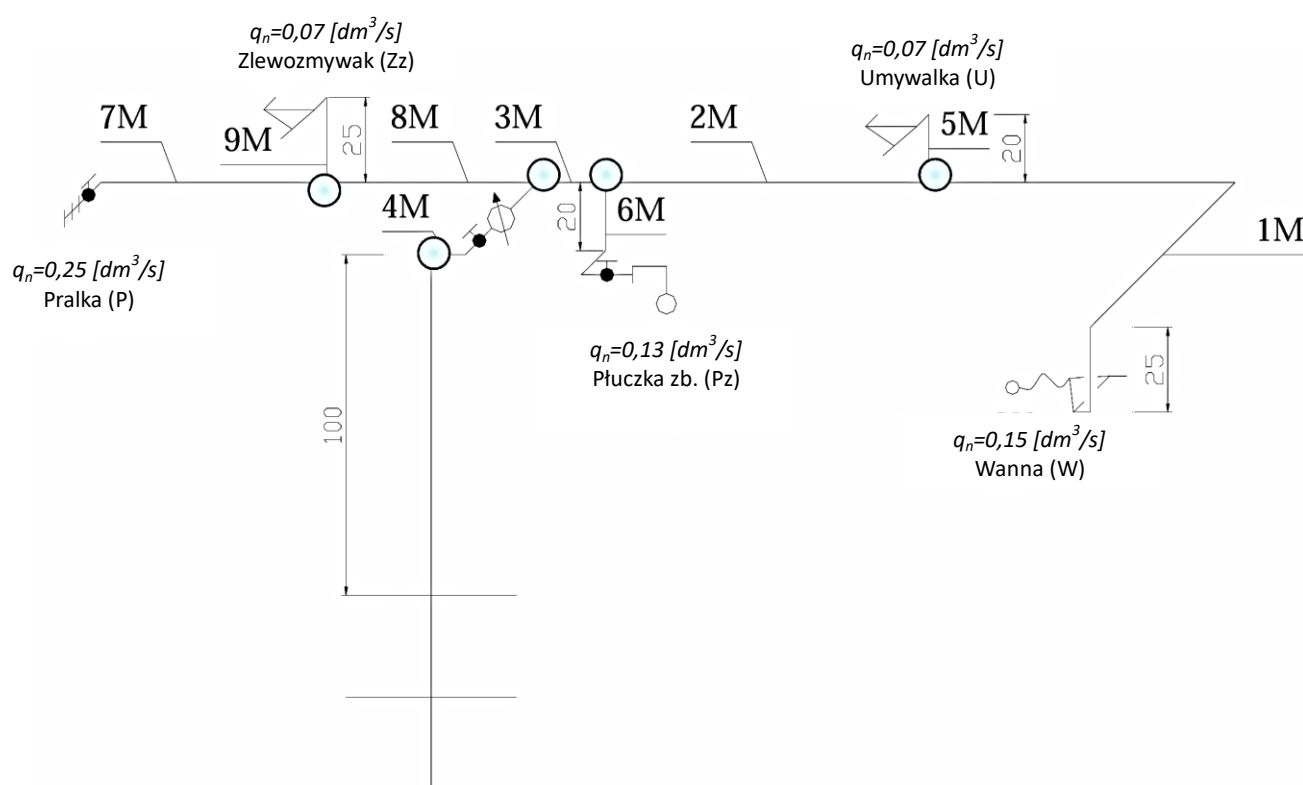


PROJEKT – PROSTY WĘZEL MIESZKANIOWY

Przykład obliczeniowy na wymiarowanie (przeliczenie) wewnętrznej instalacji wodociągowej typu bezpośredniego.

Schemat instalacji

Do przygotowania schematu są niezbędne wymiary pomieszczeń, przewidywane rozmieszczenie punktów czerpalnych oraz informacje o przyłączy (można założyć dowolnie, nie więcej niż 50m od węzła).



Kolejne kroki w projekcie:

1. Wyznaczenie zapotrzebowania wody dla budynku.
2. Wyznaczenie przepływów obliczeniowych i strat ciśnienia.
 - a. Węzeł mieszkaniowy.
 - b. Piony.
 - c. Przewody rozprowadzające.
 - d. Wyznaczenie całkowitych strat ciśnienia na drodze wodociąg zewnętrzny– najniekorzystniej usytuowany punkt czerpalny w instalacji.
 - e. Dobór wodomierzy.
 - f. Dobór filtra wody pitnej.
 - g. Dobór zaworu antyskażeniowego.
3. Wyznaczenie minimalnego ciśnienia wody dla instalacji.

