

Temat:

Wymiarowanie instalacji rurowych.

Obliczenia hydrauliczne instalacji grzewczej pompowej.

Dobór pomp.

Obliczanie instalacji cyrkulacji.

Rurociągi o przekroju niekołowym.

Wspomaganie komputerowe w projektowaniu instalacji.



Literatura

- 1) Hermann Recknagel, Eberhard Sprenger , Ernst Schramek :
„Kompendium wiedzy. Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda,
- 2) Ryszard Tytko: „Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej”,
- 3) Albers Joachim „Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji.
Poradnik dla projektantów i instalatorów”,
- 4) Halina Koczyk: „Ogrzewnictwo praktyczne”,
- 5) www.instsani.pl,
- 6) www.viessmann.pl,
- 7) M. Strzeszewski ”Obliczenia hydrauliczne instalacji centralnego
ogrzewania. Materiały do zajęć z ogrzewnictwa”

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Projektowanie sieci przewodów polega na dobraniu średnic przewodów i elementów regulacyjnych w celu:

- zapewnienia odpowiedniego rozdziału czynnika grzejącego do poszczególnych grzejników,
- zapewnienia stateczności cieplnej i hydraulicznej instalacji,
- optymalizacji kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

Aby poszczególne grzejniki mogły osiągnąć wymaganą moc przy założonym spadku temperatury (np. 20K), niezbędne jest zapewnienie dla każdego grzejnika odpowiedniego strumienia masowego wody.

Warunek ten realizuje się poprzez odpowiednie wyregulowanie instalacji w warunkach projektowych (regulacja wstępna).

W ogólnym przypadku wyróżnia się:

- regulację wstępną,
- regulację eksploatacyjną.

Regulacja wstępna (zwana czasami również regulacją montażową lub trwałą) ma na celu zapewnienie odpowiednich strumieni masowych wody w poszczególnych odcinkach przewodów w warunkach projektowych.

Regulacja eksploatacyjna (zwana również regulacją bieżącą) to ciągłe dostosowywanie mocy ogrzewania do chwilowych potrzeb cieplnych.

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Regulację wstępną można przeprowadzić:

- w sposób obliczeniowy,
- w sposób pomiarowy.

W Polsce przeważa sposób obliczeniowy, polegający na ustaleniu przez projektanta odpowiednich nastaw na zaworach regulacyjnych. Następnie wykonawca ustawia dobrane nastawy na poszczególnych zaworach.

Natomiast w przypadku metody pomiarowej, projektant ustala wymagane przepływy, a następnie wykonawca w taki sposób operuje zaworami regulacyjnymi, aby uzyskać wymagane przepływy.

W tym przypadku konieczne jest stosowanie odpowiedniej armatury, umożliwiające przeprowadzenie pomiarów przepływów.

Działka – odcinek instalacji o jednakowej średnicy i jednakowym przepływie, wraz z zamontowanymi na nim urządzeniami.

Obieg – zespół przewodów, którymi woda przepływa od źródła ciepła do grzejnika i z powrotem wraz z zamontowanymi urządzeniami.

W skład obiegu wchodzi :

- źródło ciepła (kocioł, wymiennik ciepła),
- grzejnik,
- przewody łączące źródło ciepła z grzejnikiem.

Obieg najbardziej niekorzystny – jako **najniekorzystniej usytuowany grzejnik** w instalacji ogrzewania wodnego pompowego z rozdziałem dolnym przyjmuje grzejnik:

- **najwyżej** położony ,
- **najdalej** położony od źródła – największa długość poziomych przewodów rozprowadzających,
- o **większym obciążeniu** cieplnym – większy strumień przepływu czynnika grzejnego

Obliczeniowy strumień wody

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

Obciążenie cieplne działki, [W]

Ciepło właściwe wody, 4190 [J/kgK]

t_z - temp. czynnika zasilającego c.o.
 t_p - temp. czynnika powrotnego c.o.

Dobór pompy obiegowej

W celu doboru pompy należy ustalić dwie wielkości:

- wymaganą wydajność,
- wysokość podnoszenia.



Zadania pompy w instalacji c.o :

- wytwarzanie ciśnienia potrzebnego na pokonanie oporów hydraulicznych, zmniejszonych o obliczeniową wartość ciśnienia grawitacyjnego,
- doprowadzenie do grzejników potrzebnej ilości nośnika ciepła.

Dobór pompy obiegowej

Wymagana wydajność pompy obiegowej:

$$V_p = \frac{1,1 \cdot Q_{inst}}{c_w \cdot (t_z - t_p) \cdot \rho}, \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{V}_p = \frac{1,10 \cdot Q \cdot 1000 \cdot 60}{C_w \cdot \Delta t \cdot \rho} \quad [\text{dm}^3/\text{min}]$$

Q_{ins} – obliczeniowa moc cieplna instalacji, W,

c_w – ciepło właściwe wody, w przybliżeniu 4190 J/kgK,

t_z – obliczeniowa temperatura wody zasilającej instalację, °C,

t_p – obliczeniowa temperatura wody powracającej z instalacji, °C,

ρ – gęstość wody płynącej przez pompę, tzn. gęstość dla temperatury zasilania lub powrotu w zależności od lokalizacji pompy, kg/m³

Dobór pompy obiegowej

1m wysokości podnoszenia wody przez pompę

~

10 kPa

Dobór pompy obiegowej

Orientacyjna wysokość podnoszenia pompy

$$H_{p,or} = \frac{\Delta p_{zc} + (100 \div 250) \cdot \sum L}{9,81 \cdot \rho}, \text{ m H}_2\text{O}$$

Δp_{zc} – opór źródła ciepła, np. wymiennika ciepła po stronie instalacyjnej, Pa,

$\sum L$ – suma długości działek w najbardziej niekorzystnym obiegu, m,

ρ – gęstość wody płynącej przez pompę, kg/m³.

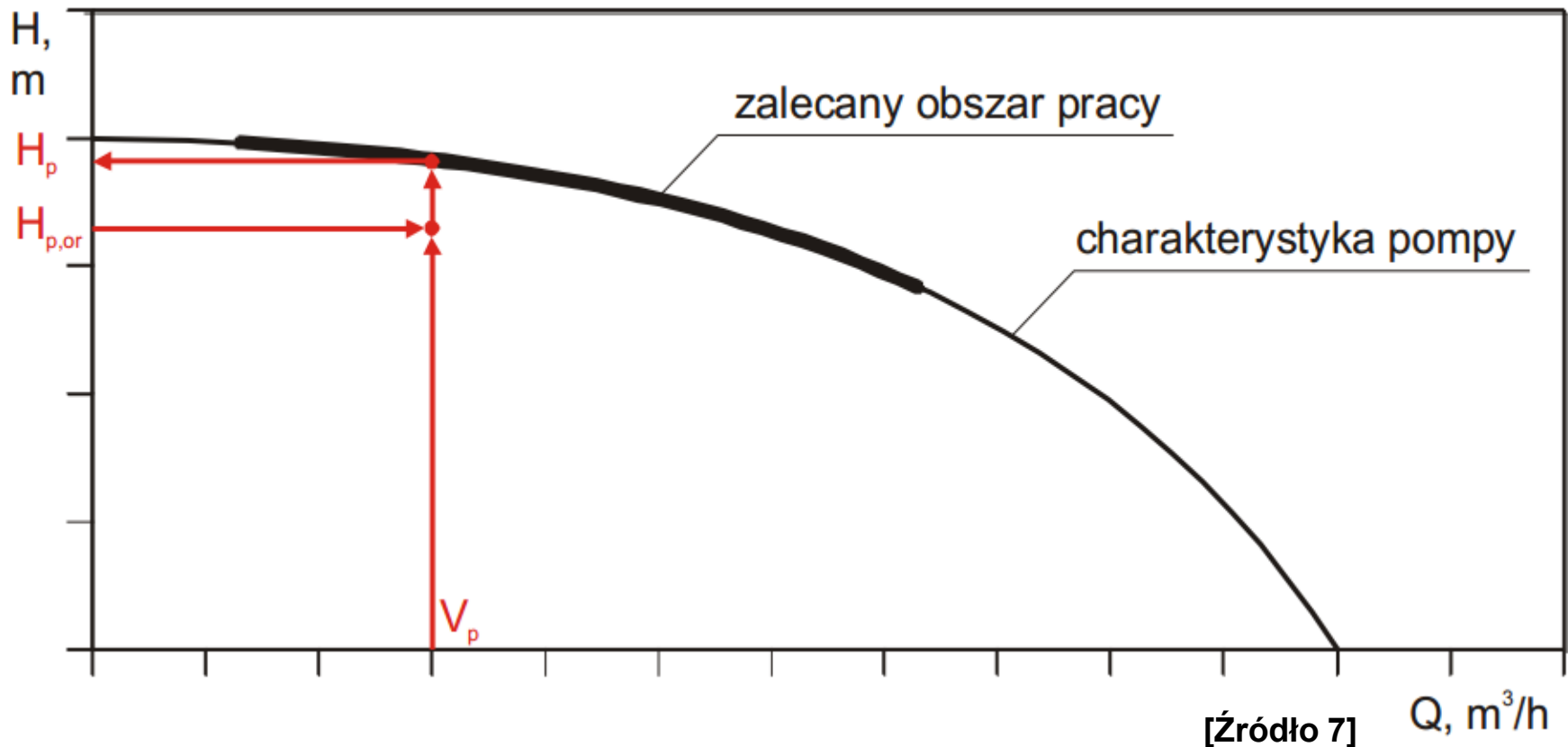
Dobór pompy obiegowej

Dobierając pompę należy w miarę możliwości zapewnić, aby punkt pracy znajdował się w zalecanym obszarze, dzięki czemu pompa będzie osiągała wysoką sprawność.

W przypadku pomp, które posiadają kilka biegów, należy również wskazać bieg, na którym pompa ma pracować.

Dobór pompy obiegowej

Charakterystyka pompy

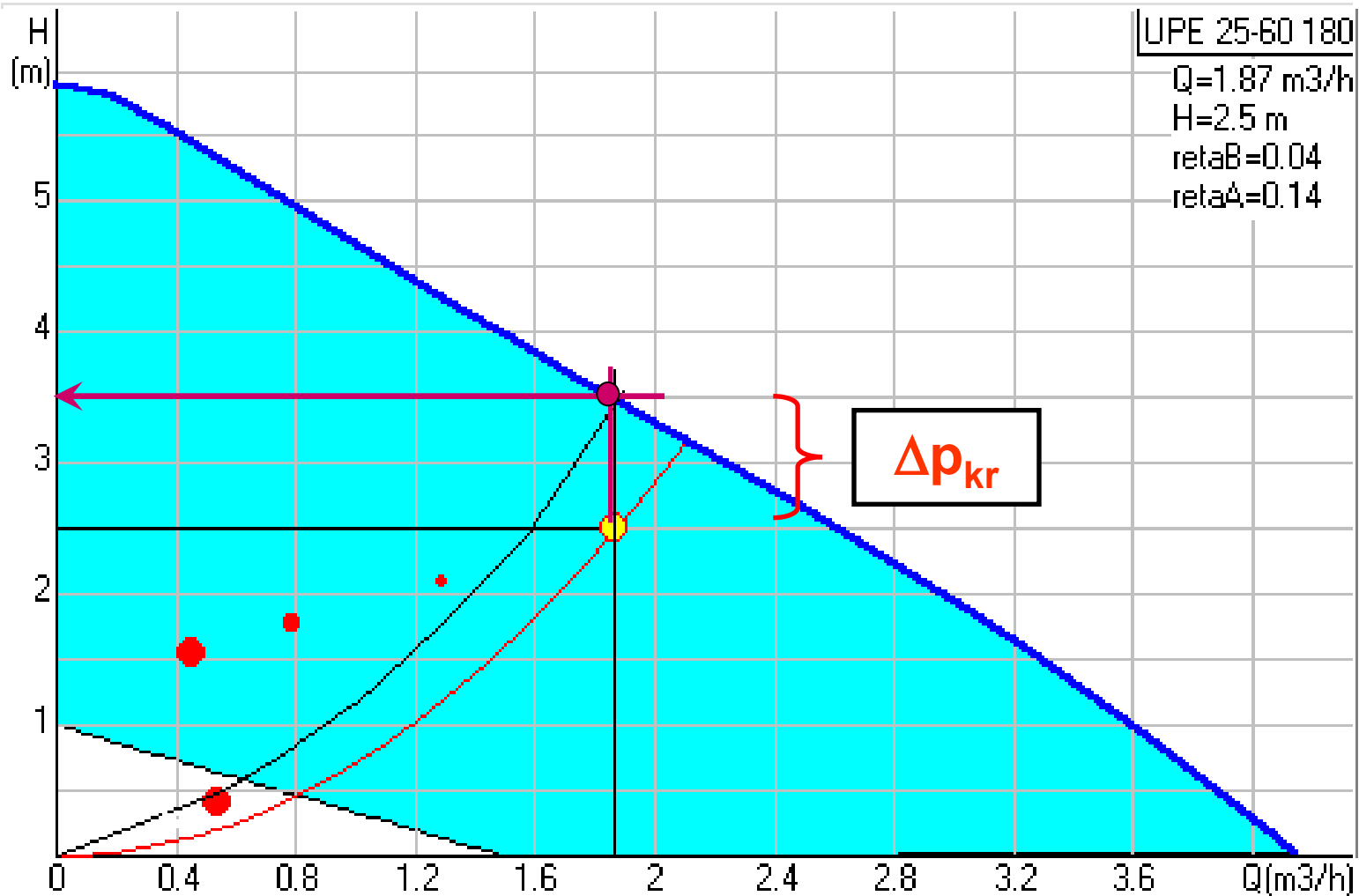


Dobór pompy obiegowej

Kolejnym krokiem jest ustalenie wysokości podnoszenia dobranej pompy dla wymaganej wydajności.

Wysokość ta będzie następnie podstawą równoważenia hydraulicznego instalacji .

Dobór pompy obiegowej



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



U M(P) C (D) 50-30 F06 (F10)

Pompa obiegowa

Silnik 4-biegowy

Silnik 2-biegowy

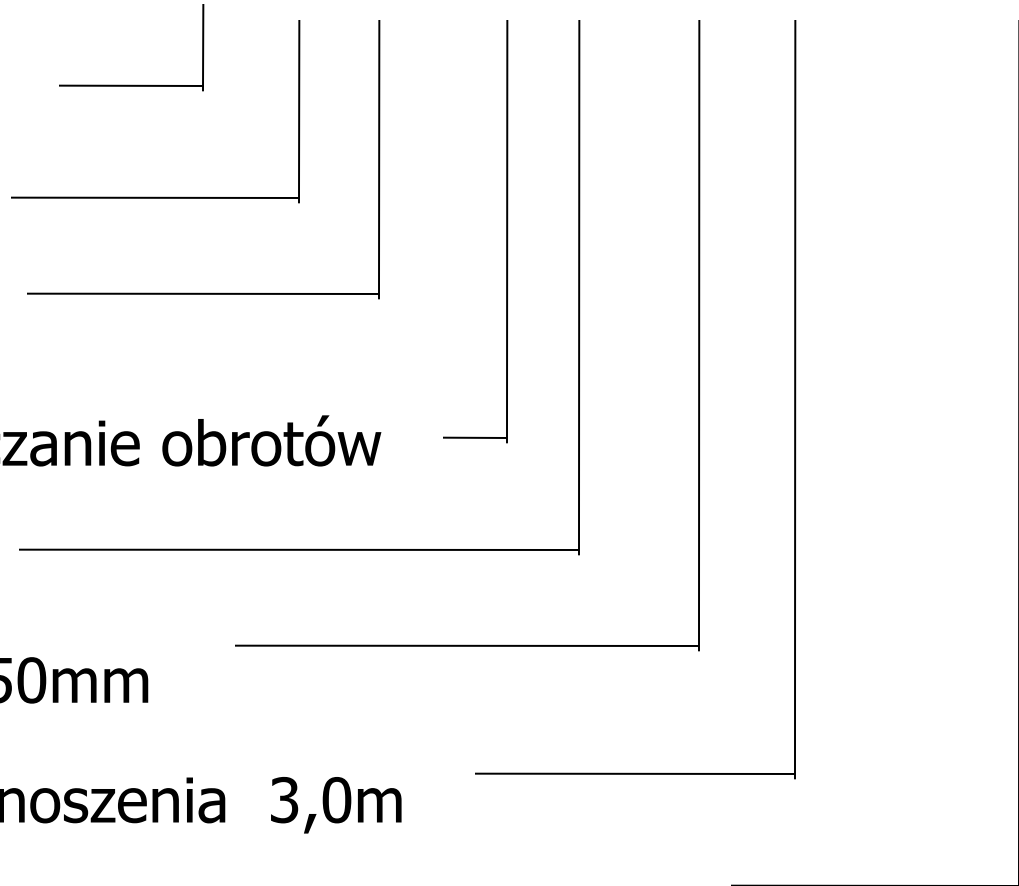
Sterowanie, przełączanie obrotów

Pompa podwójna

Przyłącza i \varnothing nom 50mm

Max. wysokość podnoszenia 3,0m

Kołnierze PN6/DIN 2531(PN 16/DIN 2533)



Ciśnienie czynne w obiegu

Przez ciśnienie czynne należy rozumieć ciśnienie wywołujące krążenie czynnika w instalacji. Na wartość tego ciśnienia ma wpływ ciśnienie wytworzone przez pompę obiegową i tzw. ciśnienie grawitacyjne związane z różnicą gęstości wody zasilającej i powrotnej.

Obliczeniowe ciśnienie wytwarzane przez pompę:

$$\Delta p_{po} = 0,9 \cdot H_p \cdot \rho \cdot 9,81, \text{ Pa}$$

0,9 - współczynnik korygujący uwzględniający zużycie pompy

H_p - wysokość podnoszenia pompy

ρ - gęstość wody przepływającej przez pompę

Ciśnienie czynne w obiegu

Wartość ciśnienia czynnego pochodząca od grawitacji można wyznaczyć ze wzoru

$$\Delta p_{cz\ gr} = h(\rho_p - \rho_z) \cdot g$$

h – różnica wysokości pomiędzy środkiem grzejnika w rozpatrywanym obiegu i środkiem źródła ciepła, [m],

ρ_p – gęstość wody o temperaturze powrotu [kg/ m³],

ρ_z – gęstość wody o temperaturze zasilania [kg/ m³],

g – przyspieszenie ziemskie, $g = 9,81$ [m/s²],

Z uwagi na to, że ciśnienie grawitacyjne jest zmienne w ciągu sezonu grzewczego zaleca się przyjmowanie do obliczeń 70-75% wartości maksymalnej ciśnienia grawitacyjnego.

Stąd wzór na ciśnienie czynne przyjmie postać:

$$\Delta p_{cz} = \Delta p_{po} + 0,75 \cdot (\rho_p - \rho_z) \cdot 9,81 \cdot h, \text{ Pa}$$

Określanie oporów hydraulicznych działek

Opór hydrauliczny działki jest to suma oporów liniowych i miejscowych:

$$\Delta p_{I_{dz}} = R \cdot L + Z, \text{ Pa}$$

R – jednostkowa liniowa strata ciśnienia w przewodzie, Pa/m,

L – długość działki, m,

Z – straty ciśnienia wywołane przez opory miejscowe, Pa.

Opory liniowe

Jednostkowe straty liniowe można określić ze wzoru:

$$R = \frac{\lambda}{d_w} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho, \text{ Pa/m}$$

λ – współczynnik oporów liniowych, zależny od średnicy i chropowatości przewodu oraz od prędkości przepływającego czynnika,

d_w – średnica wewnętrzna przewodu, m,

ρ – gęstość wody przepływającej w przewodzie, kg/m³,

w – prędkość wody w przewodzie, m/s.

Opory liniowe

Prędkość wody można obliczyć w następujący sposób:

$$w = \frac{4 \cdot G}{\Pi \cdot d_w^2 \cdot \rho}, \text{ m/s}$$

G – strumień masowy wody płynącej w działce, kg/s.

Opory liniowe

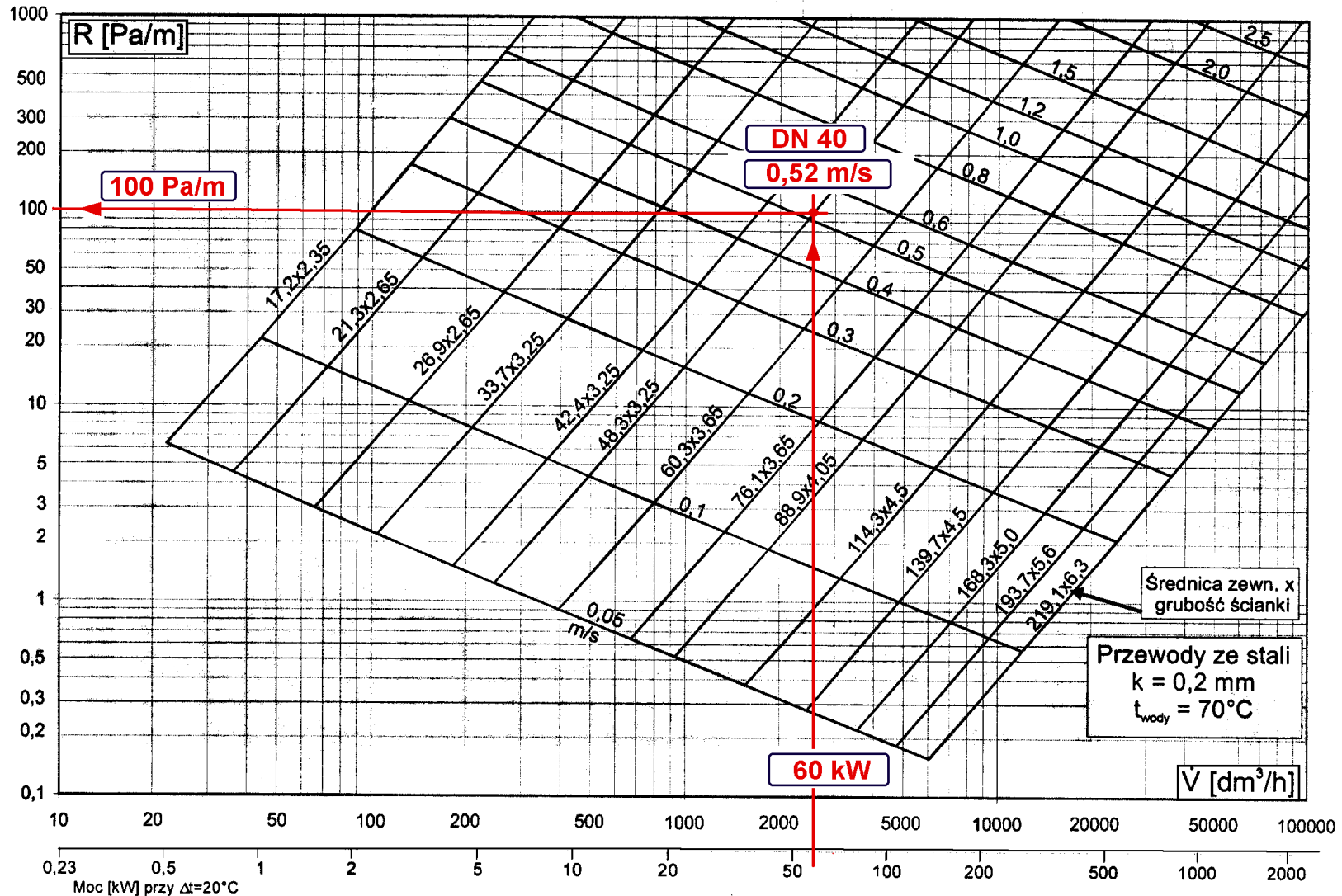
W przypadku obliczeń ręcznych wartość R , zamiast ze wzoru często jest odczytywana z wykresów lub tabel.

Wykresy te i tabele opracowywane są dla konkretnych przewodów (chropowatości) oraz dla przynajmniej zbliżonej temperatury.

