowe drzwi wejściowe stalowe o wymiarach 80x205cm do pomieszczenia węzła ciepłego. Drzwi muszą otwierać się na zewnątrz pomieszczenia i być wyposażone w zamek min. klasy B.
- Posadzka w pomieszczeniu węzła powinna być gładka, niepalna i niepaląca, wytrzymała na uderzenia mechaniczne i nagłe zmiany temperatury oraz odporna na wilgoć. Należy ją wykonać ze spadkiem 1% w kierunku wpustów odwodnieniowych lub studzienki schładzającej

12.0 OBLICZENIA

W projekcie wykorzystano kompaktowy węzeł ciepły –węzeł jednofunkcyjny – produkcji Danfoss LPM

12.1 PARAMETRY OBLICZENIOWE WĘZŁA CIEPŁEGO :

Parametry obliczeniowe węzła ciepłego :

- temperatura czynnika grzejącego (sieć ciepła) : $T_{zs}/T_{ps} = 137/70^{\circ}\text{C}$
- obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele c.o. : $Q_{co} = 449 \text{ kW}$
- obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele went.mech. : $Q_{cwent} = 61 \text{ kW}$
- temperatury obliczeniowe instalacji c.o. i went. : $t_{zi}/t_p = 90/70^{\circ}\text{C}$
- ciśnienie dyspozycyjne na progu węzła : $p_d = 120 \text{ kPa}$

12.2 DOBÓR WYMIENNIKÓW

Dane do obliczeń:

- wymagana maksymalna wydajność wymiennika $Q_c = 510 \text{ kW}$
- parametry temperatury :
 - strona sieciowa zima $137/70^{\circ}\text{C}$
 - strona instalacyjna (parametry projektowane) $90/70^{\circ}\text{C}$
- założony współczynnik przewodzenia osadu $R = 0 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{kW}$
- obliczeniowy przepływ masowy wody sieciowej $m_{sc}= 6,55 \text{ m}^3/\text{h}$
- obliczeniowy przepływ masowy wody instalacyjnej $m_i= 21,93 \text{ m}^3/\text{h}$

Na podstawie powyższych parametrów dobrano wymiennik płytowy lutowany typ **XB 51H-1 110** produkcji Danfoss LPM (załączona karta doboru producenta).

12.3 DOBÓR ZAWORU REGULACYJNEGO

Dane do obliczeń:

- obliczeniowy przepływ wody sieciowej $m_{sc}= 6,55 \text{ m}^3/\text{h}$
- parametry temperatury :
 - strona sieciowa temp max. 137°C

- ciśnienie max strony sieciowej 25bar

Na podstawie powyższych danych dobrano zawór regulacyjny typu **VM2** produkcji firmy Danfoss o następujących parametrach:

Średnica nominalna DN32

Współczynnik przepływu $kvs = 10$

Ciśnienie max PN25

Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze : $D_{pZR} = (6,55/10,0)^2 \times 100 = 42,90\text{kPa}$

Dla zaworu dobrano siłownik elektryczny typu **AMV23** produkcji Danfoss.

Funkcję bezpieczeństwa tj. odcięcie czynnika grzewczego - zamknięcie zaworu przy braku zasilania elektrycznego w węźle realizowane będzie poprzez sprężynę powrotną siłownika elektrycznego oraz dodatkowo termostat **ST-1** z funkcją samoczynnego załączenia w przypadku przekroczenia ustawionej zadanej temperatury.

12.4 DOBÓR ZAWORU REGULACJI RÓŻNICY CIŚNIEŃ I PRZEPŁYWU

Dane do obliczeń:

- obliczeniowy przepływ wody sieciowej : $m_{sc} = 6,55 \text{ m}^3/\text{h}$
- parametry temperatury :
 - strona sieciowa temp max. 137 °C
- ciśnienie max strony sieciowej 25bar

Na podstawie powyższych danych dobrano zawór regulacyjny typu **VFQ-2** produkcji firmy Danfoss o następujących parametrach:

Średnica nominalna DN32

Współczynnik przepływu $kvs = 16$

Ciśnienie max PN25

Zakres nastaw 0,15-1,5bar

Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze „zima”: $D_{pDPV} = (6,55/16)^2 \times 98,1 = 16,76\text{kPa}$

12.5 OPORY PRZEPŁYWU PRZEZ WĘZŁ - STRONA SIECIOWA

		kvs	dp [kPa]	
wymiennik		-	1,8	
zawór reg różnicy ciśnień i przepływu DN32		16,0	16,76	
zwężka miernicza			20	
zawór regulacyjny DN32		10,0	42,90	
Filtroodmulnik DN50			3,0	
licznik ciepła DN32	10m ³ /h		5,0	
Filtr siatkowy DN50			3,0	
Armatura, rurociągi			2,0	
RAZEM			94,46	kPa
wymagana nastawa zaworu reg różnicy ciśnień			63,46	kPa