OBLICZENIA

I. Zapotrzebowanie na wodę dla budynku/mieszkania

Punkt czerpalny	Normatywny wypływ z punktu czerpalnego			Wymagane ciśnienie p_w [MPa]
	$q_n(wz)$ [dm ³ /s]	$q_n(cwu)$ [dm ³ /s]	$q_n(og)$ [dm ³ /s]	
W	0,15	0,15	0,30	0,1
U	0,07	0,07	0,14	0,1
Pz	0,13	-	0,13	0,05
Zz	0,07	0,07	0,14	0,1
P	0,25	-	0,25	0,1
Σq_n	0,67	0,29	0,96	[dm ³ /s]

Zapotrzebowanie wody dla budynku

a) woda zimna (mieszkanie 4 osoby):

$$\left(\sum q_n^{wz}\right) = N \cdot N_h \cdot \left(\sum q_n^{wz}\right)_{M4} = 4 \cdot 2 \cdot 0,67 = 5,36 \text{ dm}^3/\text{s}$$

b) woda ciepła (mieszkanie 4 osoby):

$$\left(\sum q_n^{cwu}\right) = N \cdot N_h \cdot \left(\sum q_n^{cwu}\right)_{M4} = 4 \cdot 2 \cdot 0,29 = 2,32 \text{ dm}^3/\text{s}$$

c) woda ogólnie (mieszkanie 4 osoby):

$$\left(\sum q_n^{og}\right) = \left(\sum q_n^{wz}\right)_{M4} + \left(\sum q_n^{cwu}\right)_{M4} = \dots \text{ dm}^3/\text{s}$$

Uwaga

Ustalając sumę normatywnych wypływów w mieszkaniu (Σq_n), nie uwzględnia się dodatkowych baterii czerpalnych zainstalowanych w tym samym pomieszczeniu, ponieważ zakłada się, że nie są one otwarte jednocześnie, np. jeżeli w łazience są dwie umywalki oraz wanna i natrysk, to do obliczeń bierze się pod uwagę tylko baterię nad wanną i nad jedną umywalką.

II. Wyznaczenie przepływów obliczeniowych i strat ciśnienia

Nr	L [m]	Σq_n [dm ³ /s]	q [dm ³ /s]	$d_o \times s$ [mm]	u [m/s]	R [kPa/m]	Δp_l [kPa]	$\Sigma \xi$	Δp_m [kPa]	h_{gm} [kPa]	Δp_c [kPa]	Typ oporu miejscowego
1M	2,0	0,15		15x1.0	1,10	$R = \lambda \cdot \frac{u^2}{d_o} \cdot 2 \cdot \rho$	$\Delta p_l = R \cdot L$		$\Delta p_m = \frac{\Sigma \zeta \cdot u^2}{2}$	$h_{gm} = -\Delta h \cdot g$	$\Delta p_c = \Delta p_l + \Delta p_m + h_{bm}$	Tp(0,3; 3K(0,7)
2M	1,5		0,20									
3M	1,0		0,28									
4M	0,8		0,43									
5M	0,3											
6M	0,4											
7M	1,5											
8M	1,5		0,27									
9M	0,3											

UWAGA: Współczynnik lepkości kinematycznej dla wody (t=10°C), $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6}$ [m²/s].

TABELA 1. Opory miejscowe dla instalacji miedzianych

1	2	3	4	5	6	
	Odgalężenie 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	×	×	

Uwaga

Każdy trójnik wprowadza nowy odcinek obliczeniowy w rurociągu.