Projektując instalację centralnego ogrzewania, nie powinno się korzystać z wykresów np. dla przewodów zimnej wody.

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Opory liniowe



Opory miejscowe

Opory miejscowe w instalacji mogą stanowić nawet ponad 50% całkowitych oporów hydraulicznych.

Dzieje się tak, ponieważ instalacja c.o. składa się ze stosunkowo krótkich odcinków prostych oraz dużej ilości zmian kierunku, odgałęzień i armatury. W związku z tym opory miejscowe nie mogą być ani pominięte, ani określone wskaźnikowo (jako pewien procent oporów liniowych).

Strata ciśnienia, związana z oporem miejscowym, może być określona następującymi metodami:

- na podstawie współczynnika oporu miejscowego ζ ,
- na podstawie współczynnika przepływu k_v ,
- na podstawie wykresu (charakterystyki hydraulicznej).

Opory miejscowe

Współczynnik oporu miejscowego - ζ

Współczynniki oporów miejscowych ζ wykorzystuje się przede wszystkim dla typowych oporów, takich jak łuki, odsadzki, obejścia, trójniki itp.

Współczynnik ζ może być również wykorzystany do oszacowania straty ciśnienia na elementach takich jak grzejnik czy kocioł, ale należy pamiętać, że będzie to tylko wartość orientacyjna.

Opory miejscowe

Do obliczania miejscowych strat ciśnienia w oparciu o współczynnik ζ służy wzór:

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho, \text{ Pa}$$

$\sum \zeta$ – suma współczynników oporów miejscowych występujących w działce,

w – prędkość wody w przewodzie, m/s.

ρ – gęstość wody w przewodzie, kg/m³;

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

1	2	3	4	5	6	
	Odgąłęzienie prostokątne	Rozdział strumienia	1,30	×	×	×
		Połączenie strumienia	0,90	×	×	
		Przelot przy rozdziale strumienia	0,30	×	×	×
		Przelot przy połączeniu strumienia	0,60	×	×	
		Przeciwprąd przy połączeniu strumienia	3,00	×	×	
		Przeciwprąd przy rozdziale strumienia	1,50	×	×	×
	Rozgałęzienie łukowe	Rozdział strumienia	0,90	×	×	×
		Połączenie strumienia	0,40	×	×	
		Przelot przy rozdziale strumienia	0,30	×	×	×
		Przelot przy połączeniu strumienia	0,20	×	×	

Tabela strat miejscowych dla instalacji miedzianych

www.instsani.pl

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



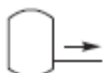
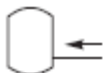

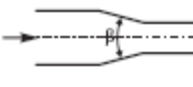
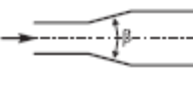












	Rozdzielacz (kolektor)	Wylot z rozdzielacza (kolektora)	0,50	x	x	
		Wlot do rozdzielacza (kolektora)	1,00	x	x	
	Zbiornik	Wylot	0,50	x		
		Wlot	1,00	x		
	Redukcja		0,40	x		x
	Zwężenie ciągłe	$\beta = 30^\circ$	0,02	x	x	
		$\beta = 45^\circ$	0,04	x	x	
		$\beta = 60^\circ$	0,07	x	x	
	Rozszerzenie ciągłe	$\beta = 10^\circ$	0,10	x	x	
		$\beta = 20^\circ$	0,15	x	x	
		$\beta = 30^\circ$	0,20	x	x	
		$\beta = 40^\circ$	0,20	x	x	
	Kompensator U-kształtowy		1,00	x	x	
	Kompensator mieszkowy		2,00	x	x	
1	2		3	4	5	6
	Trójnik przeciwprądowy z dwoma łukami		1,30			x
	Podłączenie gazomierza	DN 25	2,00			x
		> DN 25	4,00			x

Tabela strat miejscowych dla instalacji miedzianych

www.instsani.pl

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej








Tabela strat miejscowych dla instalacji miedzianych

	Zawory odcinające	proste	DN 15 DN 20 DN 25 DN 32 DN 40 do DN 100	10,0 8,5 7,0 6,0 5,0	x x x x x	x x x x x	
		skośne	DN 15 DN 20 DN 25 do DN 50 DN 65	3,5 2,5 2,0 0,7	x x x x	x x x x	
		kątowe	DN 10 DN 15 DN 20 DN 25 do DN 50 DN 65 do DN 100	7,0 4,0 2,0 3,5 4,0	x x x x x	x x x x x	
		Zawory membranowe	DN 15 DN 20 DN 25 DN 32 DN 40 do DN 100	10,0 8,5 7,0 6,0 5,0	x x x x x		
	Zawory odcinające	suwakowe tłokowe, kulowe	DN 10 do DN 15 DN 20 do DN 25 DN 32 do DN 150	1,0 0,5 0,3	x x x	x x x	x
	Zawór grzejnikowy	prosty		4,0		x	
		kątowy		2,0		x	
	Kurek odcinający	kulowy	przelotowy	2,0			x
		kulowy	kątowy	5,0			x
		kulowy	przelotowy	0,5			x
		kulowy	kątowy	1,3			x

www.instsani.pl

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Tabela strat miejscowych dla instalacji miedzianych



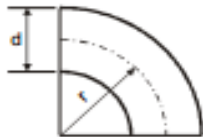




	Zawór zwrotny	DN 15 do DN 20 DN 25 do DN 40 DN 50 DN 65 do DN 100	7,7 4,3 3,8 2,5	× × × ×		
	Zawór przelotowy z zaworem zwrotnym	DN 20 DN 25 do DN 50	6,0 5,0	× ×		
	Nawiertka rurowa DN 25 do DN 80		5,0	×		
1	2		3	4	5	6
	Reduktor ciśnienia całkowicie otwarty		30,0	×		
	Kocioł grzejny		2,5		×	
	Grzejnik, radiator		2,5		×	
	Grzejnik płytowy		3,0		×	

www.instsani.pl

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

















Tabela strat miejscowych dla instalacji z rur stalowych

Wartości współczynników oporów miejscowych ζ elementów instalacji centralnego ogrzewania z rur stalowych

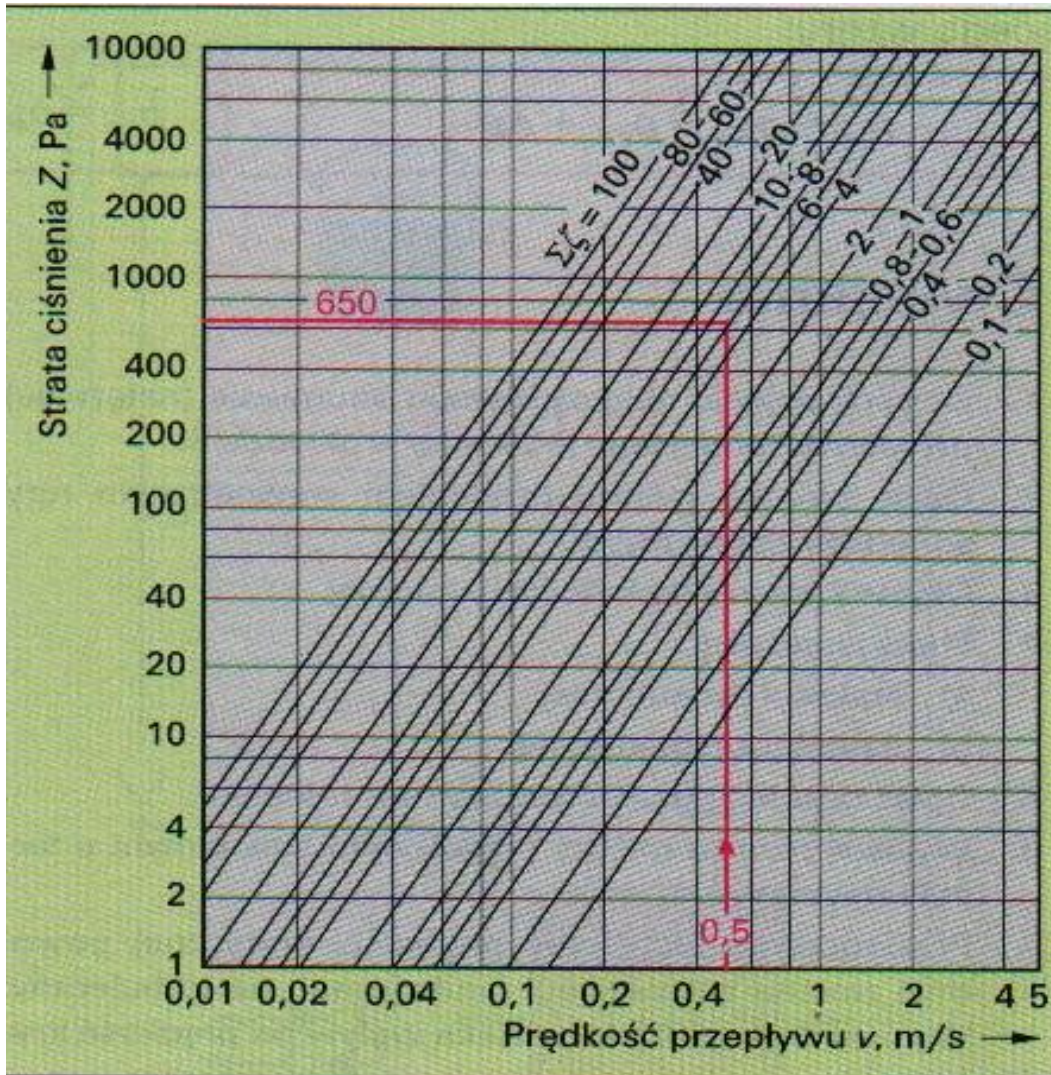
Lp.	Nazwa	Symbol	Średnica nominalna przewodu	Współczynnik oporu miejsc. ζ
1	Grzejnik członowy*	G 	10–15	3,0
			20–25	2,0
2	Grzejnik płytowy*	Gp 	10	2,5
			15	6,5
			20	19,0
			25	46,0
3	Łuk lub kolano gięte $r/d \geq 1,5$		10	2,0
			15	1,5
			20	1,0
			25	0,5
			32	0,5
4	Zawór grzejnikowy M-3173 i M-3175		10–15	8,5
			20–25	6,5
5	Zawór odcinający przelotowy prosty*		10–15	16,0
			20–25	12,0
			32–40	9,0
			50	7,0
6	Zawór jw. skośny*		10–15	3,5
			20–25	3,0
			32–40	2,5
			50	2,0
7	Kurek dwudrogowy stożkowy*		15	5,0
			20–25	3,5

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Tabela strat miejscowych dla instalacji z rur stalowych

8	Kocioł żeliwny*			2,5
9	Odsadzka			0,5
10	Obejście			1,0
11	Wydłużka*			
	prostokątna			2,0
	falista			3,0
	dławicowa			0,5
12	Trójniki prostokątne zasilanie			
	przelot			0,5
	odgałęzienie			1,5
	przeciwprąd			3,0
	powrót			
	przelot			0,5
	odgałęzienie			1,0
	przeciwprąd			3,0
13	Czworniki			
	przelot			2,0
	odgałęzienie			3,0
14	Nagła zmiana przekroju			
	rozszerzenie			1,0
	zwężenie			0,5

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



[Źródło 3]

Strata ciśnienia „Z”
 spowodowana oporami
 miejscowymi w wodnych
 instalacjach grzewczych
 o różnych prędkościach
 przepływu

Tok postępowania przy obliczaniu instalacji grzewczej pompowej

1. Założenie parametrów obliczeniowych, temperatury zasilania i powrotu.
2. Obliczenie strat ciepła pomieszczeń, dobór grzejników, rozmieszczenie grzejników, dobór źródła ciepła.
3. Rozmieszczenie na rzutach kondygnacji pionów.
4. Rozmieszczenie pionów na rzucie piwnicy i zaprojektowanie rozprowadzenia przewodów w piwnicy oraz podłączenia instalacji do źródła ciepła (kotła).
5. Wykonanie rysunku rozwinięcia instalacji c.o.
6. Podział instalacji na działki obliczeniowe.
7. Obliczenie ciśnienia czynnego.
8. Określenie obiegu najbardziej niekorzystnego.
9. Określenie strumieni przepływu na działkach.
10. Dobór średnic.
11. Dobór pompy.
12. Dobór nastaw na zaworach termostatycznych.

Tok postępowania przy obliczaniu instalacji grzewczej pompowej

1. Dla wszystkich działek obliczamy straty ciśnienia wywołane oporami tarcia i miejscowymi, zachowując warunek nie przekraczania maksymalnej prędkości przepływu czynnika dla przewodu o określonej średnicy $W \leq W_{\max \text{ dop}}$

2. Dla wszystkich obiegów obliczamy straty ciśnienia, wg zależności: $\Delta p_{\text{str}} = \sum_{i=1}^n (RI + Z)$

3. Obliczamy wartość ciśnienia czynnego grawitacyjnego w obiegach: $\Delta p_{\text{cz gr}} = h (\rho_p - \rho_z) g$

4. Ustalamy, który z obiegów jest najbardziej niekorzystny, tzn. dla którego wyrażenie ma wartość maksymalną:

$$\sum_{i=1}^n (RI + Z)_i - 0,7 \Delta p_{\text{cz gr}}$$

5. Dla obiegu najbardziej niekorzystnego dobieramy zawór termostatyczny wykorzystując kryterium dławienia i określamy stratę ciśnienia na zaworze Δp_z

6. Ciśnienie dyspozycyjne wytworzone przez pompę w instalacji określamy wg zależności:

$$\Delta p_{\text{dysp}} = \Delta p_p = \left[\sum_{i=1}^n (RI + Z)_i - 0,7 \Delta p_{\text{cz gr}} \right] + \Delta p_z$$

7. Dla pozostałych obiegów stratę ciśnienia na zaworze termostatycznym ustalamy następująco

$$\Delta p_z = \Delta p_{\text{dysp}} - \left[\sum_{i=1}^n (RI + Z)_i - 0,7 \Delta p_{\text{cz gr}} \right]$$

Opór hydrauliczny obiegu

Opór hydrauliczny obiegu jest równy sumie oporów działek wchodzących w jego skład

$$\Delta p_{obj} = \sum_{i=1}^n (R_i \cdot L_i + Z_i) = \sum_{i=1}^n \Delta p_{dzi}, \text{ Pa}$$

n – ilość działek w obiegu,

R_i – jednostkowa liniowa strata ciśnienia w i -tej działce, Pa/m,

L_i – długość i -tej działki, m,

Z_i – straty ciśnienia wywołane przez opory miejscowe w i -tej działce, Pa,

Δp_{dzi} – straty ciśnienia w i -tej działce, Pa

Zasady równoważenia hydraulicznego

Podstawową zasadą równoważenia hydraulicznego obiegu jest wyrównanie strat ciśnienia (przy obliczeniowych strumieniach wody) z działającym w tym obiegu ciśnieniem czynnym.

$$\Delta p_{cz} \approx \Delta p_{obj}$$

Δp_{cz} - ciśnienie czynne w obiegu, Pa

Δp_{obj} - straty ciśnienia w obiegu przy obliczeniowych strumieniach wody, Pa

Zasady równoważenia hydraulicznego

Dopuszcza się błąd w zrównoważeniu obiegu do 10%:

$$\delta = \frac{|\Delta p_{cz} - \Delta p_{obj}|}{\Delta p_{cz}} \leq 10\%$$

Zasady równoważenia hydraulicznego

1. Wartości oporu hydraulicznego i ciśnienia czynnego powinny być do siebie zbliżone. Błąd nie powinien przekraczać 10%.
2. W przypadku ręcznych zaworów grzejnikowych, opór działki z grzejnikiem powinien być większy lub równy minimalnemu oporowi działki z grzejnikiem.
3. Autorytet zewnętrzny zaworu termostaticznego powinien wynosić przynajmniej 30%.

Minimalny opór działki z grzejnikiem

Aby nie dopuścić do rozregulowania hydraulicznego instalacji w obrębie pionu, objawiającego się niedogrzewaniem i przegrzewaniem skrajnych kondygnacji, w przypadku stosowania ręcznych zaworów grzejnikowych, należy zapewnić odpowiednie opory działek z grzejnikami.

Minimalny opór działki z grzejnikiem określa równanie:

$$\Delta p_{g \min} = (\rho_p - \rho_z) \cdot 9,81 \cdot h_g, \text{ Pa}$$

ρ_p – gęstość wody o temperaturze powrotu, kg/m^3 ,

ρ_z – gęstość wody o temperaturze zasilania, kg/m^3 ,

h_g – różnica wysokości pomiędzy środkami skrajnych grzejników w instalacji, m.

Autorytet zaworu termostaticznego

W przypadku stosowania zaworów termostaticznych, warunek minimalnego oporu działki z grzejnikiem zostaje zastąpiony wymaganiami, aby autorytet zewnętrzny zaworu termostaticznego wynosił przynajmniej 30%: **$A_v \geq 0,3$**

Wzór na autorytet zaworu termostaticznego (kryterium dławienia) ma postać:

$$a = \frac{\Delta p_z}{\Delta p_r + \Delta p_z}$$

a - autorytet zaworu termostaticznego (kryterium dławienia) [-]

Δp_z - strata ciśnienia na zaworze termostaticznym całkowicie otwartym (położenie obliczeniowe) [Pa]

Δp_r - strata ciśnienia w obiegu pomniejszona o wartość panującego w obiegu ciśnienia czynnego [Pa]

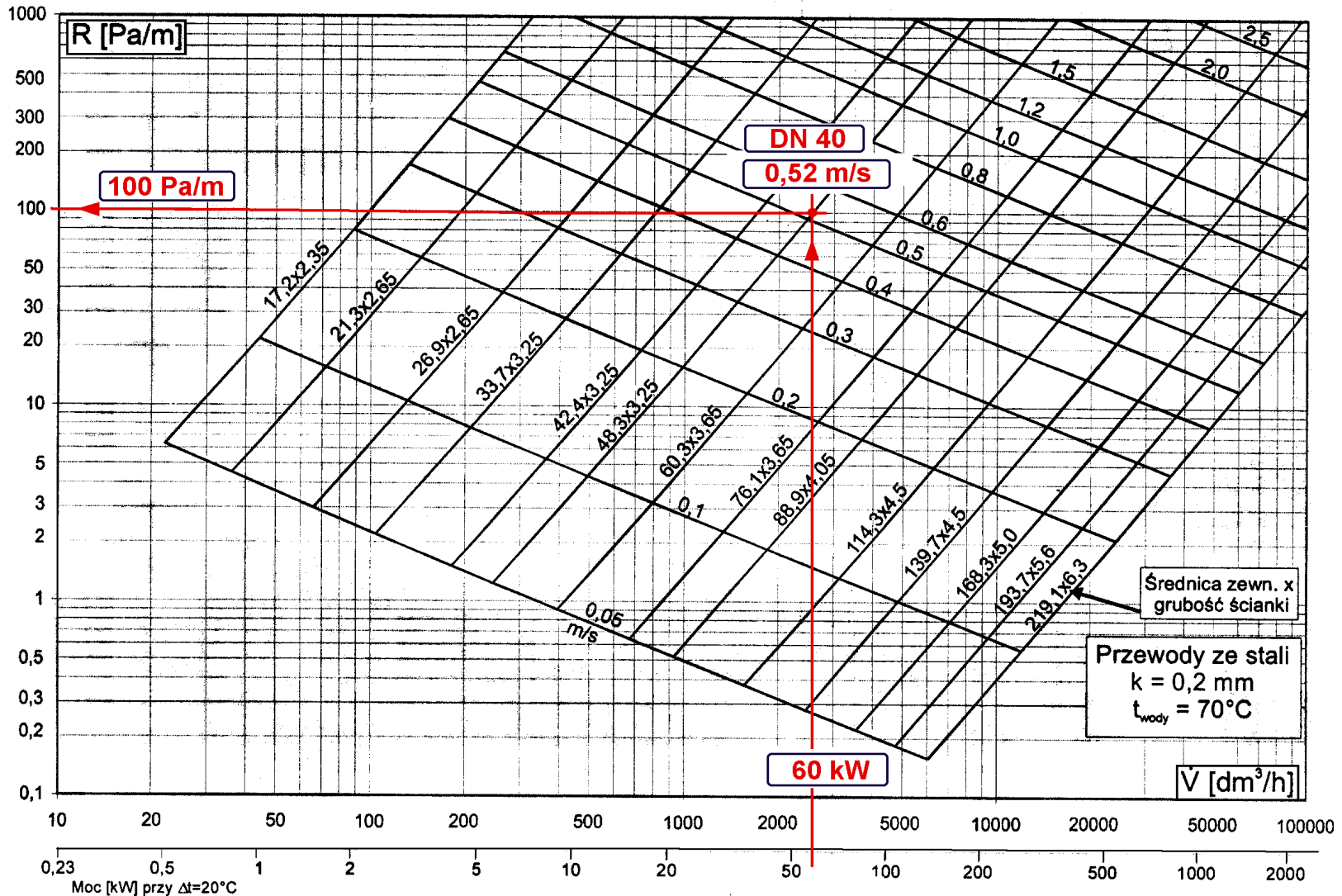
Dobór średnic przewodów

Dobór średnic należy rozpoczynać od najbardziej niekorzystnego obiegu.

Średnice dobieramy na podstawie strumienia przepływającego czynnika grzewczego z nomogramu, odczytując jednocześnie jednostkową stratę ciśnienia R [Pa/m] oraz prędkość.

Pamiętamy aby nie przekroczyć maksymalnej dopuszczalnej prędkości przepływu wody dla danego materiału rury.

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Tabela: Maksymalne dopuszczalne prędkości przepływu wody w przewodach stalowych dla ogrzewań wodnych

dn [mm]	10	15	20	25	32	40	ponad 50
v_{dop} [m/s]	0,30	0,50	0,65	0,80	1,00	1,20	1,50

W instalacjach c.o. nigdy nie należy przekraczać prędkości 1 m/s ze względu na szумы.

Maksymalne dopuszczalne prędkości przepływu w przewodach miedzianych

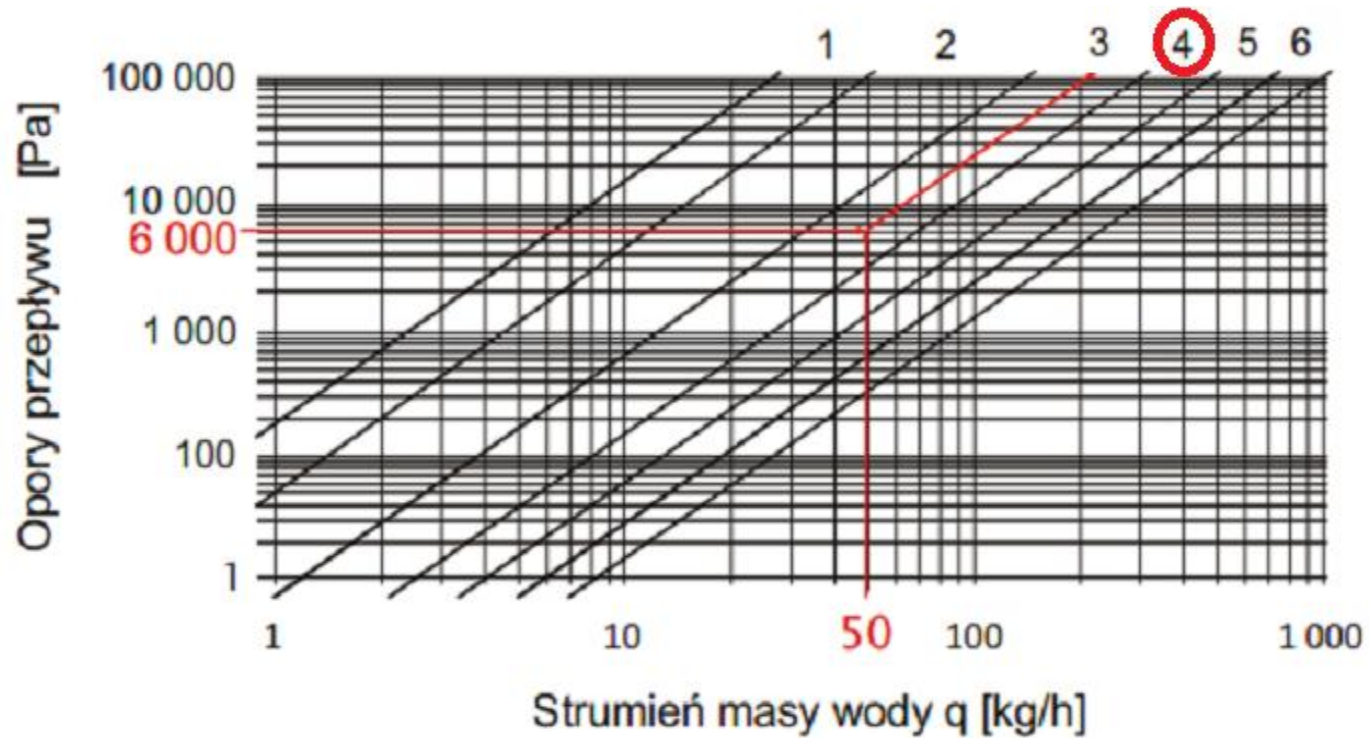
Maksymalne prędkości przepływu

Rodzaj instalacji	Rodzaj przewodu	Prędkość maksymalna m/s
Instalacja wodociągowa	Przewody rozdzielcze i piony	1,0
	Połączenia od pionów do punktów czerpalnych	2,0
	Przewody cyrkulacyjne	0,5
Instalacja ogrzewania	Przewody o średnicy do 28mm	0,3
	Przewody o średnicy powyżej 28mm	0,5
Instalacja gazowa na paliwo gazowe	Wszystkie przewody	6,0

Dławienie nadmiaru ciśnienia

Grzejniki dolnozasilane mają zazwyczaj wbudowany zawór termostatyczny. Są to tzw. grzejniki zaworowe. Charakterystykę hydrauliczną dla tego typu grzejników określa się dla kompletu grzejnika z zaworem.

