

442

BE10

**Zakład Pomiarów Parametrów Przepływu**

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

doc. dr inż. Tadeusz Gałązka



Wykonawcy:

Tadeusz Gałązka

Andrzej Staszewski

Badanie współczynników Kvs przepustnic z uszczelnieniem  
„metal na metal” HÖGFORS**DOKUMENT WZORCOWY**

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

Ośrodek Badawczo Rozwojowy Ciepłownictwa  
ul. Majewskiego 3  
02-104 WarszawaKIEROWNIK ZAKŁADU  
Pomiaru Parametrów Przepływu

mgr inż. Władysław Winiarski

ZASTĘPCA DYREKTORA  
d/s Badawczo-Rozwojowychdr inż. Jan Jabłkowski  
(1)

Pracę zakończono dnia 18 sierpnia 1998r.

Nr arch. 7579

Nr zlecenia 5629

## Analiza deskryptorowa

PRZEPUSTNICE- BADANIA- WSPÓLCZYNNIK PRZEPŁYWU Kvs-  
SZCZELNOŚĆ ZEWNĘTRZNA- SZCZELNOŚĆ ODCIĘCIA- MOMENT  
OTWIERANIA- ZAMYKANIA.

## Abstrakt

Sprawozdanie zawiera:

- - opis i wyniki badań współczynników przepływu Kvs przepustnic o średnicach DN80, DN100, DN125 (modeli),
- - wyniki prób szczelności zewnętrznej (woda) i szczelności odcięcia (woda) dla średnic nominalnych jw.
- - wyniki pomiarów momentu dla średnic nominalnych jw.
- - określenie wartości Kvs dla DN150, DN200, DN250, DN300, DN350, DN400, DN450, DN500, DN600, DN700 w oparciu o badania modeli.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było.

## Rozdzielnik

Egz. 1 . OIN.

Egz. 2 . OBRC.

Egz. 3 DPQ.

## SPIS TREŚCI

str.

|   |    |
|---|----|
| 1. Podstawa opracowania .....   | 2. |
| 2. Przedmiot badań.....   | 2. |
| 3. Cel i zakres badań.....  | 3. |
| 4. Doświadczalne wyznaczenie wartości $K_{vs}$ .....  | 3. |
| 5. Badanie szczelności zamknięcia - wodą i szczelności zewnętrznej<br>wodą, oraz momentu obrotowego ..... | 3. |
| 5.1 Badanie szczelności.....  | 3. |
| 5.2 Badanie momentu.....  | 4. |
| 6. Wyniki badań.....  | 4. |

|  |  |
|--|--|
| Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych...1/3 załącznik 1   |  |
| Stanowisko do prób szczelności zamknięcia - wodą i prób<br>szczelności zewnętrznej - wodą, oraz momentu obrotowego.....1 załącznik 2 |  |
| Określenie wartości $K_{vs}$ w oparciu o badanie modeli.....1 załącznik 3  |  |

## 1. Podstawa opracowania

Formalną podstawę opracowania stanowi zlecenie Ośrodka Badawczo Rozwojowego Ciepłownictwa - OBRC Nr NC/TS/1818/98, temat 74/98/B.

Ustalenia merytoryczne i formalne ujmuje pismo Nr DPQ/1169/98 do Zleceniodawcy. Potwierdzenie przez Zleceniodawcę nastąpiło - pismem NC/TS 1912/98 OBRC do Wykonawcy z dnia 14.08.1998r.

W oparciu o dokonane ustalenia pomiędzy Zleceniodawcą a Wykonawcą - Zakładem Pomiaru Parametrów Przepływu - DPQ Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów otwarto w Instytucie zlecenie Nr 5629 pt. „ Badanie współczynników Kvs przepustnic z uszczelnieniem „metal na metal” - HÖGFORS ”.

## 2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań było:

- Wyznaczenie na stanowisku wodnym wartości Kvs przepustnic produkcji HÖGFORS.

Badania wykonano w oparciu o znormalizowane wymagania ujęte w IEC 60534-2-3 oraz PN-M.-74201.

-Sprawdzenie szczelności zewnętrznej i szczelności zamknięcia - wodą.

Przeprowadzono je zgodnie z PN-92/M.-74001.