Nr	L [m]	Σq_n [dm ³ /s]	q [dm ³ /s]	$d_p \times s$ [mm]	u [m/s]	R [kPa/m]	Δp_i [kPa]	$\Sigma \xi$	Δp_m [kPa]	h_{gm} [kPa]	Δp_c [kPa]	Typ oporu miejscowego
1M	2,0	0,15	0,15	15x1.0	1,10	1,48	2,96	2,4	1,45	-2,45	1,96	Tr(0,3); 3K(0,7)
2M	1,5	0,22	0,20	15x1.0	1,50	2,45	3,68	0,7		-		1R(0,4); Tp(0,3)
3M	1,0	0,35	0,28	18x1.0	1,38	1,65	1,65	1,9		-		1R(0,4); Tr(1,5)
4M	0,8	0,67	0,43	22x1.0	1,34	1,16	0,93	3,4		-		2K(0,7); Zo(2,0)
5M	0,3	0,07	0,07	12x1.0	0,89	1,37	0,41	2,4		1,96		To(1,3);K(0,7); 1R(0,4)
6M	0,4	0,13	0,13	15x1.0	0,98	1,18	0,47	5,1		-1,96		
7M	1,5	0,25	0,25	18x1.0	1,20	1,35	2,02	3,0		0		
8M	1,5	0,32	0,27	18x1.0	1,38	1,65	2,48	1,9		-		
9M	0,3	0,07	0,07	12x1.0	0,89	1,37	0,41	2,4		2,45		

TABELA 2. Przykładowe wzory do określania przepływów obliczeniowych w instalacjach wodociągowych dla budynków mieszkalnych wg PN-92/B-01706.

Budynki mieszkalne	$q = 0,682 \cdot (\Sigma q_n)^{0,45} - 0,14$	dla $0,07 \leq \Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n < 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 1,7 \cdot (\Sigma q_n)^{0,21} - 0,7$	dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$ oraz dla armatury o $q_n \geq 0,5 \text{ dm}^3/\text{s}$
Budynki Biurowe i adm.	$q = 0,682 \cdot (\Sigma q_n)^{0,45} - 0,14$	dla $\Sigma q_n \leq 20 \text{ dm}^3/\text{s}$
	$q = 0,4 \cdot (\Sigma q_n)^{0,54} + 0,48$	dla $\Sigma q_n > 20 \text{ dm}^3/\text{s}$

TABELA 3. Prędkość przepływu w instalacjach wodociągowych wg PN-92/B-01706 i DIN 1988.

Rodzaj przewodu	PN-92/B-01706 Prędkość v [m/s]	DIN 1988 Prędkość v [m/s]
Połączenia od pionu do punktów czerpalnych	1,5	2,0
Piony w instalacjach wodociągowych	1,5	2,0
Przewody rozdzielcze	1,0	1,5
Połączenia wodociągowe	1,0	1,5

TABELA 4. Normatywny wypływ wody z armatury czerpalnej oraz wymagane ciśnienie przed zaworem wg PN-92/B-01706.

Rodzaj punktu czerpalnego	Wymagane ciśnienie [MPa]	Normatywny wypływ wody			
		mieszanej*		tylko zimnej lub ciepłej	
		q_n zimna [dm ³ /s]	q_n ciepła [dm ³ /s]	q_n [dm ³ /s]	
Zawór czerpalny bez perlatora**	DN 15 DN 20 DN 25	0,05 0,05 0,05			0,3 0,5 1,0
z perlatozem	DN 10 DN 15	0,1 0,1			0,15 0,15
Głowica natrysku	DN 15	0,1	0,1	0,1	0,2
Pluczka ciśnieniowa	DN 15 DN 20	0,12 0,12			0,7 1,0
Pluczka zbiornikowa	DN 15	0,05			0,13
Zawór splukujący do pisuarów	DN 15	0,1			0,3
Zmywarka do naczyń (domowa)	DN 15	0,1			0,15
Pralka automatyczna (domowa)	DN 15	0,1			0,25
Baterie czerpalne:					
do natrysków	DN 15	0,1	0,15	0,15	
do wanien	DN 15	0,1	0,15	0,15	
do zlewozmywaków	DN 15	0,1	0,07	0,07	
do umywalk	DN 15	0,1	0,07	0,07	
Bateria czerpalna z mieszalnikiem	z DN 20	0,1	0,3	0,3	
Warmik elektryczny***	DN 15	0,1			0,1

Objaśnienia:
* Woda zimna $T_z = 15^\circ\text{C}$, ciepła $T_c = 55^\circ\text{C}$
** Jeżeli zawór z węzłem $L \leq 10\text{m}$, to ciśnienie 0,15 MPa.
*** Przy całkowicie otwartej śrubie dławiacej.