Nomogram do doboru nastaw na wkładkach zaworowych przedstawiono na rysunku:



Przykład obliczeniowy

1. Założenie parametrów obliczeniowych, temperatury zasilania i powrotu **70/50 stC**
2. Obliczenie strat ciepła pomieszczeń, dobór grzejników, rozmieszczenie grzejników, dobór źródła ciepła - **zakładamy**
3. Rozmieszczenie na rzutach kondygnacji pionów - **rysunek**
4. Rozmieszczenie pionów na rzucie piwnicy i zaprojektowanie rozprowadzenia przewodów w piwnicy oraz podłączenia instalacji do źródła ciepła (kotła) - **zakładamy**.
5. Wykonanie rysunku rozwinięcia instalacji c.o. - **rysunek**

7. Podział instalacji na działki obliczeniowe.
8. Obliczenie ciśnienia czynnego grawitacyjnego $\Delta p_{cz} = h \cdot g(\rho_p - \rho_z)$
9. Określenie obiegu najbardziej niekorzystnego – w instalacji pompowej obieg najdalej, najwyżej i najbardziej obciążony.
10. Określenie strumieni przepływu na działkach.
11. Dobór średnic – z nomogramu na podstawie przepływu (mocy) oraz maksymalnej dopuszczalnej prędkości przepływu.
12. Dobór pompy.
13. Dobór nastaw na zaworach termostatycznych – nomogram do doboru zaworów termostatycznych.

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

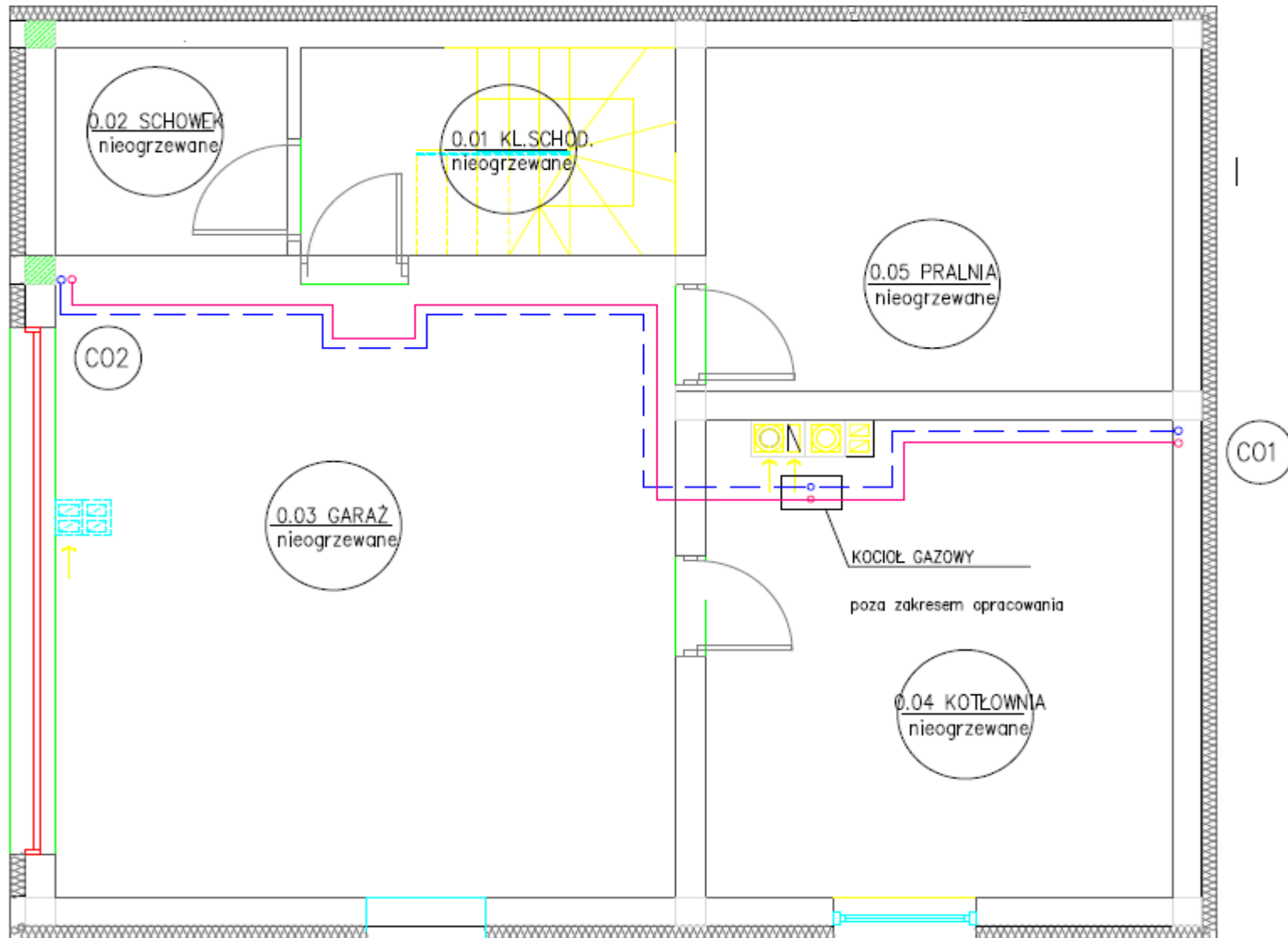
Obliczenia instalacji

Tabela do obliczeń hydraulicznych

Nr działki	Q – obciążenie cieplne [kW]	m – strumień ciepła [kg/s]	l [m]	d [mm]	w Prędkość [m/s]	R Opór jednostkowy [Pam]	$R*l$ Straty ciśnienia	$\sum \xi$	Z [Pa]	$R*l+Z$ [Pa]
1										
2										

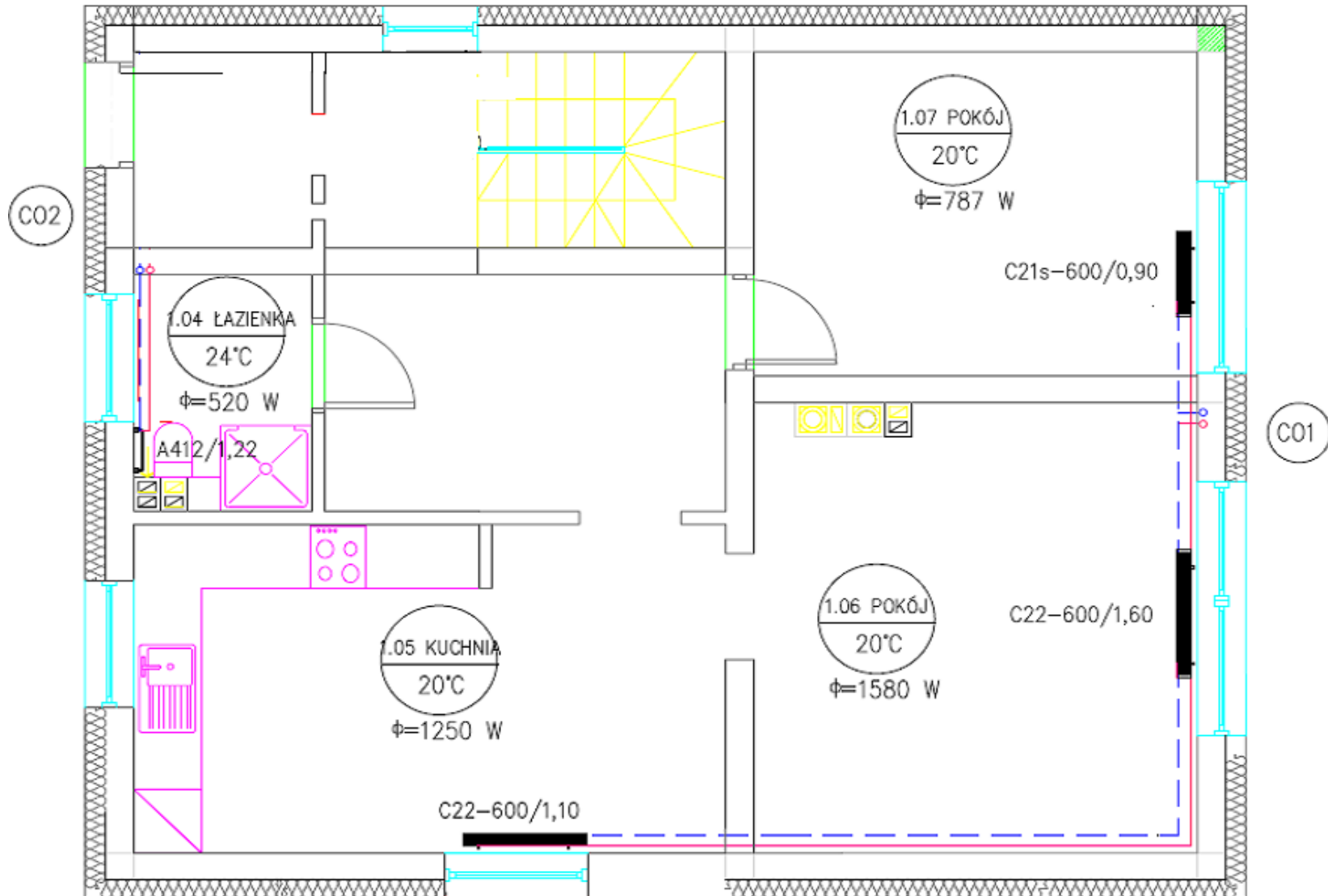
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Rzut piwnic



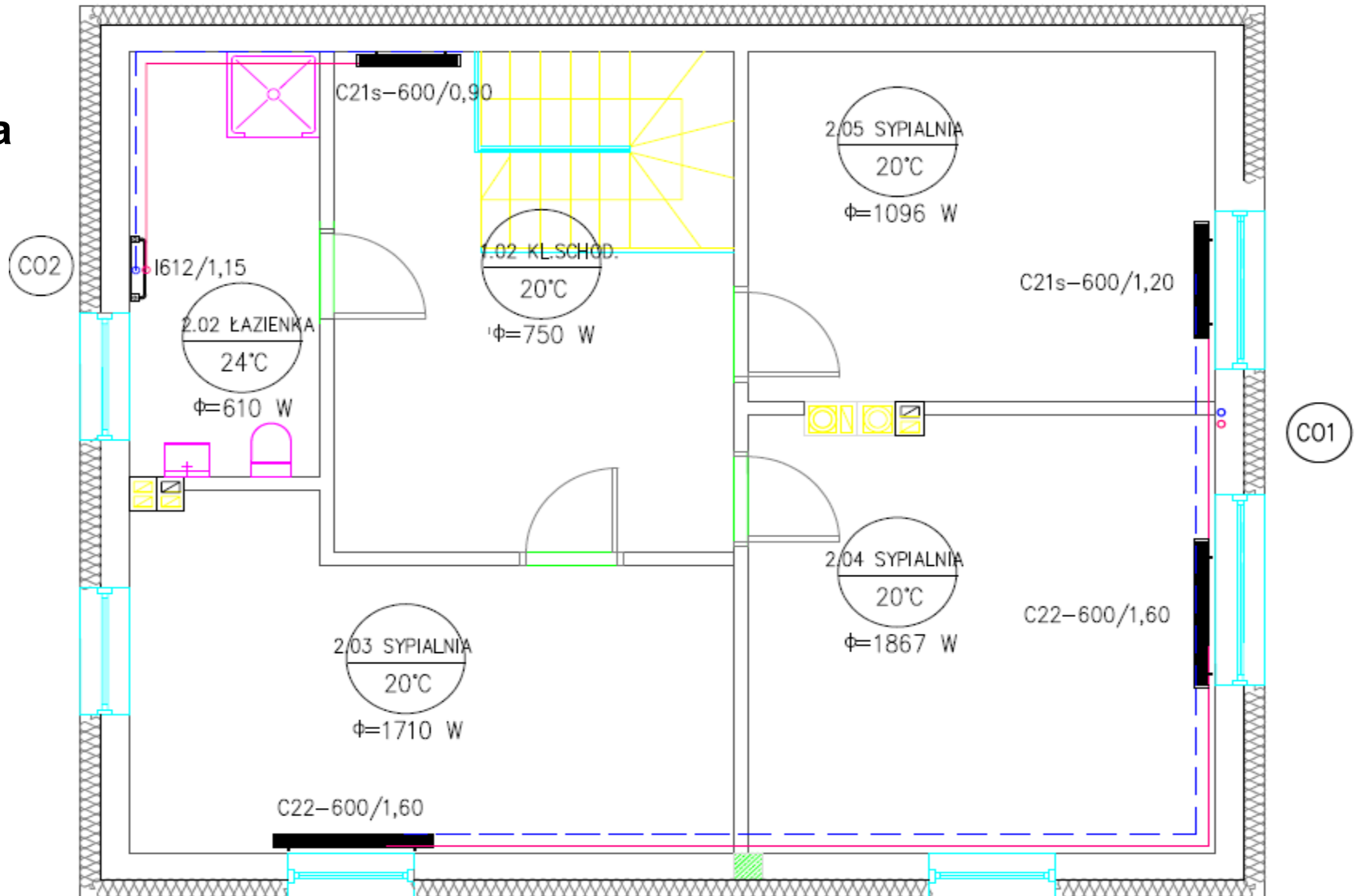
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Rzut
 parteru



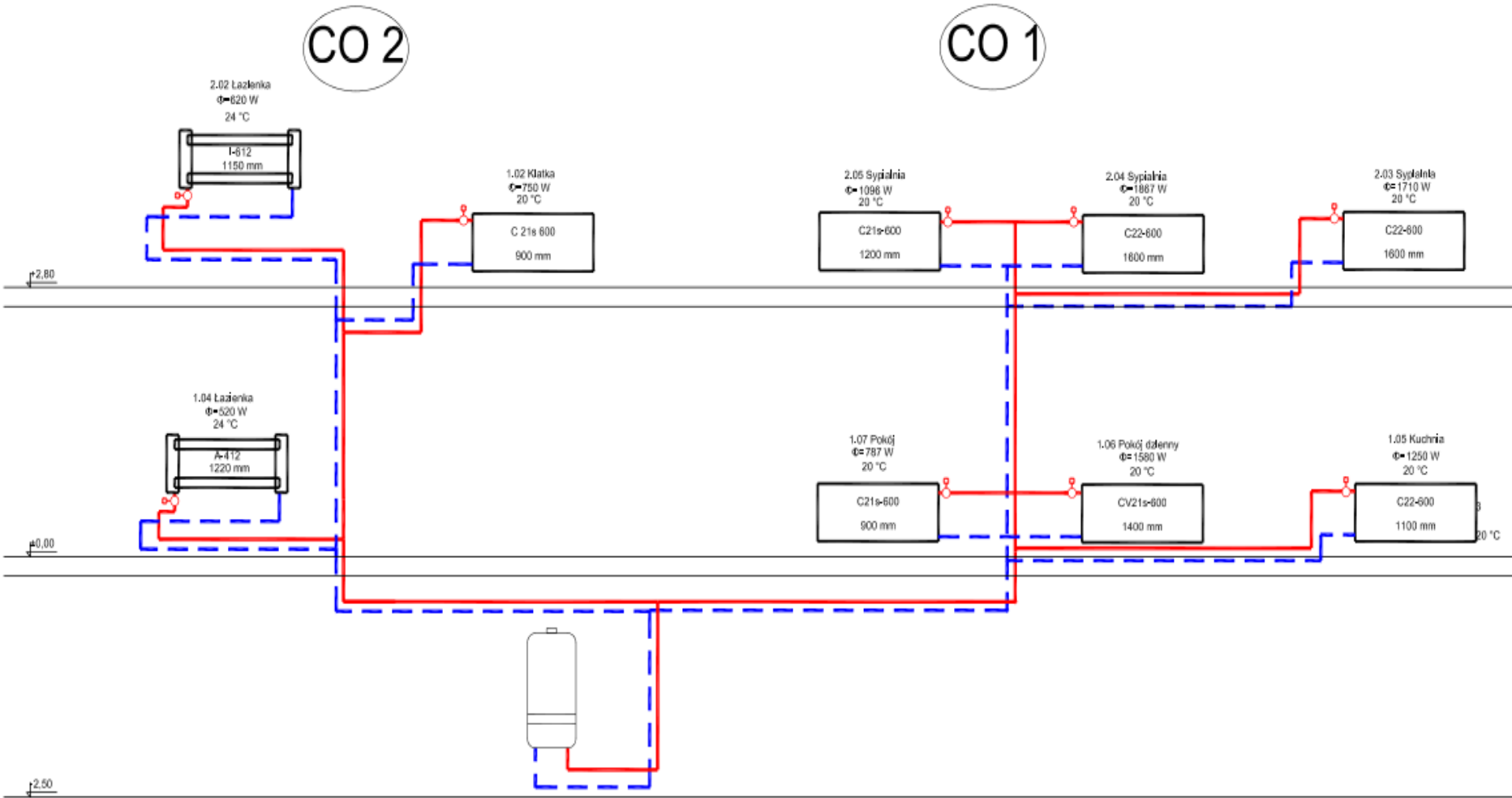
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Rzut
piętra



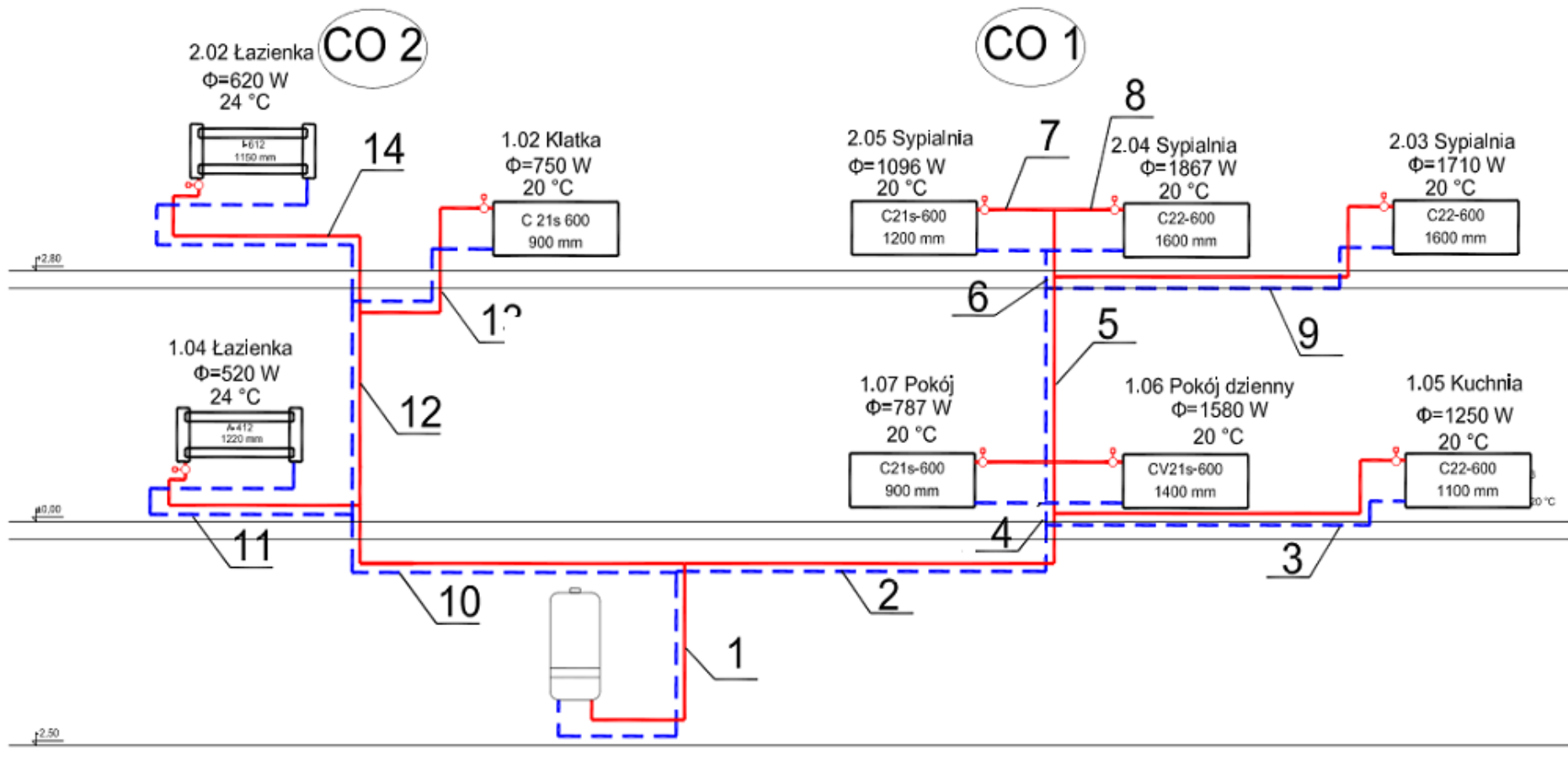
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Rozwinięcie instalacji



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dzielimy instalację na działki obliczeniowe

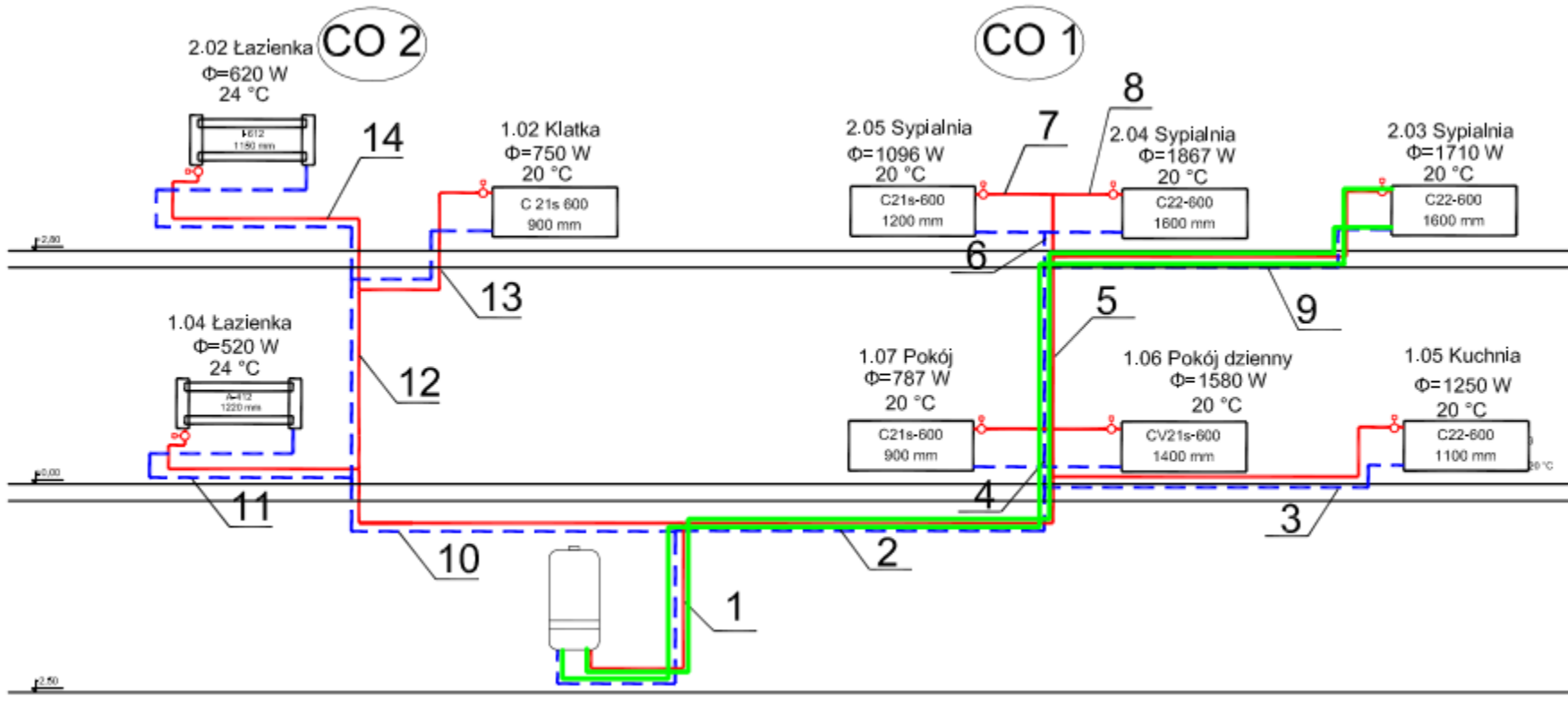


Określenie obiegu najbardziej niekorzystnego – w instalacji pompowej obieg najdalej, najwyżej i najbardziej obciążony.