-Wyznaczenie momentu obrotowego niezbędnego do zamykania / otwierania dostarczonych przepustnic.

Do badań dostarczono niżej wymienione przepustnice:

- DN80, PN16 - 1 szt.
- DN100, PN16 - 1 szt.
- DN125, PN16 - 1 szt.

### 3. Cel i zakres badań

Celem badań było:

- wyznaczenie współczynników przepływu Kvs przepustnic DN80, DN100 i DN125.
  - wykonanie próby szczelności zewnętrznej - wodą,
  - wykonanie próby szczelności zamknięcia - wodą,
  - pomiar momentu obrotowego dla kierunków otwieranie / zamykanie,
  - określenie wartości Kvs dla przepustnic produkcji HÖGFORS o DN150, DN200, DN250, DN300, DN350, DN400, DN450, DN500, DN600 i DN700 w oparciu o wyznaczone doświadczalnie wartości Kvs (dla DN80, DN100, DN125).

### 4. Doświadczalne wyznaczenie wartości Kvs

Opis stanowiska do wyznaczania wartości Kvs podano w załączniku 1.

W opisie zamieszczono schemat stanowiska.

Na schemacie stanowiska badana przepustnica umiejscowiona jest jako „Urządzenie badane”. W legendzie opisu podana jest w pozycji 6..

W czasie badań przepustnic przestrzegano zapewnienie zgodności ich wykonywania z wymaganiami zawartymi w IEC 60534-2-3 i podanym w załączniku 1.

### 5. Badanie szczelności zamknięcia - wodą i szczelności zewnętrznej - wodą, oraz momentu obrotowego

#### 5.1. Badanie szczelności

Badania wykonano na stanowisku którego schemat wraz z jego opisem podano w załączniku 2. Próby przeprowadzono zgodnie z zaleceniami PN-92/M.-74001 „Armatura przemysłowa . Ogólne wymagania i badania”.

Sprawdzenia obejmowały:

- a) próba szczelności zewnętrznej - wodą według punktu 2.7.2.1 powyższej normy, przeprowadzoną przy ciśnieniu próbnym 1,5 PN.

b) próba szczelności zamknięcia - wodą według punktu 2.7.4.1 powyższej normy, przeprowadzoną przy ciśnieniu próbnym 1,1 PN.

Wartości liczbowe ciśnień próbnych określone dla ciśnień nominalnych PN podano w tablicach 2 i 3.

## 5.2. Badanie momentu

Określono wartości momentu obrotowego dla zadawanej różnicy ciśnień  $\Delta p$ . z obu stron klapy badanych przepustnic. Zadawano  $\Delta p$  w przedziale  $PN \geq \Delta p \geq 0$ . Dla średnic nominalnych DN80, DN100 i DN125 badanych przepustnic stosowano momentomierz typ PD-10 o zakresie do 100Nm (działka elementarna 2Nm) firmy Dąbrowskie Zakłady Metalowe, Dąbrowa Górnicza nr 254.

## 6. Wyniki badań

a) Wyznaczenie współczynników przepływu  $K_{vs}$ .

Pomiary wykonano dla:

- przepustnic całkowicie otwartych,
- kierunków zasilania „A” i „B”
- pięciu kolejno zadawanych wartościach różnicy ciśnień dla każdego kierunku.
- kątów pochylenia klapy przepustnicy  $\beta = 90^0; 75^0; 60^0; 45^0$  i  $30^0$ .

Następnie otrzymane wyniki przeliczono dla  $\Delta p = 0,1 \text{ MPa}$ . Wyniki pomiarów zamieszczono w tablicach 1a ; 1b; 1c; 1d ; 1e i 1f.

W oparciu o uzyskane wyniki badań, traktując badane przepustnice jako modele, obliczono wartości  $K_{vs}$  wg zależności podanej w załączniku 3.

W tablicach 5; 5a; 5b; 5c i 5d podano obliczone wartości  $K_{vs}$  oraz podano ich wartości średnie  $K_{vs\text{sr}}$ . Na wykresach  $K_{vs\text{srsk}} = f(\beta)$  przedstawiono charakterystyki badanych przepustnic typu 245.

b) Próba szczelności zewnętrznej - wodą i próba szczelności zamknięcia - wodą.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tablicach 2 i 3. We wszystkich badanych przepustnicach nie wystąpiły objawy nieszczelności zewnętrznej.