UWAGA:

Wartość współczynnika oporu hydraulicznego $\lambda(R_e, k/d)$ odczytujemy z wykresu Nikuradsego (Wykres 1), przyjmując:

ε – chropowatość względna, wyrażna jest jako stosunek chropowatości bezwzględnej powierzchni rury k do jej średnicy wewnętrznej,

d – średnica rurociągu [mm],

k – chropowatość bezwzględną na podstawie (Tabeli 5) lub katalogu producenta [mm].

$$\varepsilon = \frac{k}{d}$$

TABELA 5. Chropowatość bezwzględna wybranych materiałów.

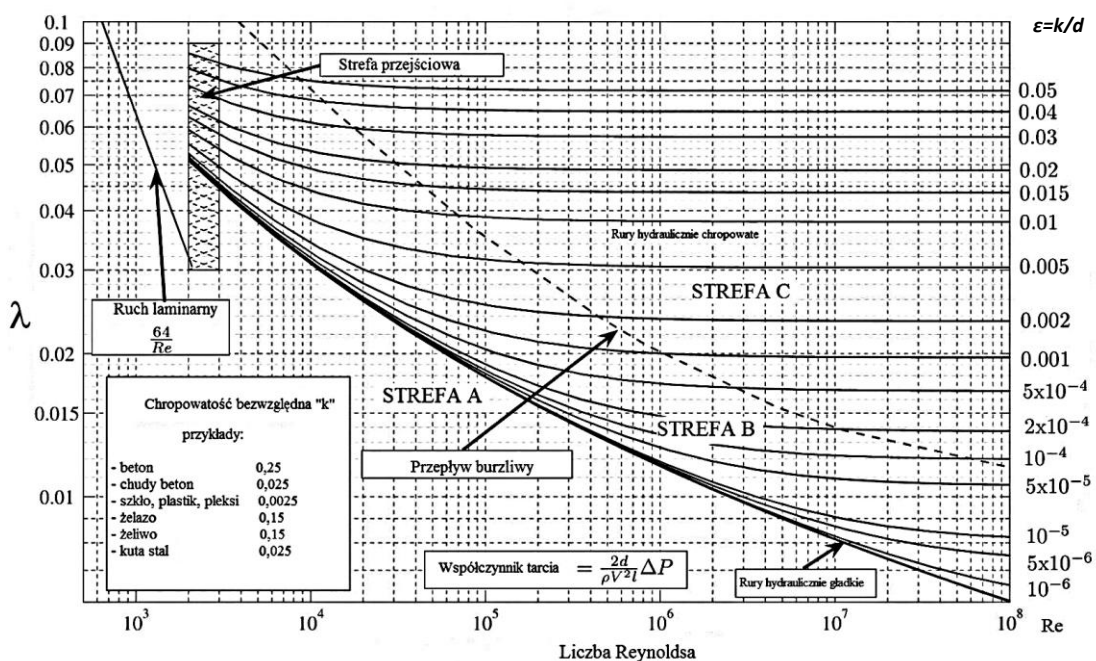
Materiał	Stan powierzchni	k, mm
Rury walcowane: miedź, mosiądz, brąz	gładkie	0,0015÷0,100
Rury walcowane: aluminium	gładkie	0,015÷0,06
Rury stalowe walcowane	nowe	0,02÷0,10
	nieznacznie skorodowane	0,4
	z większymi osadami kamienia	~ 3,0
Rury żeliwne	nowe	0,25÷1,0
	z osadami	1,0÷1,5
Rury betonowe	średnia gładkość	2,5

Przykład: Dla rur PPE – $\varepsilon=0,01$

(<https://elplastplus.pl/wp-content/uploads/2021/05/Informator-Techniczny-rur-z-PE.pdf>)

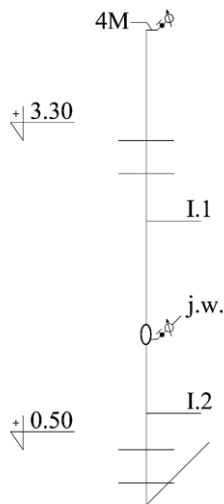
Dla rur PEX – $k=0,004 \text{ mm}$

WYKRES 1. Zależność współczynnika oporów liniowych λ od liczby Reynoldsa i chropowatości względnej.