W naszej instalacji obieg najbardziej obciążony to obieg do grzejnika w sypialni – pomieszczenie 2.03.

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Określenie obiegu najbardziej niekorzystnego



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Obliczenie strumieni przepływu działek w obiegu najbardziej niekorzystnym

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

Obciążenie cieplne działki, [W]

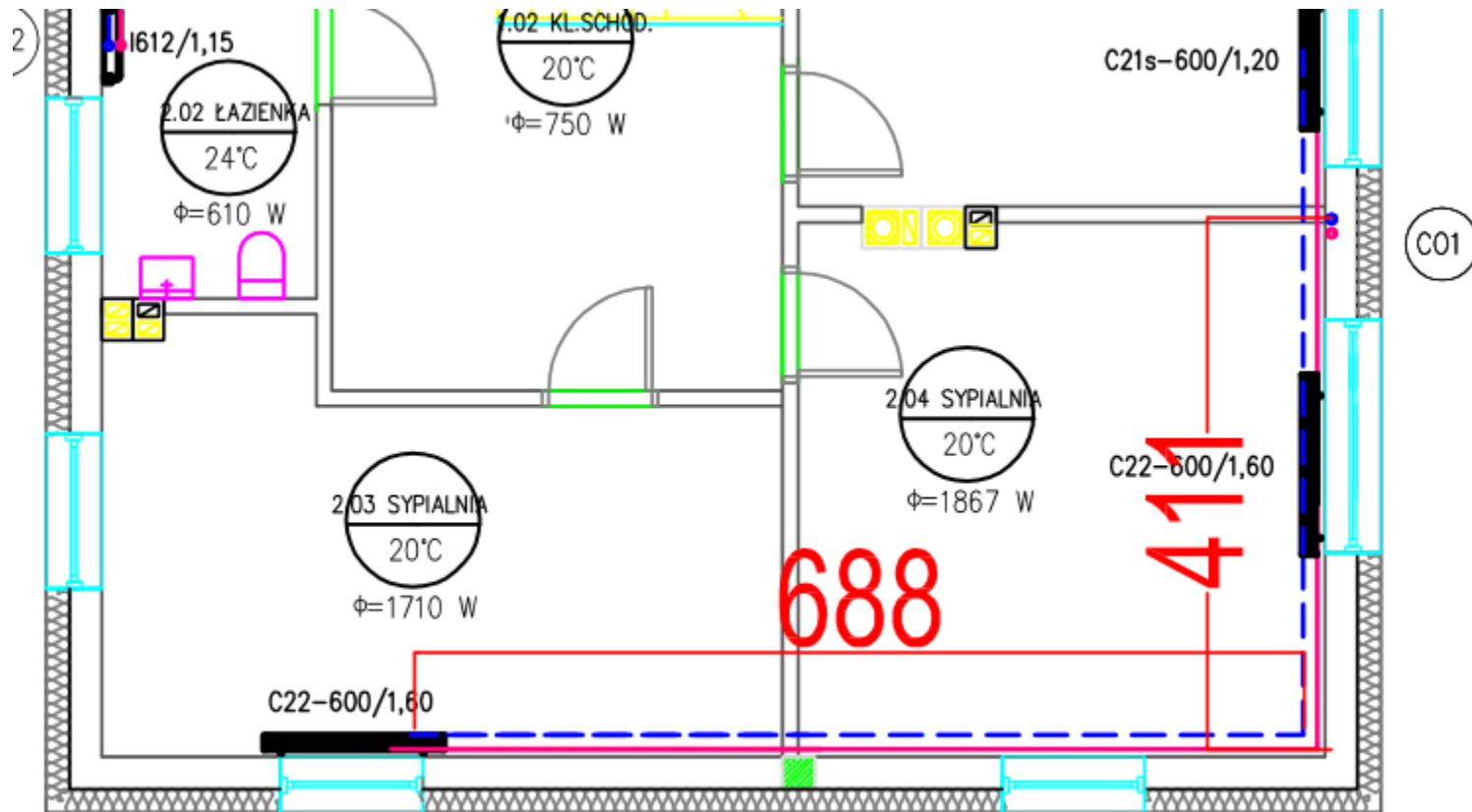
 t_z - temp. czynnika zasilającego c.o.
 t_p - temp. czynnika powrotnego c.o.

Ciepło właściwe wody, 4190 [J/kgK]

$m_1 = 10180 \text{ W} / 4190 * (70-50) = 0,12 \text{ kg/s}$	$V = 432 \text{ dm}^3/\text{h}$
$m_2 = 8290 \text{ W} / 4190 * (70-50) = 0,09 \text{ kg/s}$	$V = 324 \text{ dm}^3/\text{h}$
$m_4 = 7040 \text{ W} / 4190 * (70-50) = 0,084 \text{ kg/s}$	$V = 302 \text{ dm}^3/\text{h}$
$m_5 = 4673 \text{ W} / 4190 * (70-50) = 0,056 \text{ kg/s}$	$V = 201 \text{ dm}^3/\text{h}$
$m_9 = 1710 \text{ W} / 4190 * (70-50) = 0,02 \text{ kg/s}$	$V = 73 \text{ dm}^3/\text{h}$

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – obliczenia hydrauliczne



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – obliczenia hydrauliczne

Nr dz	ϕ – obciążenie cieplne [W]	m – strumień ciepła [kg/s]	l [m]	d [mm]	w prędkość [m/s]	R Opór jednostkowy [Pa/m]	R*I Straty ciśnienia liniowe [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]
1	10 180	0,12	3x2=6							
2	8 290	0,09	4x2=8							
4	7040	0,084	0,5x2=1,0							
5	4673	0,056	2,8x2=5,6							
9	1710	0,02	11x2=22							

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – działka nr 1

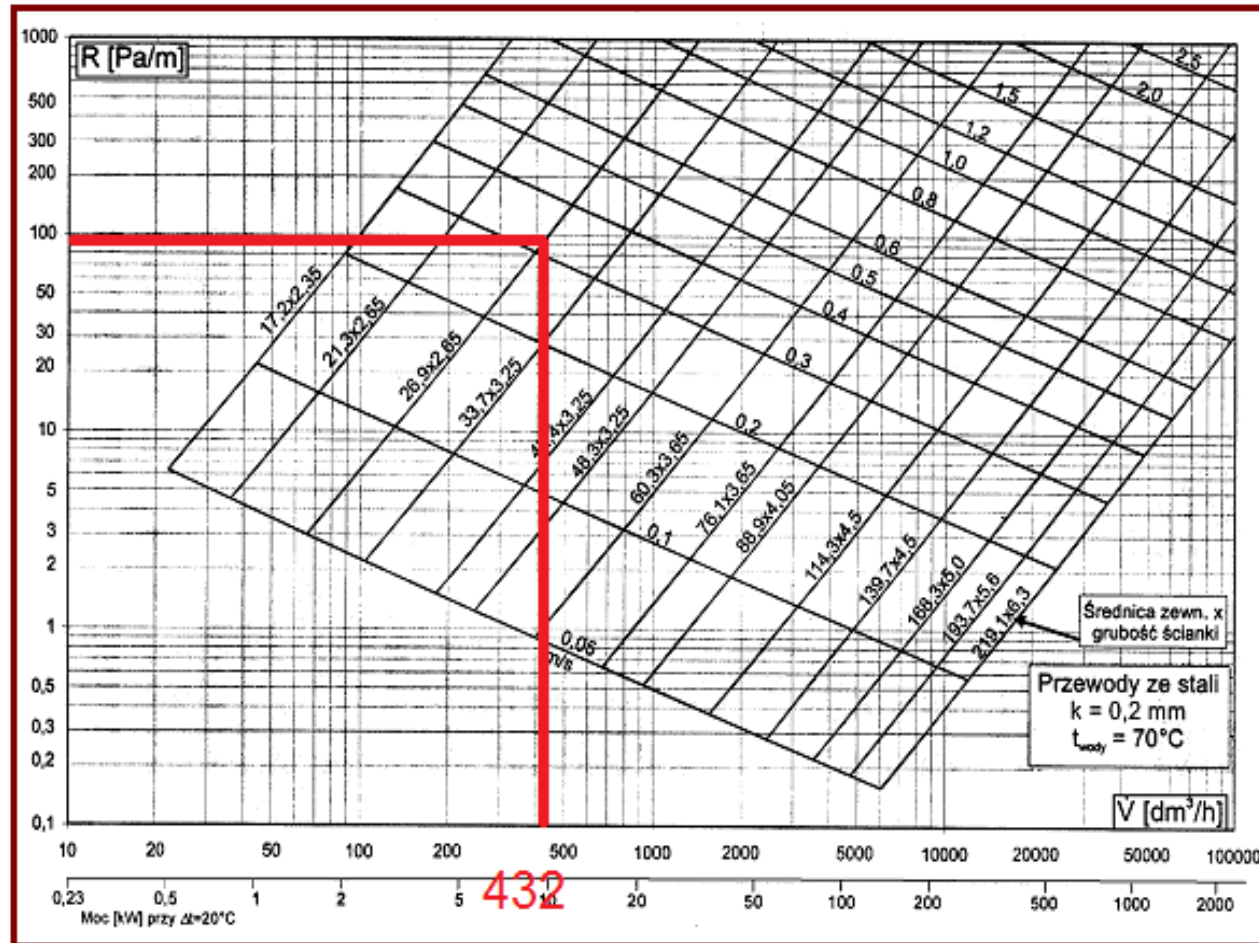
Dla $V = 432 \text{ dm}^3/\text{h}$

$R = 95 \text{ Pa/m}$

$d = 20 \text{ mm}$

$w = 0,33 \text{ m/s}$

95



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – działka nr 2

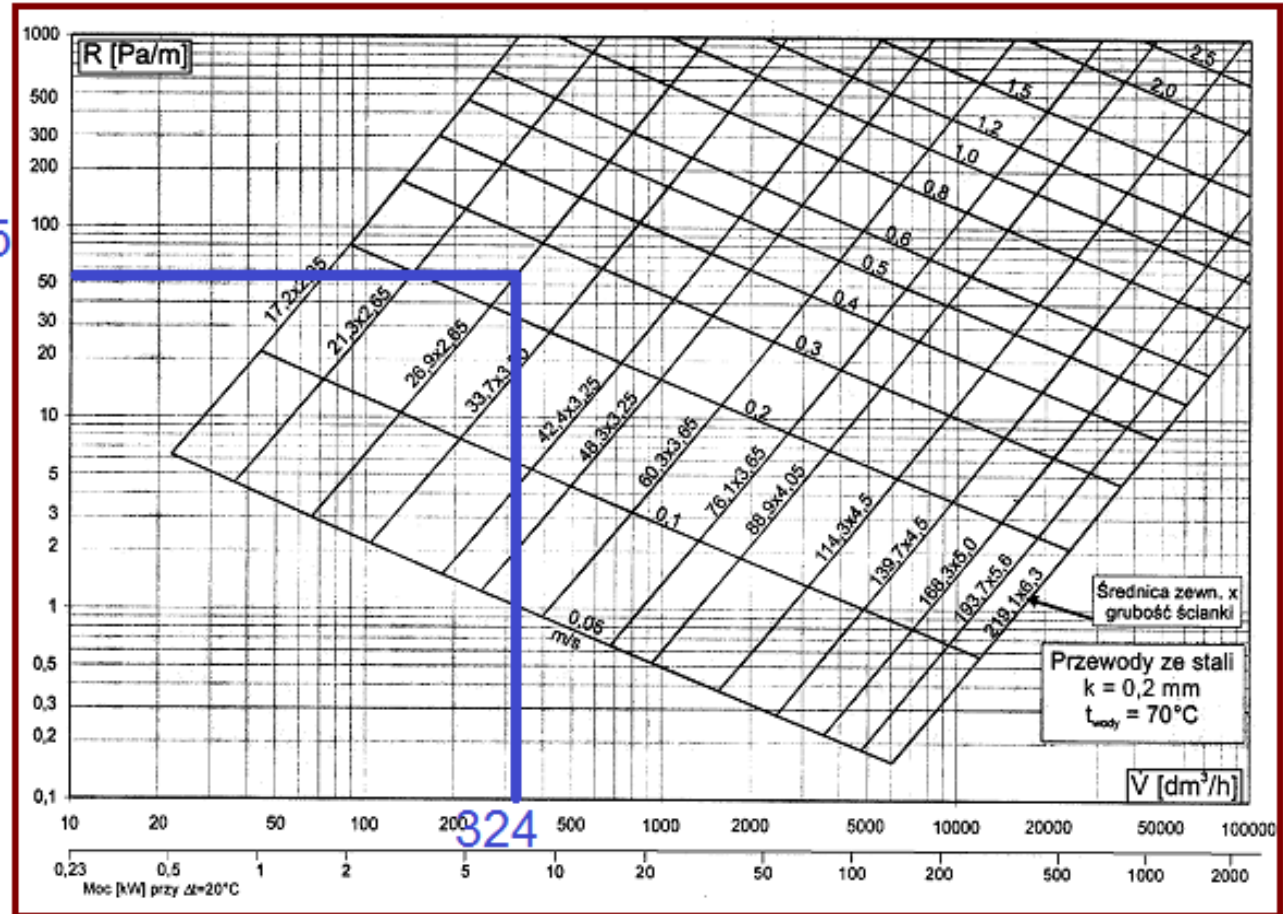
Dla $V = 324 \text{ dm}^3/\text{h}$

$R = 55 \text{ Pa/m}$

$d = 20 \text{ mm}$

$w = 0,25 \text{ m/s}$

55



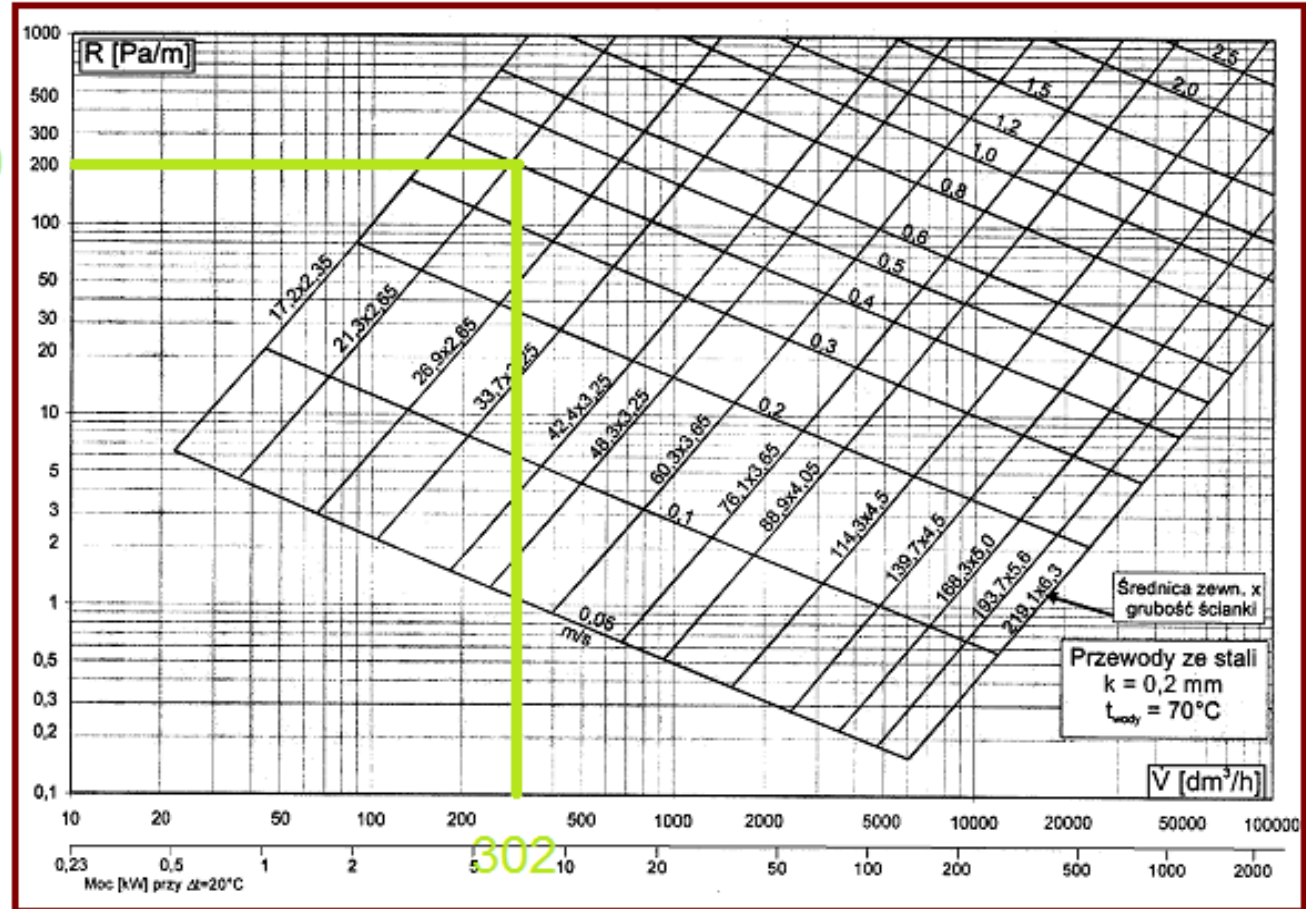
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – działka nr 4

Dla $V = 302 \text{ dm}^3/\text{h}$

$R = 200 \text{ Pa/m}$
 $d = 15 \text{ mm}$
 $w = 0,40 \text{ m/s}$

200



302

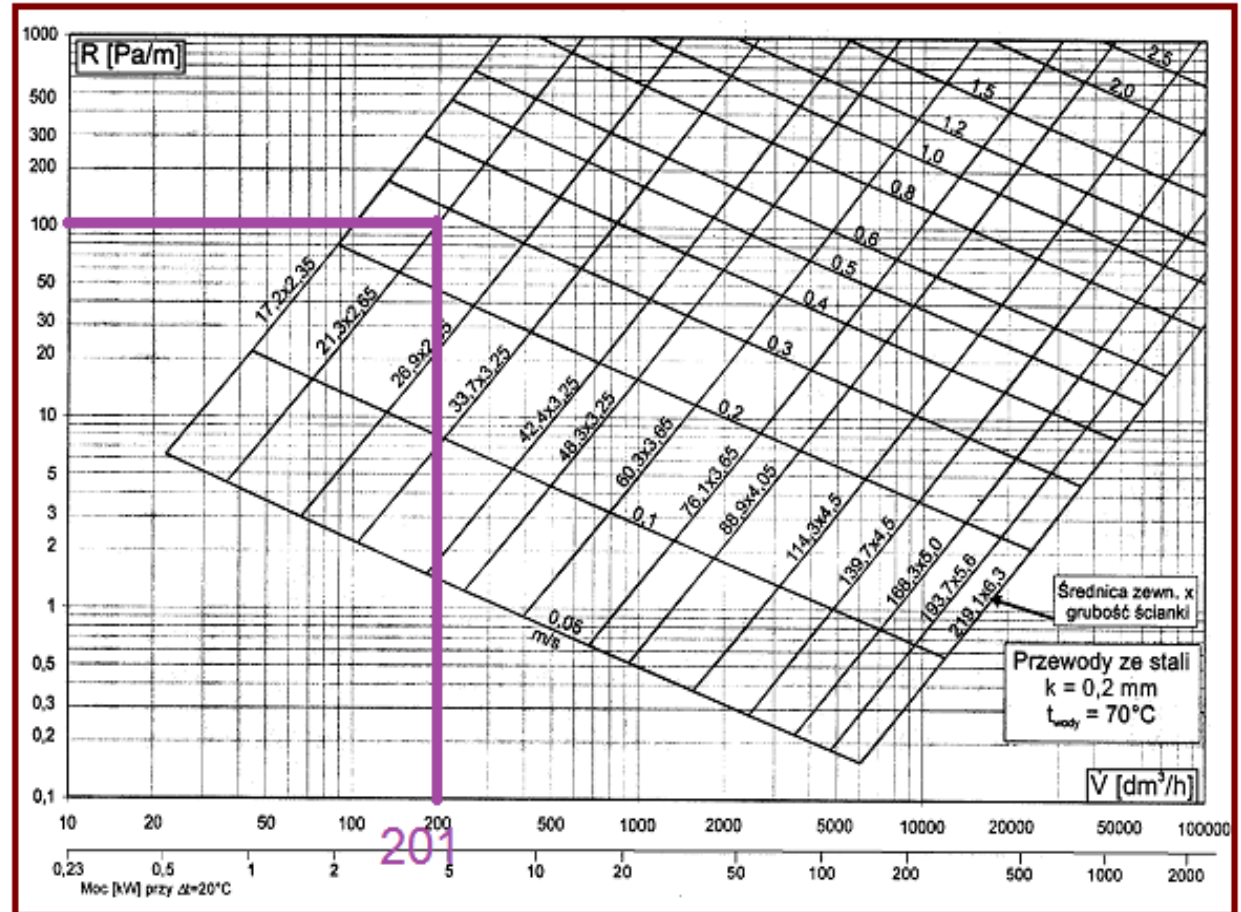
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – działka nr 5