Dla kierunków zasilania „A” i „B” wszystkie badane przepustnice były całkowicie szczelne wewnątrz (całkowita szczelność zamknięcia - wodą).

c) Pomiary wartości momentu obrotowego M.(Nm).

Pomiary wykonano dla spadków ciśnień od  $\Delta p = 0$  (przepustnica wypełniona wodą) do spadków ciśnień odpowiadających PN dla otwierania i zamykania. Wyniki pomiarów przedstawiono w tablicy 4.

W tablicach podkreślono wartości odpowiadające PN.

Nie stwierdzono różnicy w wartościach dla kierunków otwierania i zamykania.

Tablica 1a. Przepustnice klapowe firmy HÖGFORS, Typ 245  
 Wyniki pomiarów  $Q = f/\Delta p$  oraz wyniki obliczeń  $K_{vs}$  i  $K_v$   
 przepustnic klapowych całkowicie otwartych /  $\beta = 90^\circ$  / oraz  
 dla nastaw /  $\beta = 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ$  /, dla kierunków  
 zasilania "A" i "B".  $D_k = 73$

$\Delta p$  /MPa/,  $Q$  /m<sup>3</sup>/h/,  $K_{vs}$  /m<sup>3</sup>/h/

|                                    |       |            |        |        |        |        |        |   |  |
|------------------------------------|-------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--|
| DN 80<br>"A"<br>$\beta = 90^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,045  | 0,054  | 0,065  | 0,081  | 0,093  | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>$= 177,36$ | $K_{v, \text{sr.}} \approx 177$<br>$K_{vsK} = 230$ |
|                                    |       | Q          | 121    | 128    | 144    | 159    | 173    |   |  |
|                                    |       | $K_{vs}$   | 180,16 | 174,28 | 178,32 | 176    | 179,23 |   |  |
| DN 80<br>"B"<br>$\beta = 90^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,045  | 0,055  | 0,070  | 0,082  | 0,096  | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>$= 176,63$ | $K_{vsK} = 215$                                    |
|                                    |       | Q          | 118    | 128    | 149    | 160    | 175    |   |  |
|                                    |       | $K_{vs}$   | 175,69 | 174,28 | 177,91 | 176,29 | 178,97 |   |  |
| DN 80<br>"A"<br>$\beta = 75^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,043  | 0,055  | 0,069  | 0,086  | 0,100  | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>$= 172,11$ | $K_{v, \text{sr.}} = 171$<br>$K_{vsK} = 215$       |
|                                    |       | Q          | 114    | 126    | 140    | 159    | 172    |   |  |
|                                    |       | $K_{vs}$   | 174,55 | 171,56 | 170,94 | 171,45 | 172,00 |   |  |
| DN 80<br>"B"<br>$\beta = 75^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,046  | 0,054  | 0,063  | 0,087  | 0,100  | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>$= 170,85$ | $K_{vsK} = 215$                                    |
|                                    |       | Q          | 116    | 124    | 138    | 161    | 168    |   |  |
|                                    |       | $K_{vs}$   | 171,03 | 168,74 | 173,86 | 171,63 | 168,00 |   |  |
| DN 80<br>"A"<br>$\beta = 60^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,037  | 0,049  | 0,069  | 0,081  | 0,094  | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>$= 127,03$ | $K_{v, \text{sr.}} = 130$<br>$K_{vsK} = 156$       |
|                                    |       | Q          | 72     | 88     | 108    | 117    | 127    |   |  |
|                                    |       | $K_{vs}$   | 118,73 | 125,67 | 129,89 | 130,08 | 130,89 |   |  |
| DN 80<br>"B"<br>$\beta = 60^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,042  | 0,059  | 0,074  | 0,086  | 0,096  | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>$= 133,07$ | $K_{vsK} = 156$                                    |
|                                    |       | Q          | 86     | 100    | 116    | 123    | 131    |   |  |
|                                    |       | $K_{vs}$   | 133,21 | 130,37 | 135,26 | 132,78 | 133,97 |   |  |

dla  $0^\circ < \beta < 85^\circ$   $K_{vsK} = K_{vsK} \left( \frac{DN}{D_k} \right)^2$   
 $D_k$  - średnica (pomiarowa) dla najmniejszego  
 przełotu

dla  $\beta = 90^\circ$   $K_{vsK} = K_{vsK}^{90^\circ} \frac{F_p}{F_{pm}}$   
 obliczenie  $F_p$  wg zależności  
 podanej na stronie 14  
 $F_{pm}$  - powierzchnia wlotowego przewodu dla modelu w porównaniu