Wymagane ciśnienie na progu węzła :

– „zima” **95 kPa**

Nastawa zaworu regulacji różnicy ciśnień :

- „zima” **64 kPa** , przepływ **6,55 m³/h**

12.6 DOBÓR ZAWORÓW BEZPIECZEŃSTWA - WG DT-UC - 90/WO.

Obliczenia zaworu bezpieczeństwa ze względu na moc maksymalną wymiennika:

maksymalny przepływ pary w przypadku uszkodzenia wymiennika :

$$m = 3600 * \frac{Q_{c.}}{c_p} \left[\frac{kg}{h} \right]$$

$Q_{c.} = 510 \text{ kW}$ - maksymalna moc cieplna wymiennika

$c_p = 2079 \text{ kJ/kg}$ - ciepło parowania wody przy nadciśnieniu $0,5 \times 1,1 = 0,55 \text{ MPa}$

przyjęto wstępnie membranowy zawór bezpieczeństwa typ SYR1915 DN25
wielkość $d_0 = 20 \text{ mm}$ o ciśnieniu początku otwarcia $5,0 \text{ bar}$

$$m = 3600 * 510 / 2079 = \underline{883,12 \text{ kg/h}}$$

$$m_z = 10 * \alpha * K_1 * K_2 * (\pi * d_0^2 / 4) * (p_1 + 0,1)$$

$\alpha = 0,64$ współczynnik wpływu dla par i gazów przy $b = 10\%$

$K_1 = 0,532$ współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego przed zaworem wg rys 1 Warunków Technicznych UDT-UC-90/WO rozdział 9

$K_2 = 1$ współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem wg pkt 9.3. UDT-UC-90/WO

$d_0 = 20 \text{ mm}$ najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu

$$m_z = 10 * 0,532 * 0,64 * 1 * (\pi * 20^2 / 4) * (0,55 + 0,1) = \underline{694,50 \text{ kg/h}}$$

$$2xm_z > m$$

Dobrano 2 zawory bezpieczeństwa membranowe typ SYR 1915 DN25 , $d_0 = 20 \text{ mm}$ o ciśnieniu początku otwarcia $5,0 \text{ bar}$

12.7 DOBÓR NACZYNIA WZBIORCZEGO WG PN-99/B-02414.

Obliczenie zamkniętego naczynia wzbiorczego wg PN-B-02414:1999		
pojemność instalacji ogrzewania wodnego	$V = 4,50$	m^3
maksymalna wysokość instalacji	$p_{stat} = 1,0$	bar
maksymalne ciśnienie w instalacji	$p_{max} = 5,0$	bar
temperatura zasilania	$t_{zasilania} = 90,0$	$^{\circ}C$
przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej dla temperatur $10^{\circ}C/tz^{\circ}C$	$\Delta v = 0,0356$	dm^3/kg
gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej $t_1=10^{\circ}C$ wg PN-B-02414:1999	$\rho_1 = 999,7$	kg/m^3
pojemności użytkowa naczynia wzbiorczego	$V_u = 1,1 \cdot V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v$ $V_u = 176,2$	dm^3
ubytki eksploatacyjne wody instalacyjnej między uzupełnieniami	$E = 1$	%
pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego z rezerwą na ubytki	$V_{uR} = V_u + V \cdot E \cdot 10$ $V_{uR} = 221,2$	dm^3
ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym (ciśnienie w przestrzeni gazowej przed przyłączeniem do instalacji)	$p = 1,20$	bar
ciśnienie wstępne pracy instalacji w miejscu przyłączenia naczynia wzbiorczego (ciśnienie napełniania instalacji zimnej)	$p_R = \frac{\{(p_{max}+1)/[1+V_u/(V_{uR} \cdot ((p_{max}+1)/(p_{max}-p)-1))]\}-1}{p_R = 1,53}$	bar
objętość całkowita naczynia wzbiorczego	$V_{nR} = V_{uR} \cdot (p_{max} + 0,1) / (p_{max} - p_R)$ $V_{nR} = 381,9$	dm^3
minimalna średnica rury wzbiorczej	$d = 0,7 \cdot V_u^{0,5}$ $d = 10,41$	mm

Dobrano:

naczynie wzbiorcze przeponowe typu **Reflex N400 6bar**, rura wzbiorcza DN25