Dla $V = 201 \text{ dm}^3/\text{h}$

$R = 105 \text{ Pa/m}$
 $d = 15 \text{ mm}$
 $w = 0,28 \text{ m/s}$

105



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – działka nr 9

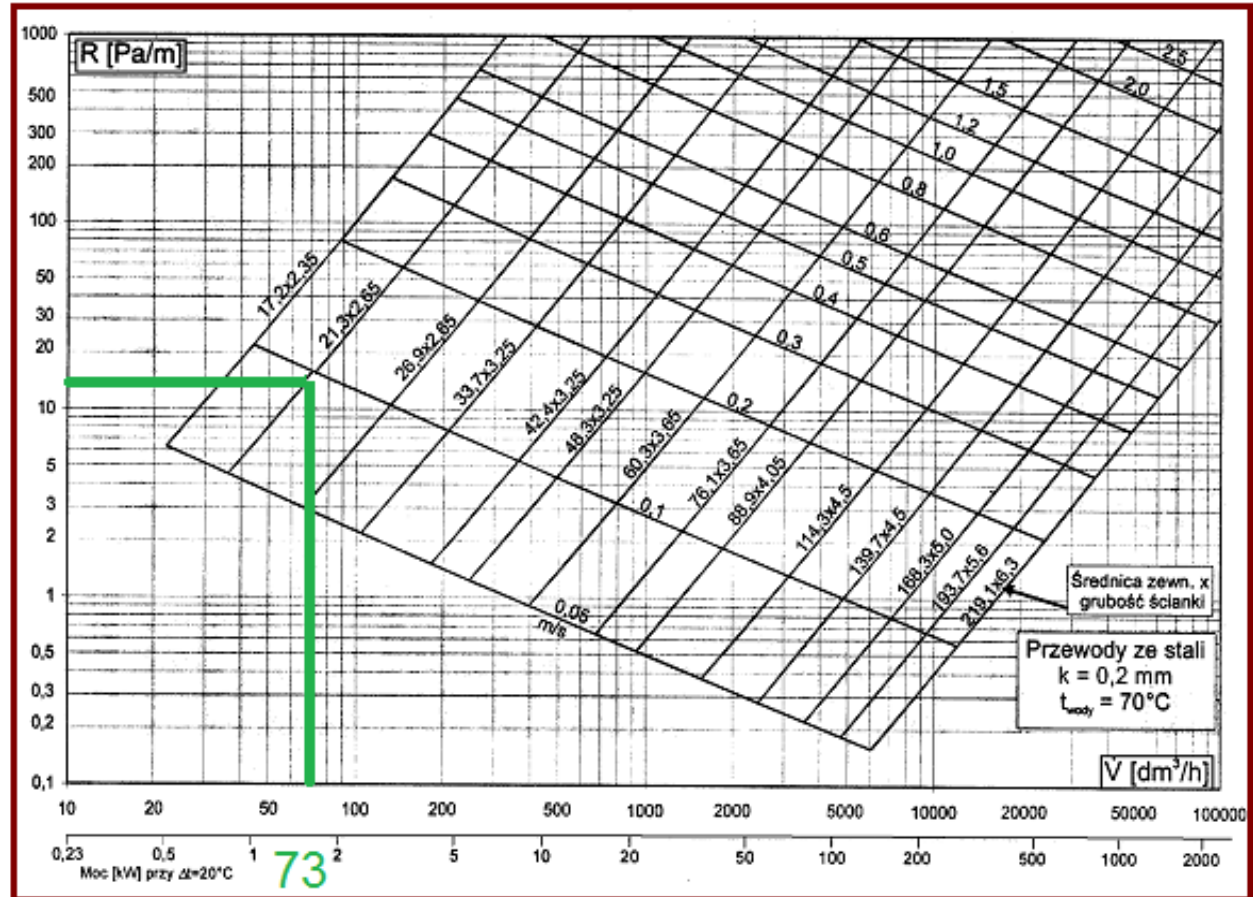
Dla $V = 73 \text{ dm}^3/\text{h}$

$R = 14 \text{ Pa/m}$

$d = 15 \text{ mm}$

$w = 0,09 \text{ m/s}$

14



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Dobór średnic – obliczenia hydrauliczne

N r d z.	ϕ – obciążenie cieplne [W]	m – strumień ciepła [kg/s]	l [m]	d [mm]	w prędkość [m/s]	R Opór jednostk owy [Pa/m]	R*I Straty ciśnieni a liniowe [Pa]	Σ ξ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]
1	10 180	0,12	3x2= 6	20	0,33	95	570			
2	8 290	0,09	4x2= 8	20	0,25	55	440			
4	7040	0,084	0,5x2 =1,0	15	0,40	200	200			
5	4673	0,056	2,8x2 =5,6	15	0,28	105	588			
9	1710	0,02	11x2 =22	15	0,09	14	308			

Współczynniki oporów miejscowych z tabeli dla rur stalowych

Działka nr 1

kocioł $\xi = 2,5$

4xkolano $\xi = 4 \times 0,5 = 2,0$

zawór odcinający $\times 2 = 2 \times 12 = 24$

$\Sigma \xi = 28,5$

Działka nr 2

trójnik przeciwprąd zasilanie $\xi = 3,0$

trójnik przeciwprąd powrót $\xi = 3,0$

6xkolano $\xi = 6 \times 0,5 = 3,0$

$\Sigma \xi = 9,0$

Działka nr 4

Trójnik przelot zasilanie - $\xi = 0,5$

Trójnik przelot powrót - $\xi = 0,5$

$\Sigma \xi = 1,0$

Działka nr 5

Trójnik przelot zasilanie $\times 2 - \xi = 2 \times 0,5 = 1$

Trójnik przelot powrót $\times 2 - \xi = 2 \times 0,5 = 1$

$\Sigma \xi = 2,0$

Działka nr 9

grzejnik płytowy $\xi = 6,5$

3xkolano $\xi = 3 \times 0,5 = 1,5$

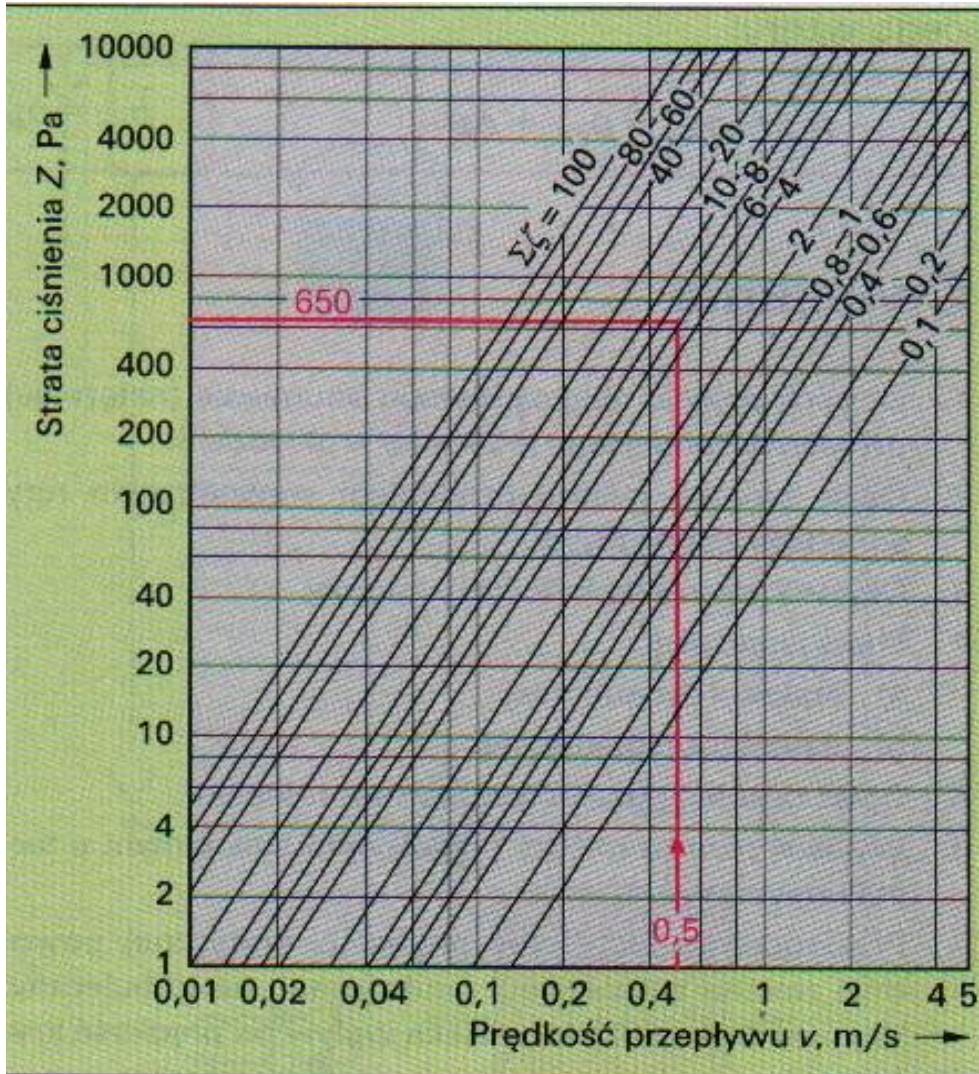
trójnik – odgałęzienie zasilanie $\xi = 1,5$

trójnik – odgałęzienie powrót $\xi = 1,0$

$\Sigma \xi = 10,5$

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Opory miejscowe Z z nomogramu



Działka nr 1
 $\Sigma \xi = 28,5$, $w = 0,33$ m/s

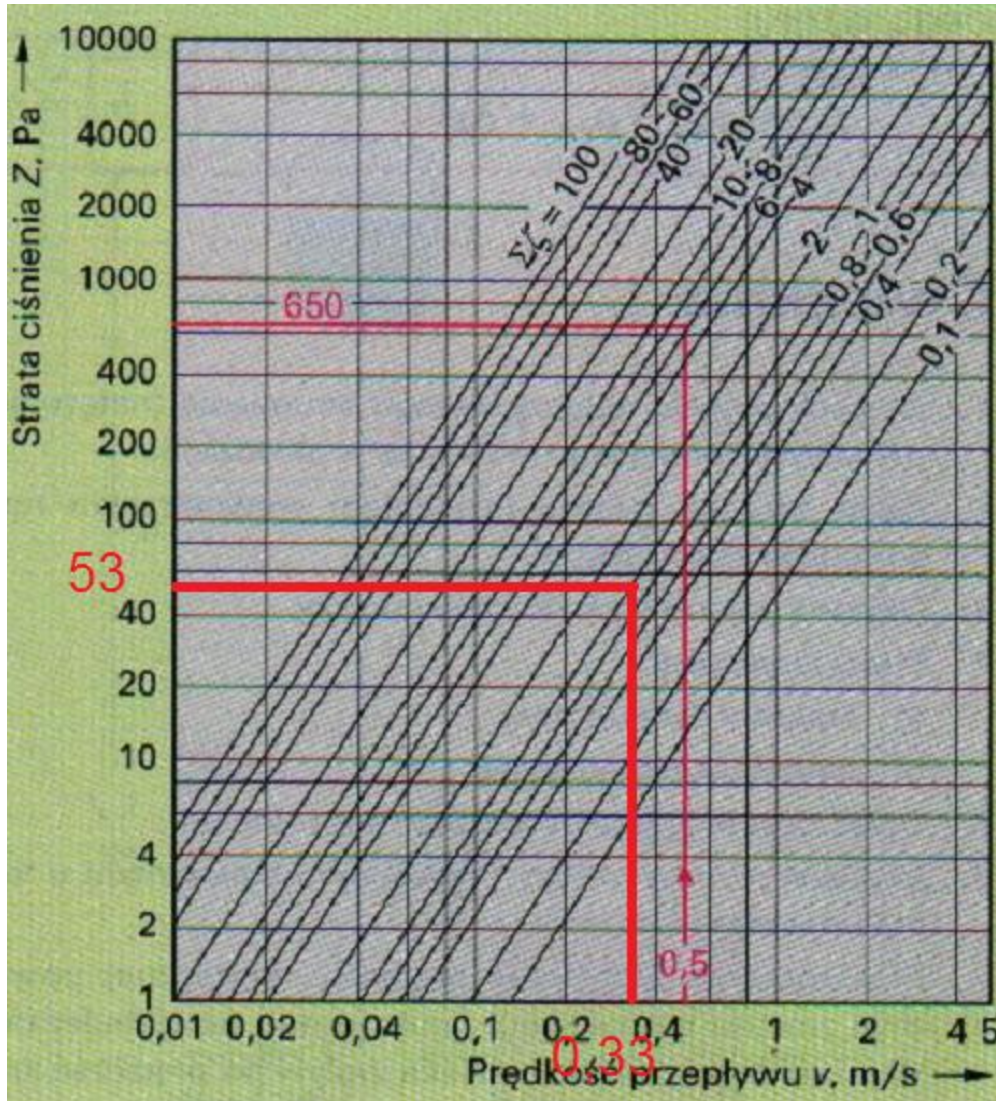
Działka nr 2
 $\Sigma \xi = 9,0$ $w = 0,25$ m/s