∞

101



Tablica 1b . Przepustnice klapowe firmy HÖGFORS, Typ 245  
 Wyniki pomiarów  $Q = f/\Delta p/$  oraz wyniki obliczeń  $K_{vs}$  i  $K_v$   
 przepustnic klapowych całkowicie otwartych /  $\beta = 90^\circ/$  oraz  
 dla nastaw /  $\beta = 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, \dots/$ , dla kierunków  
 zasilania "A" i "B".  $D_K = 73$

$\Delta p$  /MPa/ ,  $Q$  /m<sup>3</sup>/h/ ,  $K_{vs}$  /m<sup>3</sup>/h/

|              |                             |            |       |       |       |       |       |  |   |
|--------------|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|---|
| DN 80<br>"A" | PN 16<br>$\beta = 45^\circ$ | $\Delta p$ | 0,037 | 0,048 | 0,074 | 0,083 | 0,096 | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>$= 77,06$ | $K_{v, \text{sr.}} = 81,6$<br>$K_{vs, \text{sr.}} = 98$ |
|              |                             | Q          | 43    | 53    | 68    | 72    | 78    |  |   |
|              |                             | $K_{vs}$   | 70,91 | 76,46 | 79,29 | 78,86 | 79,77 |  |   |
| DN 80<br>"B" | PN 16<br>$\beta = 45^\circ$ | $\Delta p$ | 0,042 | 0,054 | 0,074 | 0,089 | 0,098 | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>$= 86,16$ | $K_{vs, \text{sr.}} = 98$                               |
|              |                             | Q          | 56    | 66    | 72    | 81    | 87    |  |   |
|              |                             | $K_{vs}$   | 86,74 | 86,04 | 83,95 | 86,22 | 87,85 |  |   |
| DN 80<br>"A" | PN 16<br>$\beta = 30^\circ$ | $\Delta p$ | 0,046 | 0,059 | 0,075 | 0,082 | 0,104 | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>$= 42,48$ | $K_{v, \text{sr.}} = 43$<br>$K_{vs, \text{sr.}} = 51,6$ |
|              |                             | Q          | 28    | 32    | 37    | 39    | 44    |  |   |
|              |                             | $K_{vs}$   | 41,20 | 41,66 | 42,72 | 43,07 | 43,15 |  |   |
| DN 80<br>"B" | PN 16<br>$\beta = 30^\circ$ | $\Delta p$ | 0,046 | 0,059 | 0,076 | 0,088 | 0,100 | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>$= 43,52$ | $K_{vs, \text{sr.}} = 51,6$                             |
|              |                             | Q          | 29    | 34    | 38    | 41    | 43    |  |   |
|              |                             | $K_{vs}$   | 42,75 | 44,26 | 43,88 | 43,69 | 43,00 |  |   |
| DN<br>"A"    | PN<br>$\beta =$             | $\Delta p$ |       |       |       |       |       | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>$=$       | $K_{v, \text{sr.}} =$<br>$=$                            |
|              |                             | Q          |       |       |       |       |       |  |   |
|              |                             | $K_{vs}$   |       |       |       |       |       |  |   |
| DN<br>"B"    | PN<br>$\beta =$             | $\Delta p$ |       |       |       |       |       | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>$=$       | $K_{v, \text{sr.}} =$<br>$=$                            |
|              |                             | Q          |       |       |       |       |       |  |   |
|              |                             | $K_{vs}$   |       |       |       |       |       |  |   |