III. Piony

Nr	L [m]	Σq_n [dm ³ /s]	q [dm ³ /s]	d _a ×s [mm]	u [m/s]	R [kPa/m]	Δp _i [kPa]	Σξ	Δp _m [kPa]	Δp _c [kPa]	Typ oporu miejscowego
I.1	2,8	0,67	0,43	22x1.0	1,34	1,16	3,25	0,7	0,63	3,88	Tr(0,3); 1R(0,4)
I.2	1,5	1,34	0,64	28x1.5	1,30	0,86	1,29	1,1	0,93	2,22	1R(0,4); K(0,7)
										Δp _c ^{M3}	15,2
										Δp _c ^{pion}	21,3



IV. Wyznaczenie najniekorzystniej usytuowanego punktu czerpalnego w węźle mieszkaniowym

Bateria wannowa: $\Sigma \Delta p_c(1M, 2M, 3M, 4M) = 1,96 + 4,47 + 3,46 + 3,98 = 13,9$ kPa

Bateria umywalkowa: $\Sigma \Delta p_c(5M, 2M, 3M, 4M) = 3,32 + 4,47 + 3,46 + 3,98 = 15,2$ kPa

Płuczka zbiornikowa: $\Sigma \Delta p_c(6M, 3M, 4M) = 8,4$ kPa

Pralka automatyczna: $\Sigma \Delta p_c(7M, 8M, 4M) = 12,4$ kPa

Bateria zlewozmywakowa: $\Sigma \Delta p_c(9M, 8M, 4M) = 12,1$ kPa

WNIOSEK:

Najniekorzystniej usytuowanym punktem, czerpalnym w węźle mieszkaniowym jest **bateria umywalkowa**.

V. Dobór wodomierzy

Wodomierz mieszkaniowy:

$$q = q^{4M} = 0,43 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot 3,6 = 1,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Umowny obliczeniowy przepływ dla wodomierza przyjmuje się dwa razy większy, czyli umowny przepływ dla wodomierza:

$$q_w = 2 \cdot 1,55 = 3,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano wodomierz skrzydełkowy jednostrumieniowy J.S.2, 5 dla którego:

$$DN=20\text{mm} (d^{4M}=22) \rightarrow DN=d^{4M}$$

$$q_n = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$q_{\max} = 5,0 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow q=1,55$$

Strata ciśnienia na wodomierzu (dane producenta):

$$\Delta p_{\text{wodm}} = 9,6 \text{ kPa}$$

VI. Dobór filtra wody pitnej ($q= 4,90 \text{ m}^3/\text{h}$)

Dobrano filtr F76S firmy Honeywell o DN 1¼"

Strata ciśnienia na filtrze odczytana z nomogramu producenta:

$$\Delta p_f = 0,17 \text{ bar} = 17,0 \text{ kPa}$$

VII. Dobór zaworu antyskażeniowego ($q= 4,90 \text{ m}^3/\text{h}$)

Dobrano zawór antyskażeniowy typu EA-RV firmy Honeywell o DN 1¼"

Strata ciśnienia na zaworze odczytana z nomogramu producenta:

$$\Delta p_{\text{ZA}} = 0,04 \text{ bar} = 4,0 \text{ kPa}$$

VIII. Wyznaczenie minimalnego ciśnienia wody dla instalacji

Strata ciśnienia na drodze od wodociągu do najniekorzystniej usytuowanego punktu czerpalnego w instalacji:

$$\Delta p_c = \Delta p_{\text{ci}} = 34,2 \text{ kPa}$$

WZÓR KARTY PROJEKTU:

Politechnika Łódzka

Łódź, dn.

Wydział: Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

Kierunek: Inżynieria Środowiska w Budownictwie

Rok akademicki: 2024/2025

Semestr: letni

KARTA PROJEKTU

z przedmiotu

Mechanika Płynów

TEMAT	INSTALACJA WODOCIĄGOWA – DOM PIĘTROWY
AUTOR	
SPRAWDZAJĄCY	Dr Rafał L. Ossowski

	DATA		UWAGI
	ODDANIE PROJEKTU	ZWROT PROJEKTU	
TERMIN I	19.05.2025		
TERMIN II			
TERMIN III			