Działka nr 4
 $\Sigma \xi = 1,0$, $w = 0,4$ m/s

Działka nr 5
 $\Sigma \xi = 2,0$, $w = 0,28$ m/s

Działka nr 9
 $\Sigma \xi = 10,5$, $w = 0,09$ m/s

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



Działka nr 1

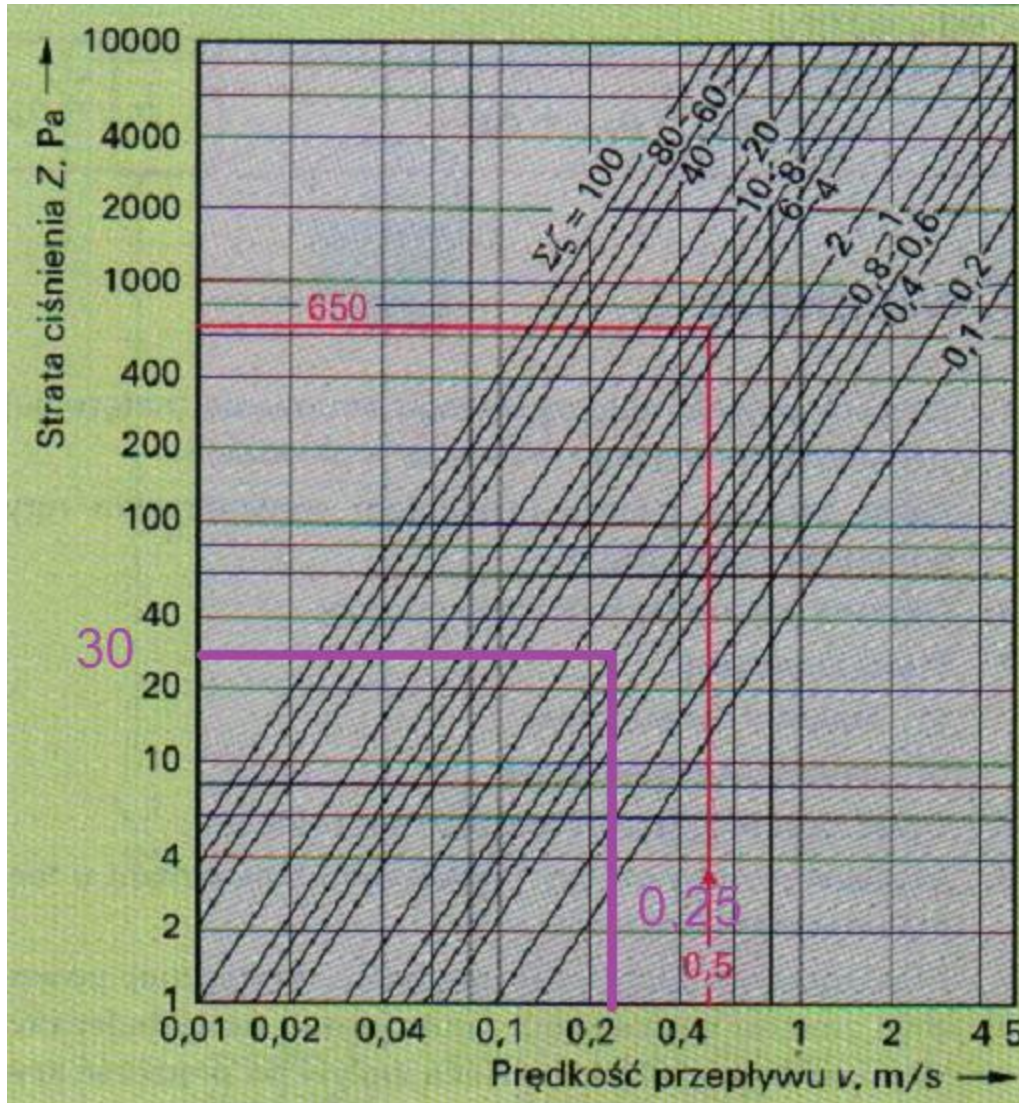
$\Sigma \xi = 28,5$, $w = 0,33$ m/s

Dla $\Sigma \xi = 1,0$ $Z = 53$ Pa

Dla $\Sigma \xi = 28,5$

$Z = 28,5 \times 53 = 1510$ Pa

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



Działka nr 2

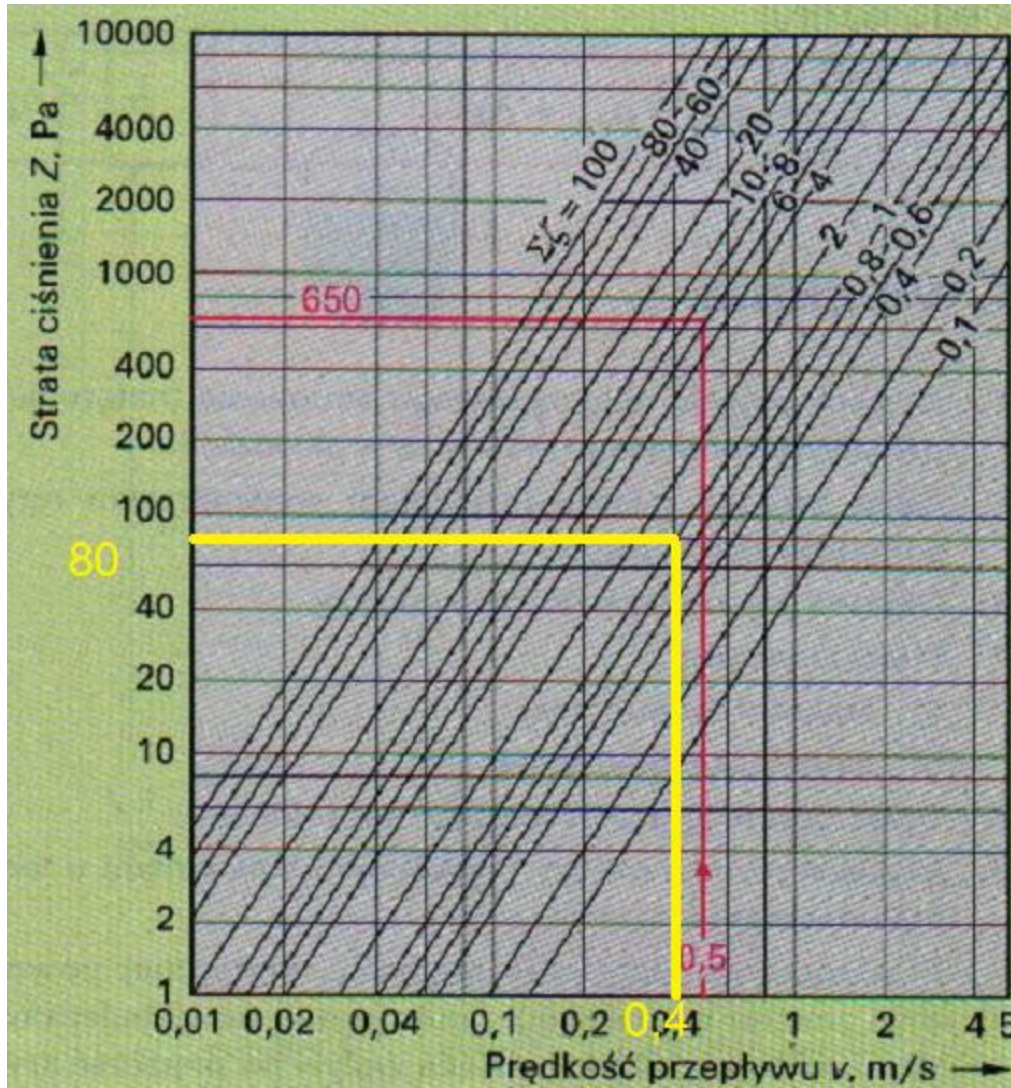
$\Sigma \xi = 9,0$ $w = 0,25$ m/s

Dla $\Sigma \xi = 1,0$ $Z = 30$ Pa

Dla $\Sigma \xi = 9,0$

$Z = 9 \times 30 = 270$ Pa

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



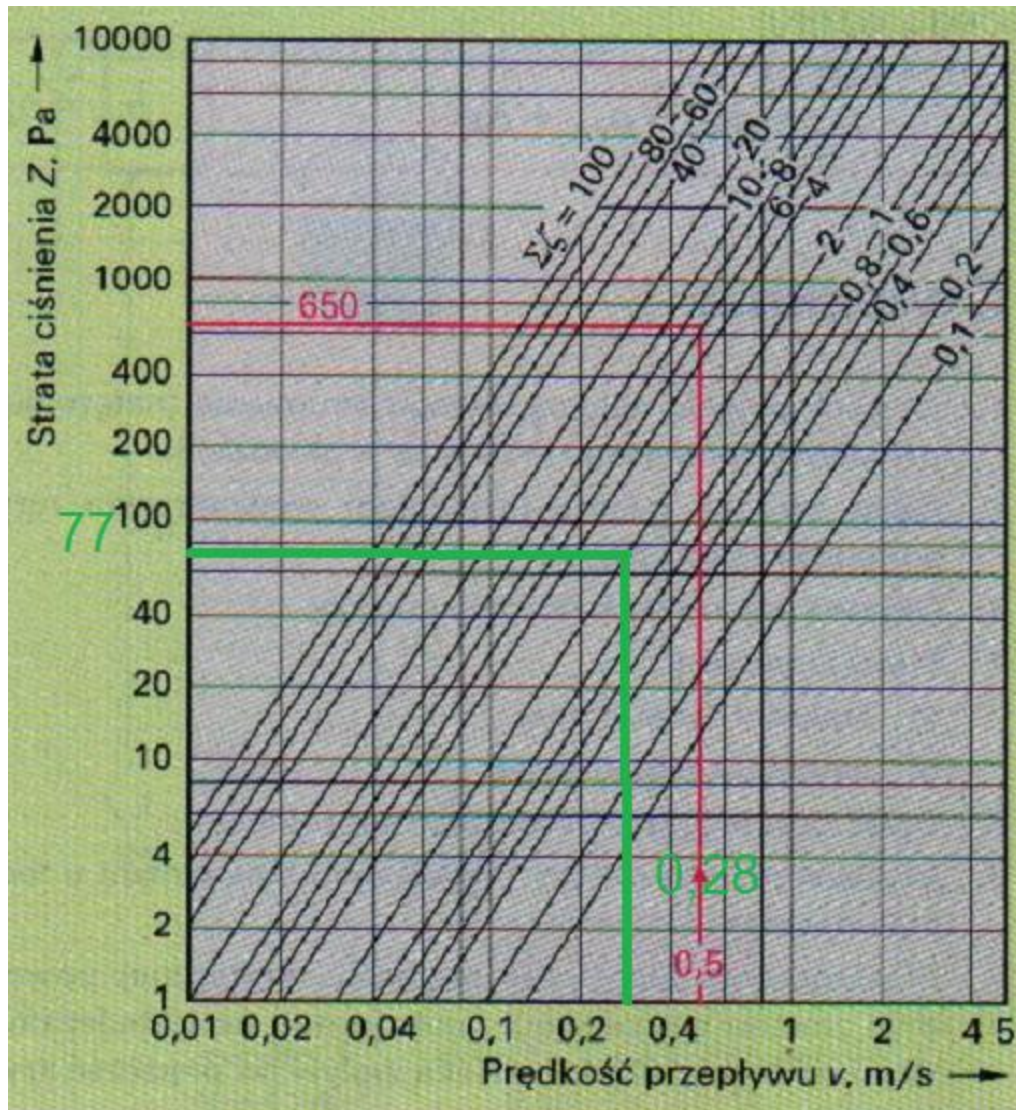
Działka nr 4

$\Sigma \xi = 1,0$, $w = 0,4$ m/s

Dla $\Sigma \xi = 1,0$

$Z = 80$ Pa

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



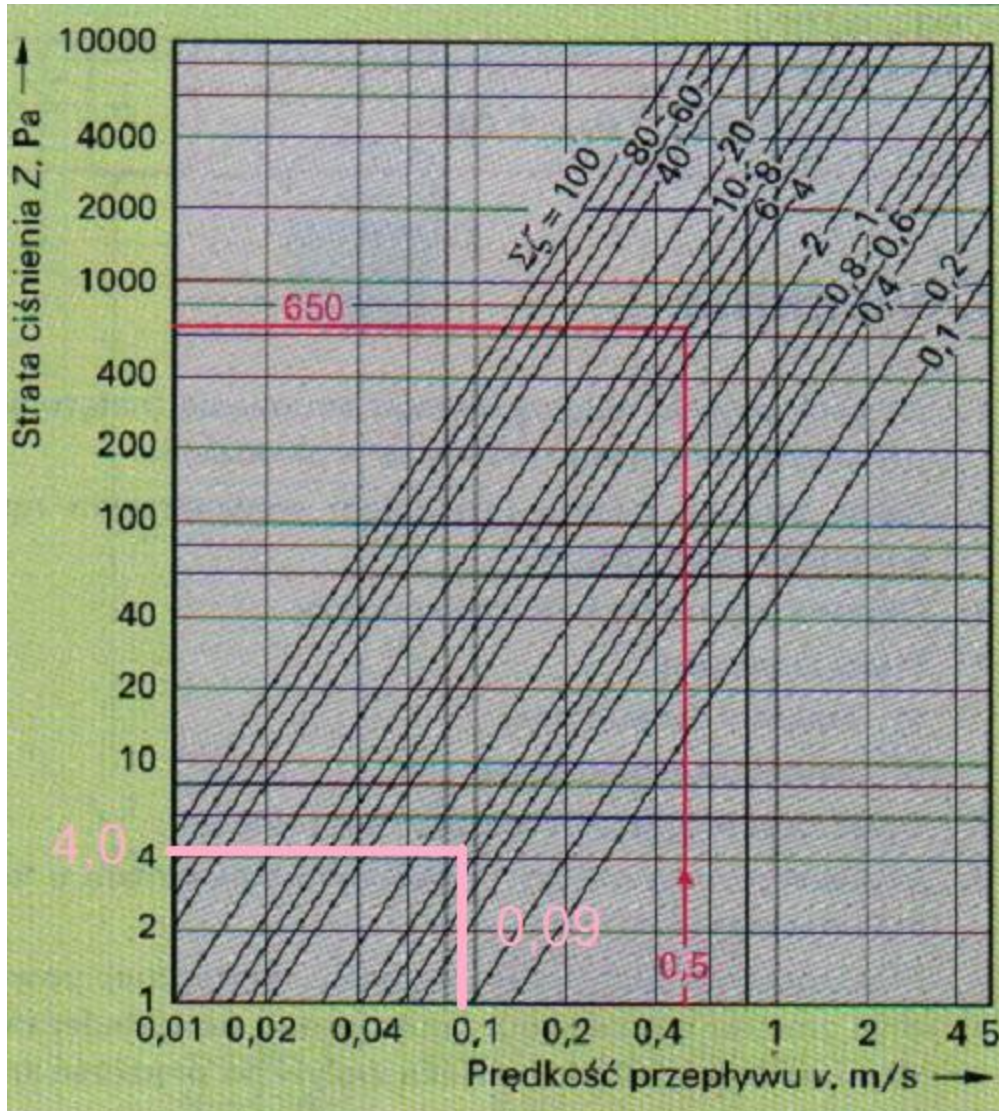
Działka nr 5

$\Sigma \xi = 2,0$, $w = 0,28$ m/s

Dla $\Sigma \xi = 2,0$

$Z = 77$ Pa

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej



Działka nr 9

$\Sigma \xi = 10,5$, $w = 0,09$ m/s

Dla $\Sigma \xi = 1,0$ $Z = 4,0$ Pa

Dla $\Sigma \xi = 10,5$

$Z = 10,5 \times 4,0$

$= 42,0$ Pa

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Nr dz	ϕ – obciążenie cieplne [W]	m – strumień ciepła [kg/s]	l [m]	d [mm]	w prędkość [m/s]	R Opór jednostkowy [Pa/m]	R*I Straty ciśnienia liniowe [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	R*I + Z [Pa]
1	10 180	0,12	3x2=6	20	0,33	170	570	28,5	1510	2080
2	8 290	0,09	4x2=8	20	0,25	55	440	9,0	270	710
4	7040	0,084	0,5x2=1,0	15	0,40	200	200	1,0	80	280
5	4673	0,056	2,8x2=5,6	15	0,28	105	588	2,0	77	665
9	1710	0,02	11x2=22	15	0,09	14	308	10,5	42	350

$$\Sigma R \times L + Z = 4085 \text{ Pa}$$

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Obliczenie ciśnienia czynnego grawitacyjnego $\Delta p_{cz} = h \cdot g(\rho_p - \rho_z)$

$$\Delta p_{cz} \text{ gr} = h \cdot g(\rho_p - \rho_z) = 5,6 \cdot 9,81 (988,07 - 977,81) = 564 \text{ Pa}$$

$$\rho_p \text{ dla } 50 \text{ stC} = 988,07 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_z \text{ dla } 70 \text{ stC} = 977,81 \text{ kg/m}^3$$

Strata ciśnienia w obiegu najbardziej niekorzystnym

$$\Delta p_{ob} = \sum R \cdot L + Z = 4085 \text{ Pa}$$

Gęstość wody w zależności od jej temperatury

t, °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
ρ , kg/m ³	999,73	998,23	995,67	992,24	988,07	983,24	977,81	971,83	965,34	961,29	958,40

Ciśnienie dyspozycyjne wytworzone przez pompę w instalacji określamy wg zależności

$$\Delta p_{\text{dysp}} = \Delta p_p = [\sum (RI + Z)_i - 0,7 \Delta p_{\text{cz gr}}] + \Delta p_z$$

Δp_z – strata ciśnienia na zaworze termostatycznym całkowicie otwartym, [Pa].

$$\Delta p_{\text{dysp}} = \Delta p_p = [4085 - 0,7 (564)] + \Delta p_z$$

Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Arkusz informacyjny

Zawory typu RA-N z nastawą wstępną i nypem samouszczelniającym

Zamawianie i dane techniczne

Zawory RA-N w wykonaniu standardowym

Typ	Wersja	Przyłącze: ISO 7-1		Nastawa wstępna										Max. ciśnienie		Ciśnienie próbne	Max. temp. wody	Numer katalogowy
		Włot	Włot	Wartość - $k_v^{1)}$										robocze	różni- cowe ²⁾			
		R _p	R	1	2	3	4	5	6	7	N	N	bar	bar	bar			
RA-N 15	Kątowy Prosty	1/2	1/2	0,04	0,09	0,16	0,25	0,36	0,43	0,52	0,73	0,90	10	0,6	16	120	013G3913 013G3914	

Znając współczynnik przepływu k_v , straty ciśnienia oblicza się w następujący sposób:

$$\Delta p = 100\,000 \cdot \left(\frac{Q}{k_v} \right)^2, \text{ Pa}$$

Q – strumień objętościowy, m^3/h ,

k_v – współczynnik przepływu, m^3/h .

$$\Delta p = 100\,000 \cdot \left(\frac{Q}{k_v} \right)^2, \text{ Pa}$$

$$\Delta p_z = 100\,000 (0,073/0,90)^2 = 657 \text{ Pa} = 0,657 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{\text{dysp}} = \Delta p_p = [4085 - 0,7 (564)] + 657 = 4347 \text{ Pa} = 4,35 \text{ kPa}$$

Musimy dobrać pompę na wydajność

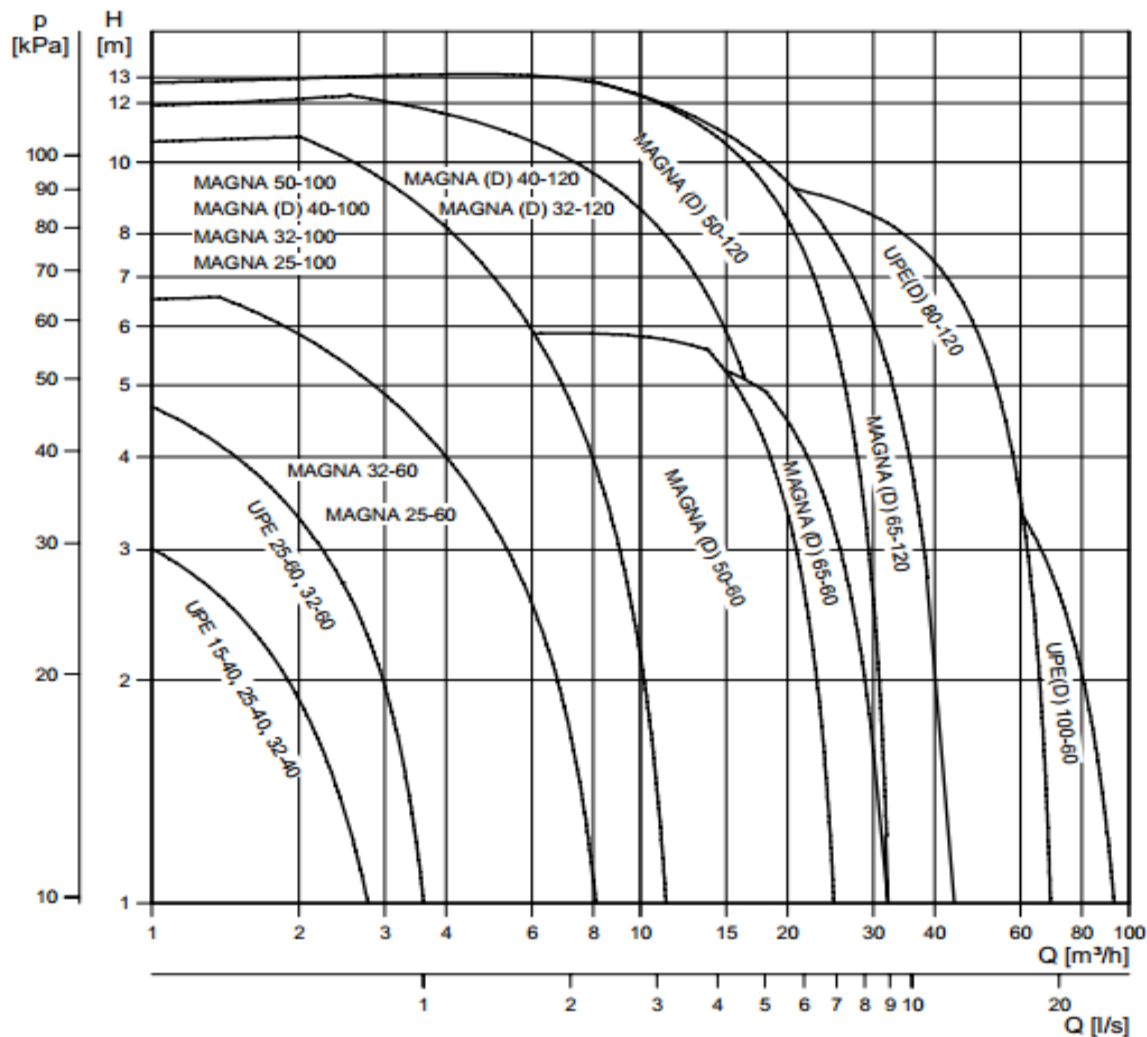
$$m = 432 \text{ dm}^3/\text{h} = 0,432 \text{ m}^3/\text{h}$$

i wysokości podnoszenia z uwzględnieniem starty w źródle ok. 5 kPa

$$H = 0,44 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 0,94 \text{ m}$$

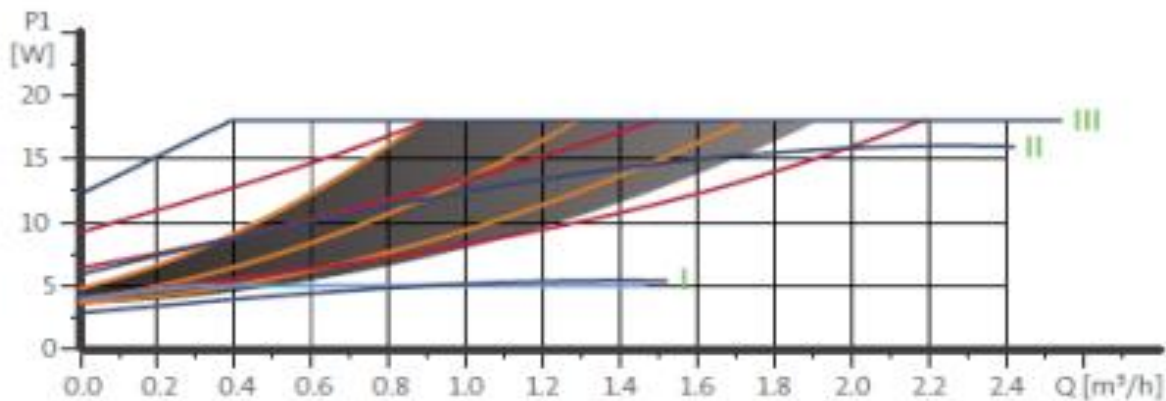
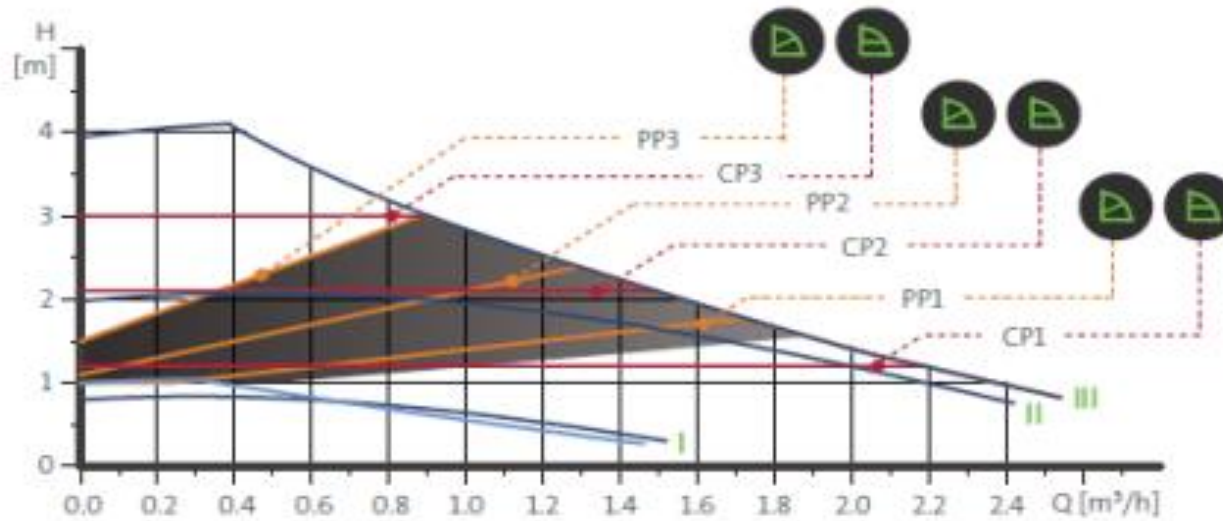
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

Performance range, MAGNA (D) and UPE(D)



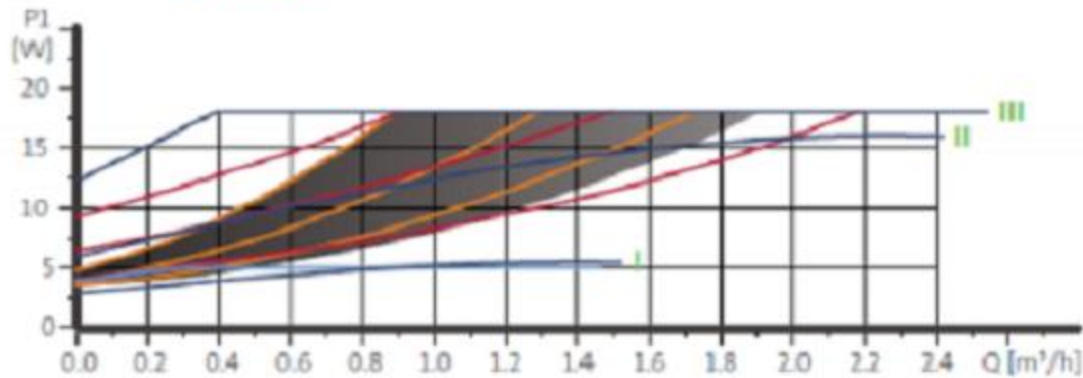
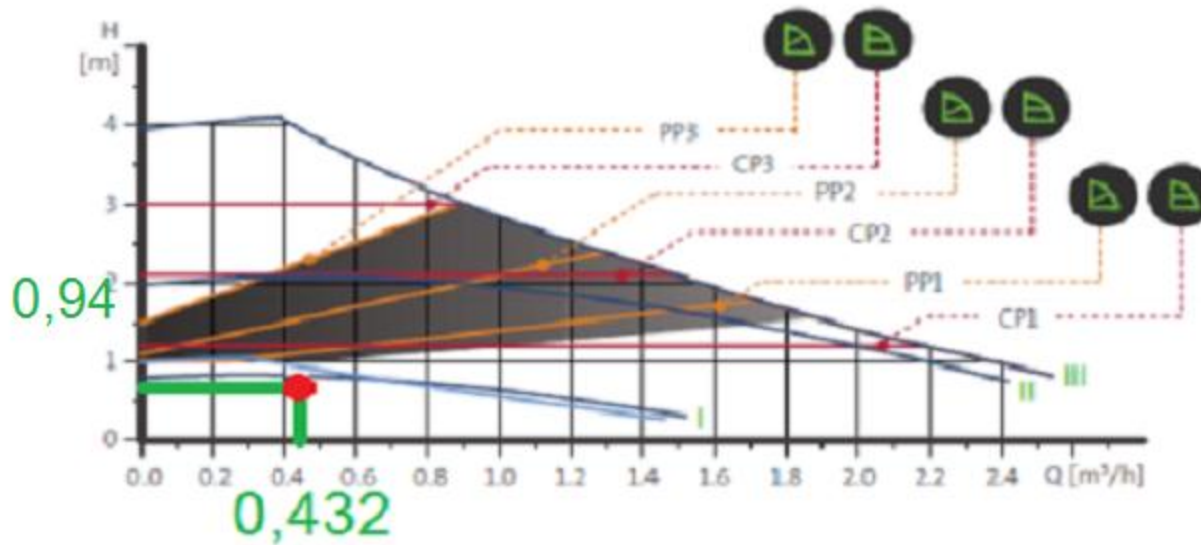
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

ALPHA2 25-40 (N)



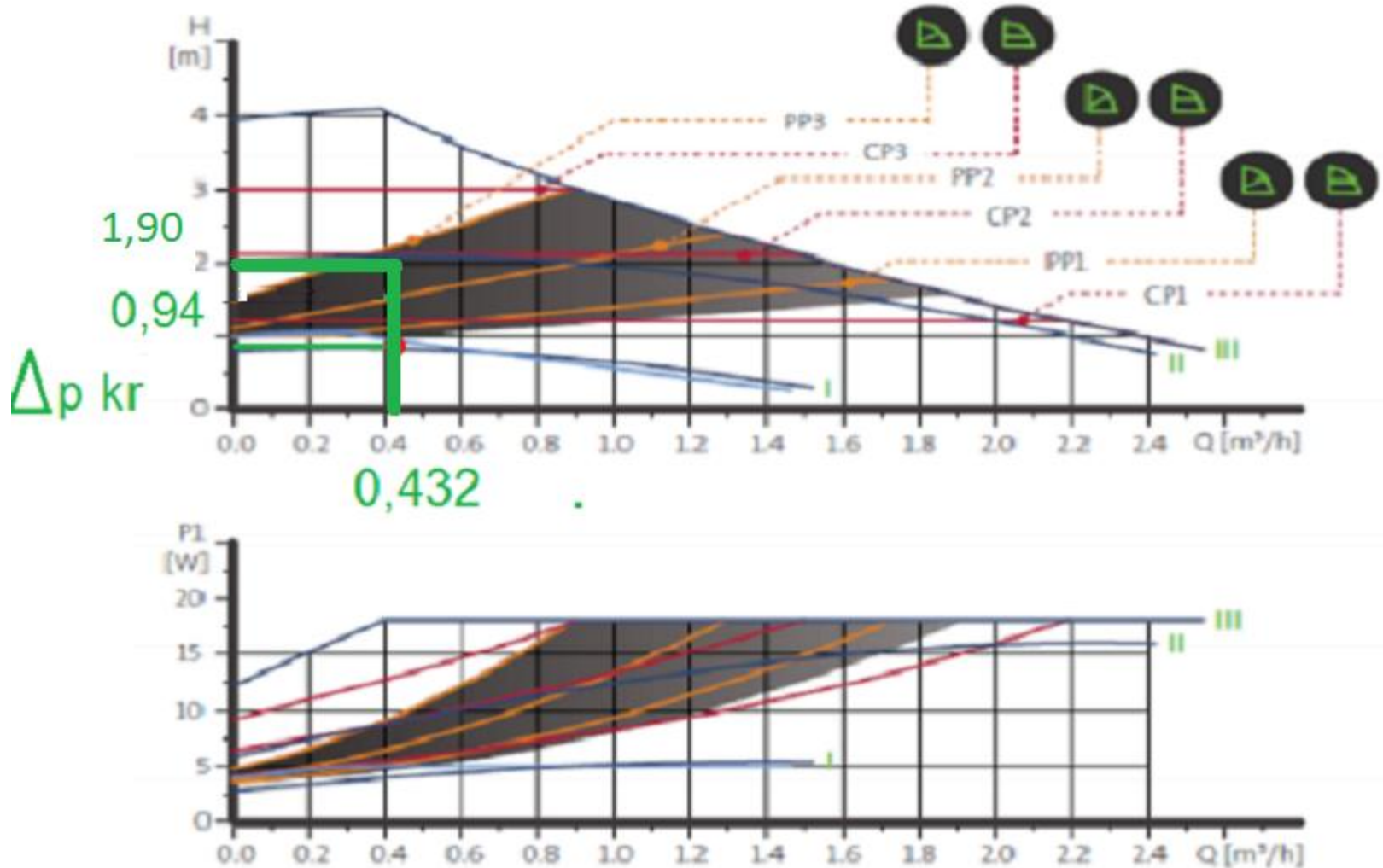
Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

ALPHA2 25-40 (N)



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

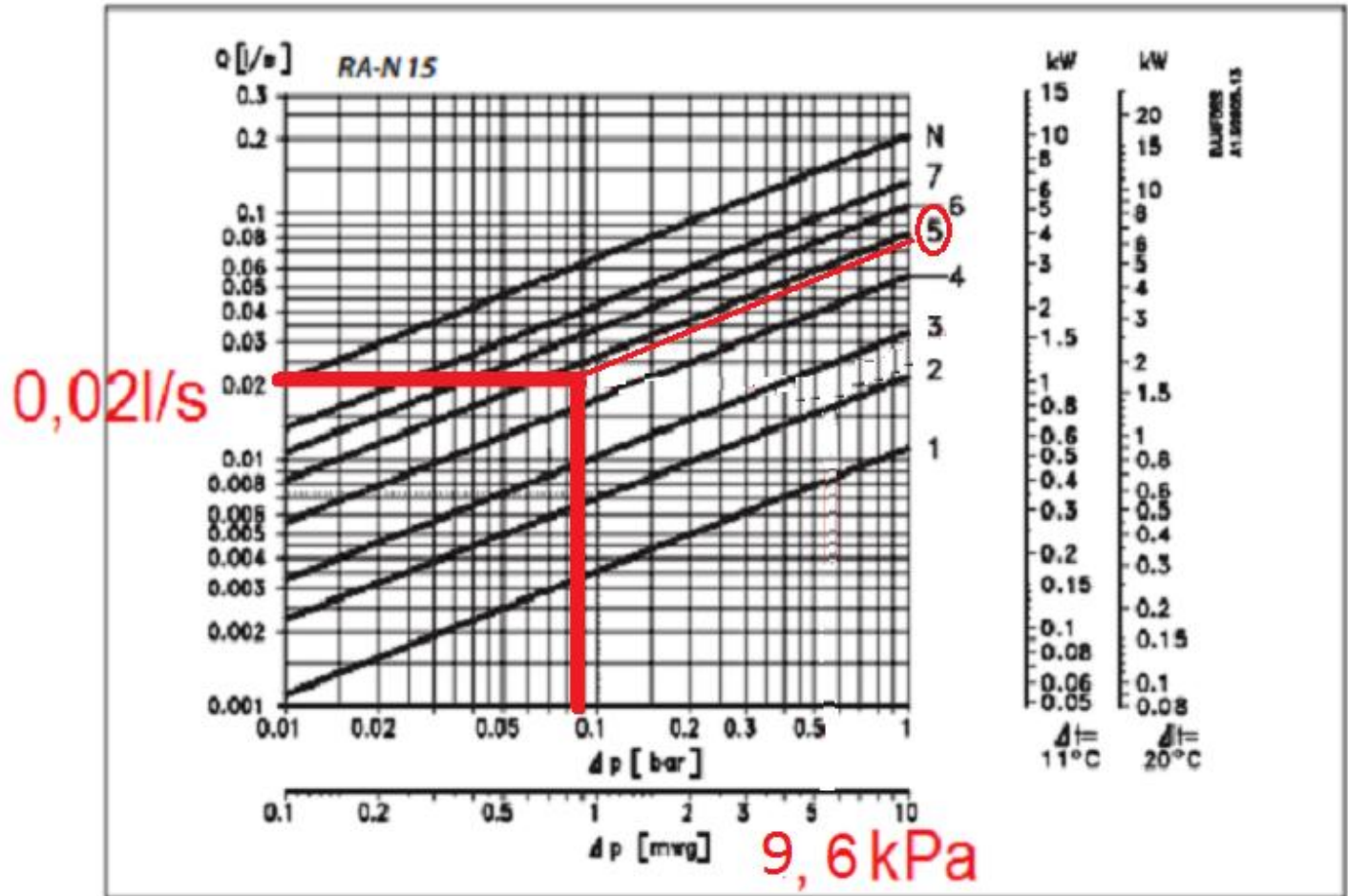
ALPHA2 25-40 (N)



Projektowanie instalacji grzewczej pompowej

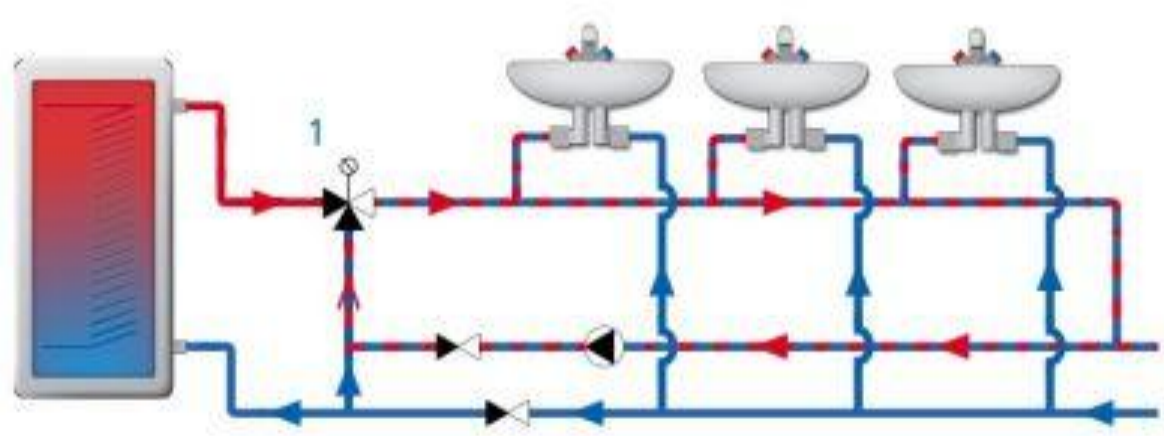
$\Delta p_{kryz} = 1,9 - 0,94 \text{ m} = 0,96 \text{ m} = 9,6 \text{ kPa}$ do zdławienia na zaworze termostatycznym

$q = 73 \text{ dm}^3/\text{h}$
 $= 0,02 \text{ l/s}$



Dobieramy wkładkę zaworową RA-N Dn 15 i nastawę 5 i głowicę gazową

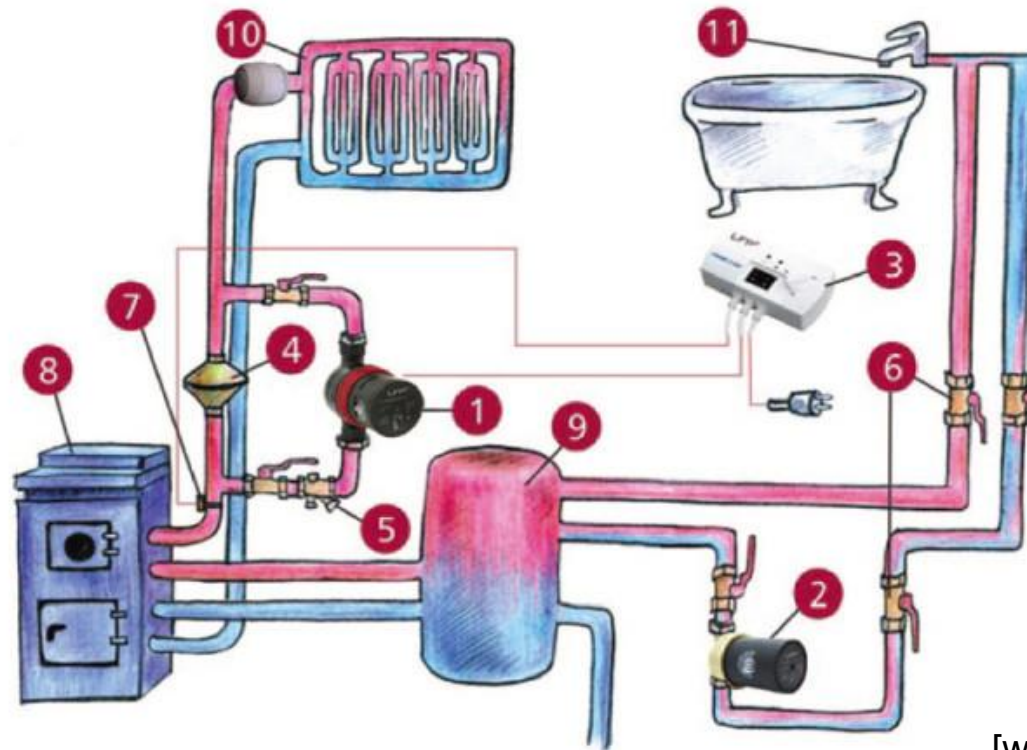
Obliczanie instalacji cyrkulacji



[www.afriso.pl]

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Instalacja cyrkulacji zapewnia stały obieg wody w instalacji ciepłej wody i działa w przypadku braku rozbioru ciepłej wody w budynku.



[www.e-instalacje.pl]

Dwie podstawowe zalety stosowania cyrkulacji c.w.u.:

- ciepła woda dostępna kilka sekund po otwarciu punktu poboru np. kranu
- ciągły ruch wody w instalacji wymuszony pracą pompy, zapobiega rozwojowi bakterii Legionella

Instalację cyrkulacji oblicza się na podstawie strat ciepła w instalacji c.w.u., które determinowane są poprzez różnice temperatur pomiędzy otoczeniem a wodą, oraz rodzajem i grubością izolacji.

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Przewód instalacji ciepłej wody o objętości wewnątrz przewodu powyżej **3 dm³** musi posiadać przewód cyrkulacyjny.

Temperatura obliczeniowa c.w.u nie mniej niż **55°C** i nie więcej niż **60 °C**

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Założenia:

- temperatura wody opuszczającej urządzenie przygotowujące c.w.u

$$t_{cwu} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

- temperatura w punkcie poboru - $t_{min} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

- spadek temperatury c.w.u w instalacji $\Delta t_{min} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

Temperatura otoczenia przewodów:

- dla nieogrzewanych piwnic – $t_o = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

- dla przewodów prowadzonych po wierzchu ścian w mieszkaniach

$$- t_o = 20 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

- dla przewodów prowadzonych w szachtach instalacyjnych – $t_o = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

- dla przewodów prowadzonych w brzdach – $t_o = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$,

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Starty ciepła w poszczególnych odcinkach instalacji oblicza się wg wzoru:

$$Q = \pi D_z K [0,5 (t_p + t_k) - t_o] L (1 - \eta) [W]$$

D_z - średnica zewnętrzna przewodu [m],

K – współczynnik przenikania ciepła [W/m²K],

t_p - temperatura na początku odcinka,

t_k - temperatura na końcu odcinka,

t_o - temperatura otoczenia odcinka,

L - długość odcinka [m],

η – sprawność instalacji $\eta=0,7-0,9$.

Projektowanie instalacji cyrkulacji

materiał	sposób ułożenia przewodu	Wzór [W/m ² K]
Rury miedziane	poziomo	$K = 3,69 * Dz^{-0,15} \Delta t^{0,24}$
	pionowo	$K = 4,45 * \Delta t^{0,27}$
Rury PP PN 20	poziomo	$K = 1,38 * Dz^{-0,43} \Delta t^{0,13}$
	pionowo	$K = 1,72 * Dz^{-0,28} \Delta t^{0,15}$

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Strumień wody cyrkulacyjnej dla całej instalacji:

$$V_c = \Sigma Q / \rho c_w \Delta t_{c.w.u} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Q - suma strat ciepła [kW],

ρ – gęstość wody [kg/m³],

c_w – ciepło właściwe wody ,

$\Delta t_{c.w.u}$ – spadek temperatury c.w.u w instalacji [K],

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Natężenie przepływu cyrkulacyjnego w poszczególnych pionach, wyznaczane metodą punktów węzłowych:

$$V_o = V_c \left[\frac{Q_o}{Q_o + Q_p} \right] \text{ [dm}^3\text{/s]}$$

V_o – objętościowy strumień obliczeniowy w pionie cyrkulacyjnym [dm³/s],

V_c – obliczeniowy całkowity strumień objętościowy wody wypływającej z podgrzewacza c.w.u do instalacji [dm³/s],

Q_o – obliczeniowa strata ciepła w pionie cyrkulacyjnym [W]

Q_p – obliczeniowa strata ciepła w pozostałej części instalacji za węzłem [W]

Na podstawie obliczonych przepływów wody w poszczególnych działkach dokonuje się doboru średnic przewodów cyrkulacyjnych, przy zachowaniu założenia wg PN-92/B-01706:

prędkość przepływu wody w instalacji cyrkulacyjnej **$v = 0,2-0,5$ m/s**

Stratę ciśnienia dla najniekorzystniejszego obiegu z uwzględnieniem straty na termostatycznym zaworze cyrkulacyjnym oblicza się ze wzoru:

$$\Delta p_p = \sum (\Delta p_L + \Delta p_m) + \Delta p_R + \Delta p_w \text{ [Pa]}$$

Δp_L - straty liniowe na odcinkach obliczeniowych,

Δp_m - straty miejscowe na odcinkach obliczeniowych,

Δp_R – strata ciśnienia na zaworze regulacyjnym,

Δp_w – strata na urządzeniu przygotowującym c.w.u

$$\Delta p_R = [0,01 V_o/kv]^2$$

Kv – współczynnik przepływu odczytany z katalogu [dm³/h]

Doboru pompy cyrkulacyjnej dokonuje się dla obliczonych wartości przepływu i ciśnienia dyspozycyjnego umożliwiającego pokonanie strat ciśnienia w najniekorzystniejszym pod względem hydraulicznym obiegu

$$G_o \geq V_c$$

$$H_o \geq \Delta p_p$$

Kolejność obliczeń:

1) dokonać wstępnego doboru średnic pionów cyrkulacyjnych, zgodnie z tabelą w PN-92/B-01706

Średnice przewodu zasilającego Dz [mm]	Średnice przewodu cyrkulacyjnego Dz [mm]
15-25	15-20
32-50	20-25
65-80	25-32
100	40

- 2) Wyznaczyć straty ciepła na przewodach c.w.u i pionach cyrkulacyjnych,
- 3) Wyznaczyć całkowity strumień wody cyrkulacyjnej, a następnie strumienie dla poszczególnych odcinków instalacji,
- 4) Dobrać średnice przewodów cyrkulacyjnych dla wyznaczonych strumieni
- 5) Wyznaczyć straty ciśnienia w obiegach poszczególnych pionów (w przewodach zasilających c.w.u i cyrkulacyjnych przy strumieniu wody cyrkulacyjnej)

- 6) Dobrać termostatyczne zawory cyrkulacyjne , np. MTCV i obliczyć ich nastawę, a następnie odczytać wartość kv z katalogu,
- 7) Obliczyć starty ciśnienia na zaworach cyrkulacyjnych,
- 8) Wyznaczyć stratę ciśnienia dla najniekorzystniejszego obiegu
- 9) Dobrać pompę cyrkulacyjną.

Projektowanie instalacji cyrkulacji

Sercem instalacji cyrkulacji c.w.u. jest pompa cyrkulacyjna.

Dobiera się ją na podstawie obliczeń instalacji, zawierających dobór średnic, strumień wody cyrkulacyjnej, straty ciśnienia na orurowaniu i zaworach termostatycznych cyrkulacyjnych.

Znając opory przepływu, a w konsekwencji wymaganą wysokość podnoszenia pompy, oraz strumień przepływu, można dobrać pompę cyrkulacyjną o odpowiedniej charakterystyce.

Wysokość podnoszenia mieści się zwykle w granicach od 0,5 do 2 metrów słupa wody (0,5-1 dla domów jednorodzinnych, powyżej 1 dla dłuższych instalacji).

W sposób uproszczony, wymaganą ilość strumienia cyrkulacyjnego c.w.u. oblicza się z następującego wzoru

$$Q [\text{m}^3/\text{h}] = 3 * V / 1000,$$

gdzie Q to wydajność pompy, a V to ilość wody w instalacji c.w.u.

Przepływy przez przewody o niekołowym przekroju poprzecznym.

Przewody o niekołowym przekroju poprzecznym

Straty energii wskutek lepkości płynu są w przepływie przez rurociągi wywołane tarciem o ściany i z tego powodu najkorzystniejszymi są przewody kołowe, które przy zadanym polu przekroju charakteryzują się najmniejszym obwodem a więc i najmniejszą powierzchnią ścian.

W niektórych zastosowaniach (np. w wentylacji) koniecznym jest stosowanie przewodów o innych niż kołowe przekrojach poprzecznych i wówczas powstaje konieczność określenia współczynników tarcia dla takich przewodów.

Przewody o niekołowym przekroju poprzecznym

Współczynnik strat tarcia, który zależy od stosunku pola powierzchni ścian, do pola przekroju poprzecznego, określa wydatek transportowanego płynu.

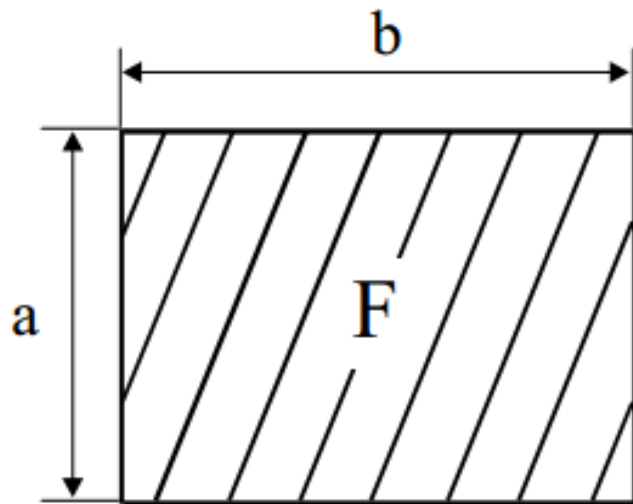
W przepływie cieczy przez przewody nie zawsze cały przekrój poprzeczny musi być wypełniony płynem i dlatego też wprowadzić tu należy pojęcie powierzchni zwilżonej, tzn. tej, która ma bezpośredni kontakt z płynem.

Najwygodniej jest tu operować wielkościami odniesionymi do przekroju poprzecznego i dlatego też w mechanice płynów wprowadzono pojęcie **promienia hydraulicznego** definiowanego jako iloraz pola przekroju poprzecznego przewodu S do obwodu zwilżonego L_z , co zapisać można:

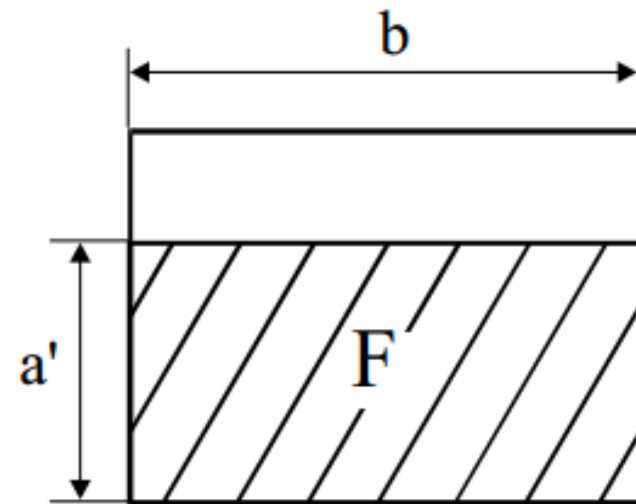
$$r_h = \frac{S}{L_z}$$

Przewody o niekołowym przekroju poprzecznym

a)



b)



Sposób obliczania obwodu zwilżonego dla przewodu wypełnionego całkowicie a) i częściowo b) płynem.

Przewody o niekołowym przekroju poprzecznym

Wartość promienia hydraulicznego przy całkowitym wypełnieniu przewodu można wyliczyć ze wzoru:

$$r_h = \frac{a \cdot b}{2(a + b)}$$

Wartość promienia hydraulicznego przy niecałkowitym wypełnieniu przewodu można wyliczyć ze wzoru:

$$r_h = \frac{a' \cdot b}{2a' + b}$$

Przewody o niekołowym przekroju poprzecznym

Charakterystycznym wymiarem liniowym dla kanałów o niekołowym przekroju poprzecznym powinna być podwojona wartość promienia hydraulicznego, gdyż dla przewodów kołowych wymiarem charakterystycznym jest średnica.

Jednak zastosowanie wzoru dla przewodu kołowego wypełnionego całkowicie płynem daje wynik:

$$r_h = \frac{\pi d^2}{4 \pi d} = \frac{d}{4}$$

Zastępcza średnica kanału:

$$d_h = 4 r_h$$

która nazywana jest często **średnicą hydrauliczną**.

Wzór na hydrauliczną średnicę równoważną

Wzór na hydrauliczną średnicę równoważną ma postać:

$$D_e = 4 \frac{A}{U}$$

gdzie:

D_e - hydrauliczna średnica równoważna [m],

A - pole powierzchni przekroju poprzecznego [m²],

U - obwód przewodu [m].

Wspomaganie komputerowe w projektowaniu instalacji

Wykorzystując specjalistyczne programy, można wykonać kompletną dokumentację techniczną w nieporównywalnie krótszym czasie niż w tradycyjny sposób.



Wspomaganie komputerowe w projektowaniu instalacji

Większość programów pozwala, m. in.:

- nanieść zarysy budynku wraz z podziałem na pomieszczenia i kondygnacje,
- uwzględnić położenie oraz wielkość okien, drzwi, schodów itp.,
- umiejscowić kominy, kanały wentylacyjne itp. elementy instalacji,
- zaprojektować położenie przewodów instalacji sanitarnych,
- umiejscowić i zaznaczyć odpowiednie uzbrojenie, np. wodomierz, zawory, kurki, czyszczaki itp.,
- zaznaczyć przybory sanitarne,
- wykreślić projekty w różnych rzutach,
- wykonać zestawienia potrzebnych materiałów,
- obliczyć koszty itp.

Dodatkową zaletą nowych technik komputerowych jest możliwość szybkiego drukowania i powielania, a także przesyłania informacji w ogólnosiwiatowej sieci internetowej lub lokalnej.

Skrót CAD powstał od angielskiego określenia Computer Aided Design, co oznacza komputerowe wspomaganie projektowania.

Programy te są przeznaczone m. in. dla architektów i instalatorów.

Komputerowe Wspomaganie Projektowania (CAD) polega na wykorzystaniu programów komputerowych do tworzenia dwu- lub trójwymiarowych (2D lub 3D), graficznych reprezentacji obiektów fizycznych.

Oprogramowanie CAD może być wyspecjalizowane dla konkretnych zastosowań. Jest powszechnie używane do tworzenia komputerowych animacji i efektów specjalnych w filmach, reklamie i innych dziedzinach, w których sam projekt graficzny jest produktem końcowym.

CAD jest również wykorzystywany do projektowania fizycznych produktów w wielu gałęziach przemysłu, gdzie oprogramowanie to przyspiesza obliczenia niezbędne do uzyskania optymalnego kształtu i rozmiaru dla różnorodnych wyrobów i systemów przemysłowych.

Projektowanie architektoniczne z zastosowaniem wielu złożonych rysunków wymaga wysokiej klasy komputerów oraz rozbudowanego oprogramowania.

Największą popularność i możliwości ma AutoCAD – uniwersalny program, który może być stosowany we wszystkich gałęziach techniki.

Mniejsze, ale powszechnie stosowane programy, to m. in.

ZWCAD, ProgeCad, ArchiTECH, MicroStation, Autodesk 3D Studio lub DYBY 2002 (aplikacja do AutoCAD–a).

Wykonywanie projektów instalacyjnych nie wymaga stosowania tak wydajnych komputerów i skomplikowanych programów.

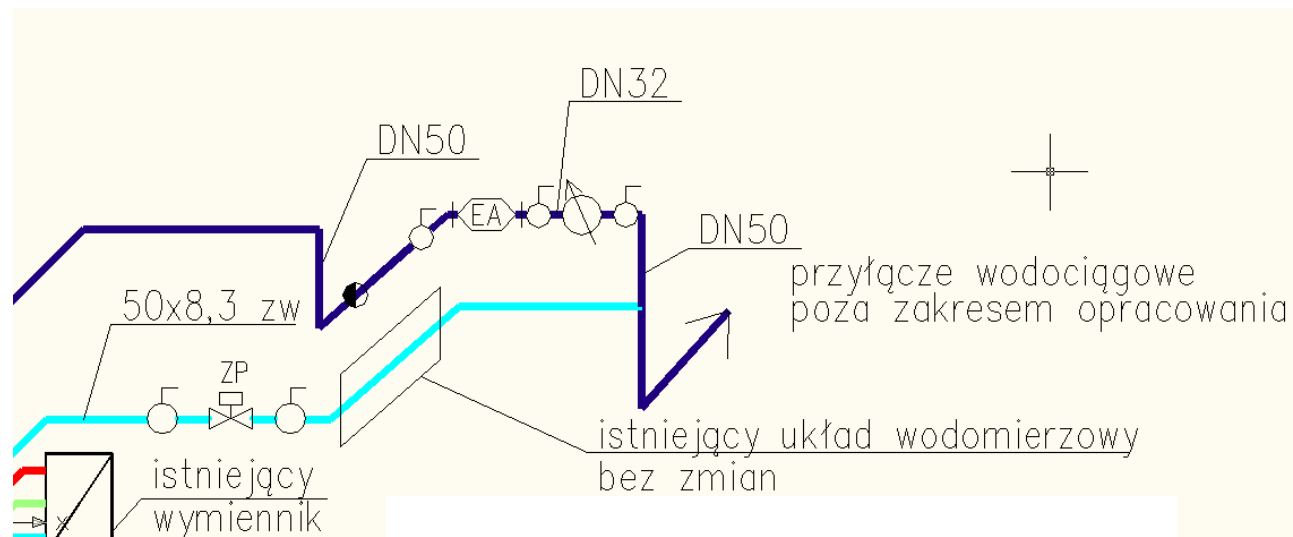
Programy są z reguły wyspecjalizowane.

MegaCAD umożliwia tworzenie rysunków technicznych, pracuje w środowisku Windows, BricsCad, IntelliCAD i Pit-cup są kompatybilne z AutoCAD-em, a zarazem o wiele tańsze.

Ich możliwości są bardzo duże. Umożliwiają projektowanie instalacji centralnego ogrzewania, wodociągowo-kanalizacyjnej, gazowej, wentylacyjnej i elektrycznej.

Bez problemu tworzą rzuty, rozwinięcia, dimetrie, modele trójwymiarowe. Są wyposażone w katalogi odbiorników, np. grzejników. Dzięki temu można wstawić je na rysunek w sposób automatyczny, uzyskując jednocześnie kompletny opis i podłączenia do pionów.

Fragment rysunku AutoCad



Wizualizacja

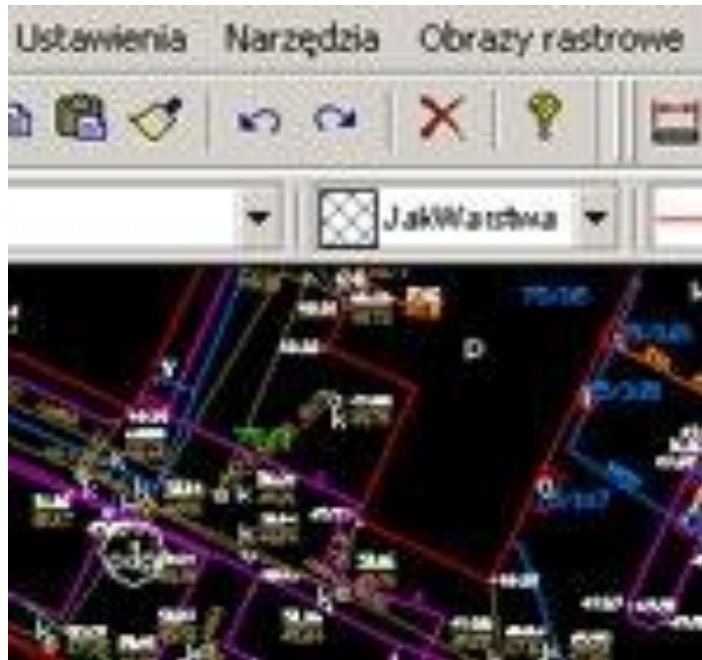
Możliwe jest generowanie powierzchni trójwymiarowej, co z kolei pozwala na tworzenie zaawansowanych modeli 3D.

Modele wyświetlane mogą być jako obrazy szkieletowe, z usuniętymi liniami ukrytymi, z cieniowaniem powierzchni oraz jako w pełni fotorealistyczny materiał ilustracyjny.

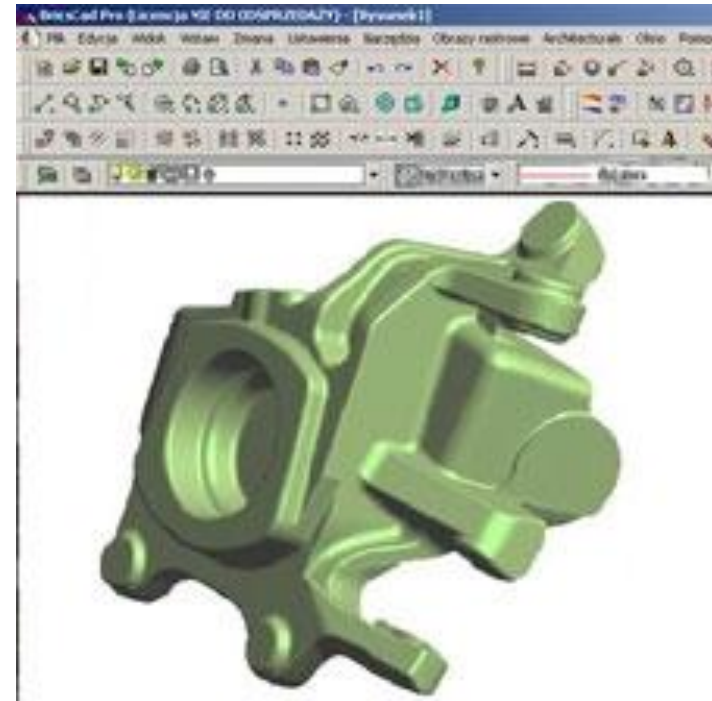
W gestii projektanta leży wzmocnienie realizmu powierzchni strukturalnych, wybór efektów oświetlenia, materiałów tła (materiały można też przypisać do warstw wyszukanych w spisie).

Umożliwiają to profesjonalne narzędzia - zawiera je na przykład oprogramowanie LightWork Design 3D (licencja BricsCAD).

Fragment rysunku AutoCad



Wizualizacja



www.e-instalacje.pl

Istnieją też małe, ale bardzo przydatne programy, często pracujące jeszcze w wersjach DOS.

Wymienić tu można np. AMSWENT – program do obliczania dowolnego typu instalacji wentylacyjnych, zarówno nawiewnych, jak i wywiewnych.

Charakteryzują się one wąską specjalizacją i mniejszymi możliwościami, ale z uwagi na niższą cenę i prostą obsługę, w dalszym ciągu są popularne.

Programy firmy Sankom.



Audytor OZC Pro

Nowa wersja programu Audytor OZC dostosowana do zmian w metodyce sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej budynku

Audytor H2O służy do graficznego wspomagania projektowania instalacji wody zimnej, ciepłej i cyrkulacyjnej w układach tradycyjnych oraz w układach szeregowych, rozdzielaczowych i trójnikowych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej. Umożliwia on także dobór zaworów termostatycznych w instalacjach cyrkulacyjnych

Audytor C.O jest przeznaczony do graficznego wspomagania projektowania nowych instalacji c.o. jak również regulacji istniejących instalacji (np. w budynkach ocieplonych). Program umożliwia również projektowanie sieci przewodów w instalacjach wody lodowej.

Wspomaganie komputerowe w projektowaniu instalacji

Audytor H2O - Przykład 3.h2d - [Dane - Rysunki]

Menu: Plik Edycja Widok Dane Obliczenia Wyniki Parametry Okno Pomog

Pływające paski narzędzi

Dwa niezależnie skalowane widoki rysunku

Pasek funkcji rysowania

Dynamiczne powiązanie tabel z rysunkiem

Program

20 °C łazienka

15/15 20/20 15/15 25

Typ	Pion	Dział	Symbol	GRZY	PRZEB	ENERG
			WANNA 150X70			
			ZMYW 80X60X60	0.15	0.10	6.0
			ZLEWOZMYWAK			
			PRALKA AUTO 60X40			
			BAT UMYW 15	0.07	0.10	6.0
			USTĘPS			

Wspomaganie komputerowe w projektowaniu instalacji

Audytor C.O. - PRZYK1.GRD - [Dane - Rozwinięcie]

Plik Edycja Wzrost D...metry Okno Pomoc

Rozwijane przyciski

Dwa niezależnie skalowane widoki rysunku

Przemieszczalne paski narzędzi

Zachowana skala pionowa grzejników

Dynamiczne powiązanie tabeli z rysunkiem

Tabele umożliwiające jednoczesne edytowanie wielu elementów instalacji

Kategorie edytowanych elementów

Rysunki występujące w projekcie

Typ grz.	n/L	Qpr	Usyt	Osi.	Lmax	Pro
T-1	0.00	100.0	1.00	1.00	0.00	
T-1	0.00	100.0	1.00	1.00	0.00	
T-1	0.00	100.0	1.00	1.00	0.00	
T-1	0.00	100.0	1.00	1.00	0.00	
C11-90	0.00	100.0	1.00	1.00	0.00	
C11-60	0.00	100.0	1.00	1.00	0.00	

100%
C11-60
0 m

100%
C11-90
0 m

ASV-PV dn

ASV-I dn

dn 0 A

dn 0 A

R 1 | K 1 | K 2 | K 3 | K 4 | K 5 | K 6 | K 7 | K 8

6:1

Programy ArCADia-INSTALACJE WODOCIĄGOWE

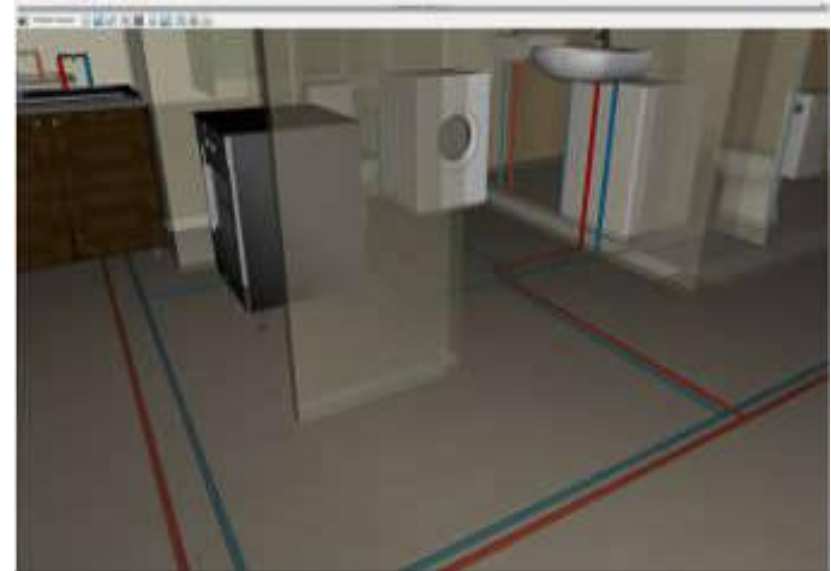
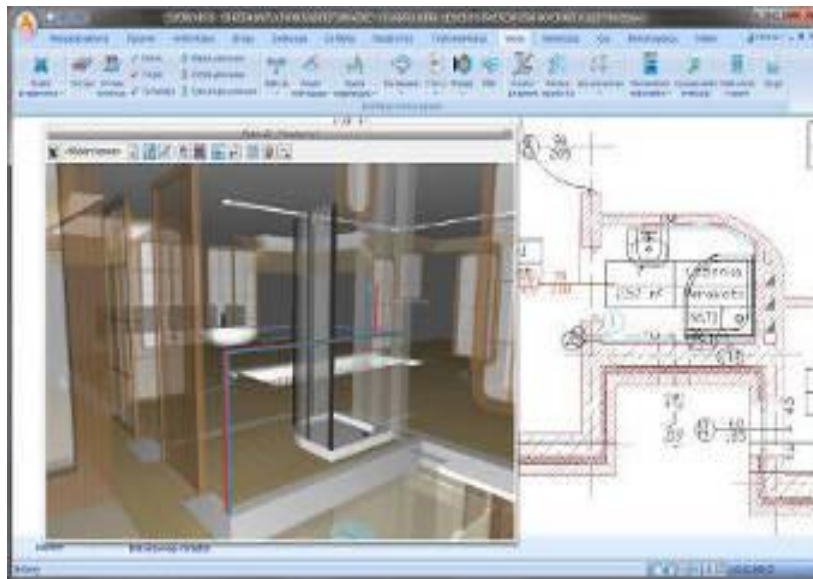
ArCADia-INSTALACJE WODOCIĄGOWE to moduł branżowy systemu ArCADia. Program pozwala na stworzenie profesjonalnej dokumentacji technicznej wewnętrznych instalacji wodociągowych w budynku.

Program przeznaczony jest dla projektantów wewnętrznych instalacji sanitarnych.

Program pozwala na obiektowe wstawianie elementów rysunkowych na podkładach architektonicznych przy jednoczesnym tworzeniu schematów obliczeniowych oraz generowaniu trzech rodzajów rzutów aksonometrycznych. Projektowanie może być realizowane na rzutach budynków wykonanych w programie ArCADia-ARCHITEKTURA oraz zrealizowanych w środowisku CAD w postaci plików rastrowych lub wektorowych.

Użytkownik korzysta z biblioteki elementów stosowanych w instalacjach wodociągowych, którą może rozbudowywać i dostosować do własnych potrzeb w zakresie stosowanych urządzeń oraz rodzajów materiałów rurociągowych.

ArCADia-INSTALACJE WODOCIĄGOWE



www.arcadiasoft.pl

Programy firmy **InstalSoft**



Instal-OZC

Obliczanie projektowych strat ciepła pomieszczeń i budynków, sporządzanie świadectw charakterystyki energetycznej dla budynków nie wyposażonych w instalację chłodzenia oraz obliczanie sezonowego zapotrzebowania ciepła.

Tabelaryczny dobór grzejników. Pełny zestaw dostępnych katalogów grzejników.

Licencja na jedno stanowisko pracy.

Dokumentacja w formie elektronicznej.

www.instalsoft.com

Programy firmy **InstalSoft**

Instal-therm HCR

Graficzne projektowanie dowolnej instalacji centralnego ogrzewania: grzejnikowej, ogrzewania podłogowego i ściennego oraz projektowanie instalacji wody lodowej.

Pełny zestaw dostępnych katalogów grzejników, systemów ogrzewań płaszczyznowych, rur i kształtek, zaworów i armatury oraz izolacji.

Licencja na jedno stanowisko pracy.

Dokumentacja w formie elektronicznej.

Programy firmy **InstalSoft**

Instal-san

Graficzne projektowanie wewnętrznych instalacji ciepłej i zimnej wody z cyrkulacją c.w.u. oraz kanalizacji wewnętrznej.

Pełny zestaw dostępnych katalogów rur i kształtek, zaworów i armatury, izolacji oraz baterii i punktów czerpalnych.

Licencja na jedno stanowisko pracy.

Dokumentacja w formie elektronicznej.

Programy firmy **InstalSoft**

Instal-mat

Przetwarzanie zestawień materiałów z plików projektów opracowanych w programach do projektowania.

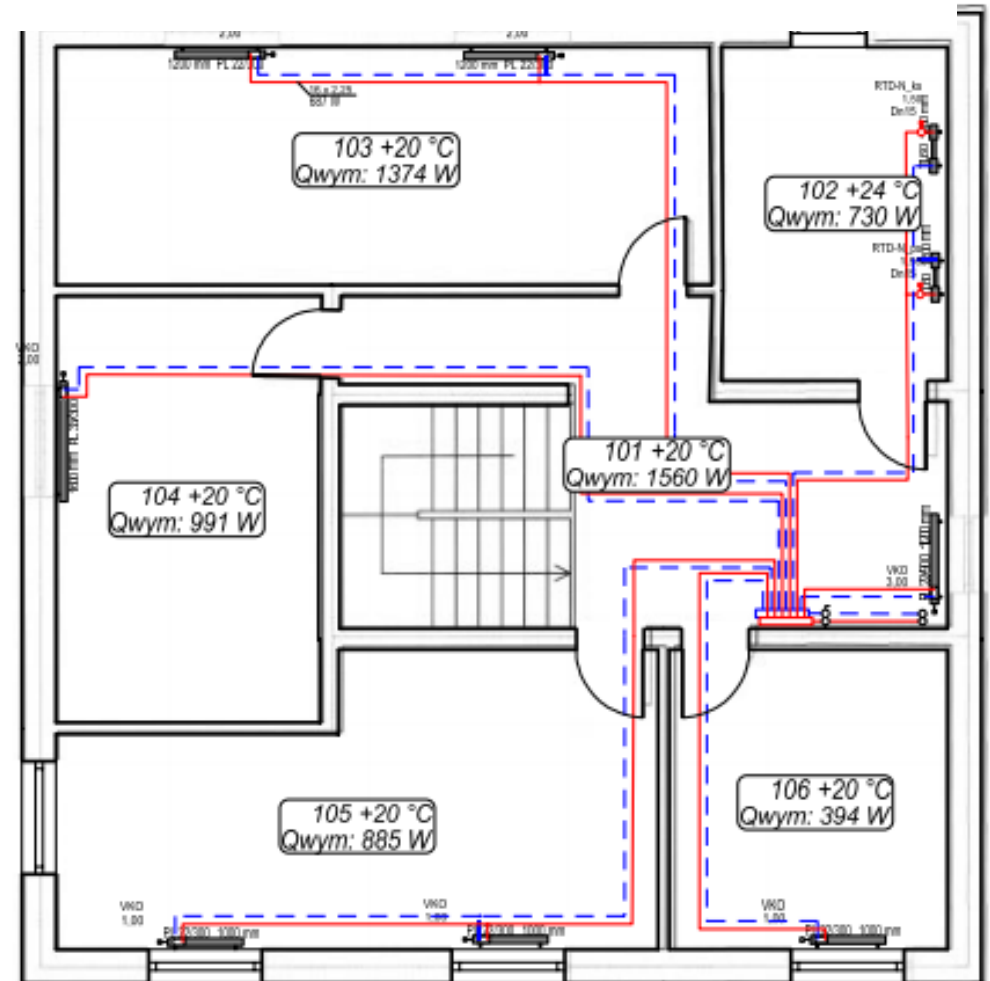
Przygotowanie kosztorysu materiałowego lub zamówienia.

Pełny zestaw dostępnych katalogów materiałowych oraz plików cen.

Program jest bezpłatnym dodatkiem do każdej konfiguracji pakietu.
Licencja na wiele stanowisk pracy. Dokumentacja w formie elektronicznej.

Programy firmy InstalSoft

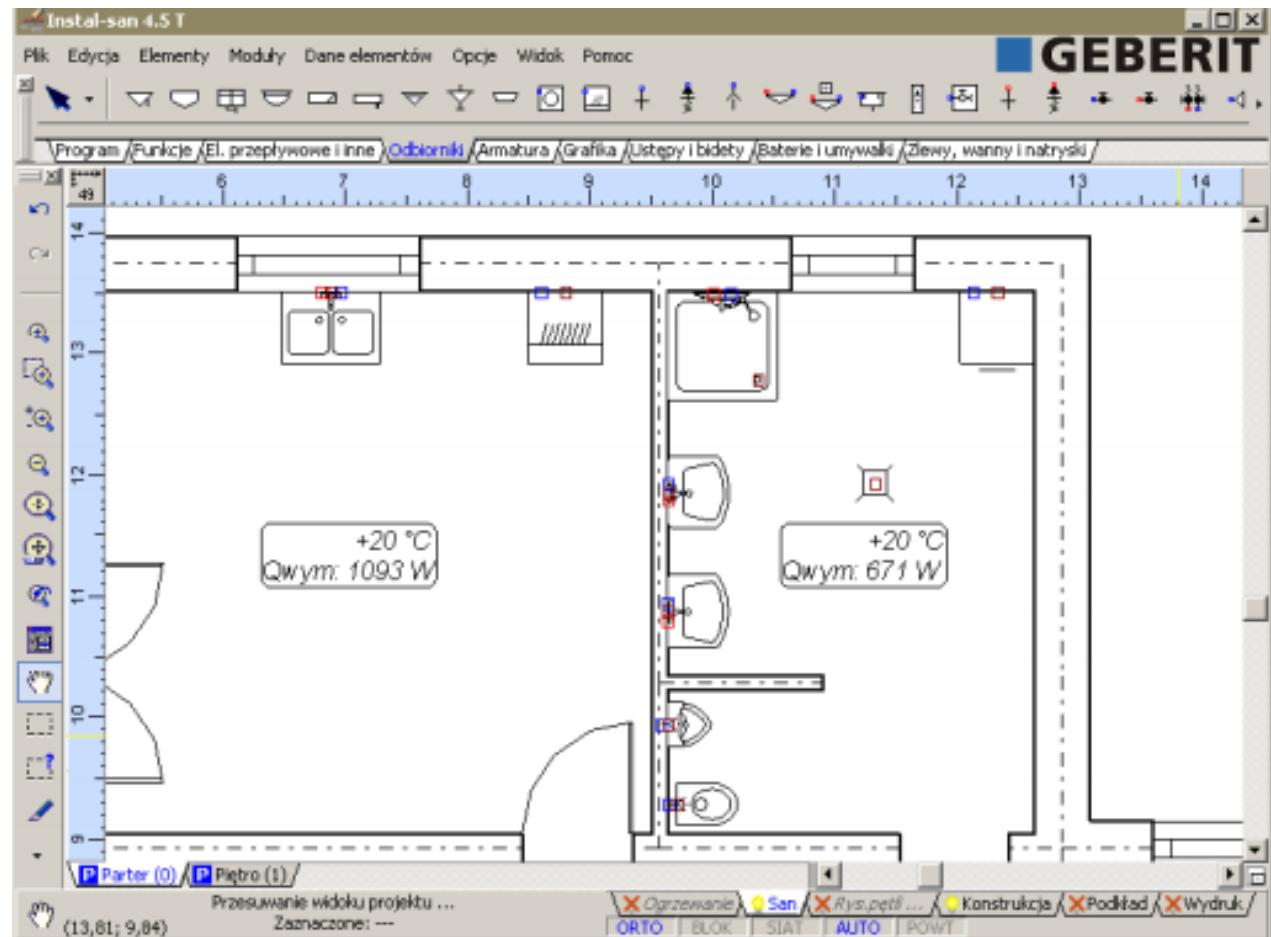
Instal-therm HCR



Wspomaganie komputerowe w projektowaniu instalacji

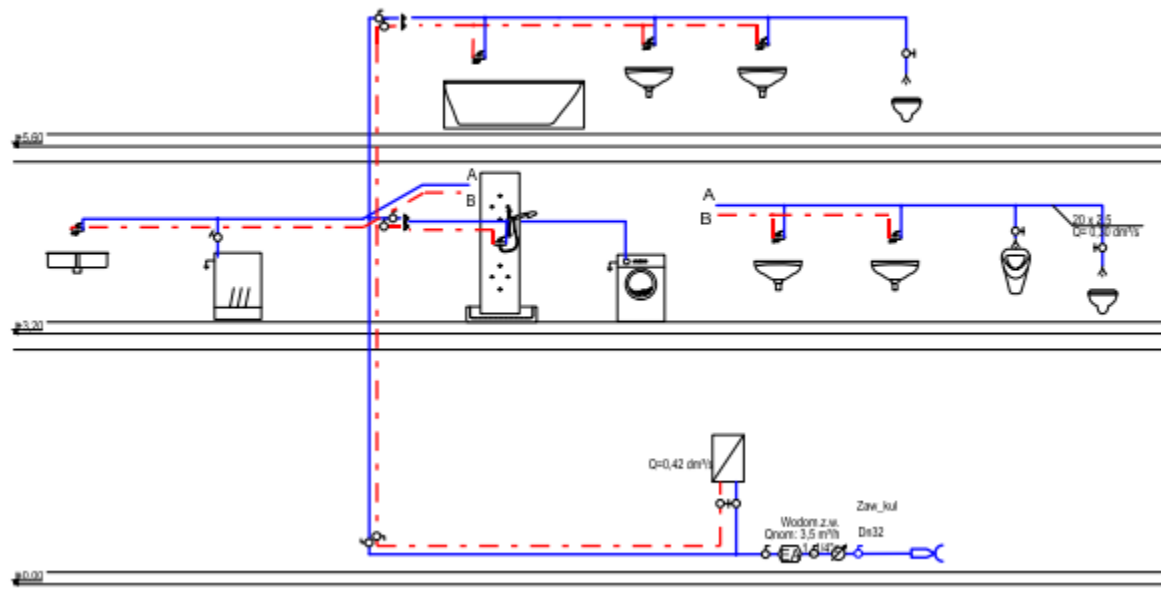
Programy firmy InstalSoft

Instal-san TS



Programy firmy InstalSoft

Instal-san TS



Systemy energetyki odnawialnej

Dziękuję za uwagę

Zapraszam na kolejny wykład