Tablica 1c . Przepustnice klapowe firmy HÖGFORS, Typ 245  
 Wyniki pomiarów  $Q = f/\Delta p/$  oraz wyniki obliczeń  $K_{vs}$  i  $K_v$   
 przepustnic klapowych całkowicie otwartych /  $\beta = 90^\circ/$  oraz  
 dla nastaw /  $\beta = 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, \dots/$ , dla kierunków  
 zasilania "A" i "B".  $D_k = 86$

$\Delta p$  /MPa/ ,  $Q/m^3/h/$  ,  $K_{vs}/m^3/h/$

|                                     |       |            |       |       |       |       |       |   |   |
|-------------------------------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
| DN 100<br>"A"<br>$\beta = 90^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,026 | 0,037 | 0,054 | 0,061 | 0,076 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"A"} =$<br>$= 288,2$ | $K_{v, \text{sr.}} = 288$                     |
|                                     |       | Q          | 144   | 176   | 213   | 226   | 253   |   |   |
|                                     |       | $K_{vs}$   | 282,4 | 288,3 | 291,4 | 289,4 | 290,2 |   |   |
| DN 100<br>"B"<br>$\beta = 90^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,024 | 0,039 | 0,051 | 0,064 | 0,078 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"B"} =$<br>$= 287,9$ | $K_{v, \text{sr.}} = 288$<br>$K_{vs} = 375$   |
|                                     |       | Q          | 143   | 180   | 206   | 230   | 256   |   |   |
|                                     |       | $K_{vs}$   | 288,8 | 287,4 | 287,1 | 288,1 | 288,1 |   |   |
| DN 100<br>"A"<br>$\beta = 75^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,028 | 0,040 | 0,054 | 0,071 | 0,083 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"A"} =$<br>$= 251,7$ | $K_{v, \text{sr.}} = 253,5$                   |
|                                     |       | Q          | 133   | 161   | 183   | 213   | 230   |   |   |
|                                     |       | $K_{vs}$   | 249,4 | 254,6 | 249,2 | 252,6 | 252,5 |   |   |
| DN 100<br>"B"<br>$\beta = 75^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,028 | 0,046 | 0,063 | 0,073 | 0,087 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"B"} =$<br>$= 255,6$ | $K_{v, \text{sr.}} = 255,6$<br>$K_{vs} = 346$ |
|                                     |       | Q          | 137   | 175   | 202   | 220   | 238   |   |   |
|                                     |       | $K_{vs}$   | 254,4 | 256,4 | 255,0 | 256,5 | 255,5 |   |   |
| DN 100<br>"A"<br>$\beta = 60^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,032 | 0,043 | 0,063 | 0,076 | 0,095 | $K_v \text{ sr. "A"} =$<br>$= 167,3$          | $K_v \text{ sr.} = 171$                       |
|                                     |       | Q          | 96    | 108   | 131   | 148   | 163   |   |   |
|                                     |       | $K_{vs}$   | 170,0 | 164,5 | 165,4 | 169,8 | 166,7 |   |   |
| DN 100<br>"B"<br>$\beta = 60^\circ$ | PN 16 | $\Delta p$ | 0,024 | 0,040 | 0,055 | 0,088 | 0,098 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"B"} =$<br>$= 175,0$ | $=$   |
|                                     |       | Q          | 85    | 114   | 126   | 168   | 173   |   |   |
|                                     |       | $K_{vs}$   | 171,7 | 179,8 | 170,0 | 178,8 | 174,8 |   |   |

OK

Tablica 1d . Przepustnice klapowe firmy HÖGFORS, Typ 245  
 Wyniki pomiarów  $Q = f/\Delta p$  oraz wyniki obliczeń  $K_{vs}$  i  $K_v$   
 przepustnic klapowych całkowicie otwartych /  $\beta = 90^\circ$  / oraz  
 dla nastaw /  $\beta = 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, \dots$  /, dla kierunków  
 zasilania "A" i "B".  $D_K = 86$

$\Delta p$  /MPa/ ,  $Q$  /m<sup>3</sup>/h/ ,  $K_{vs}$  /m<sup>3</sup>/h/

|               |                             |            |       |       |       |       |       |                                      |                            |
|---------------|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|----------------------------|
| DN 100<br>"A" | PN16<br>$\beta = 45^\circ$  | $\Delta p$ | 0,044 | 0,061 | 0,071 | 0,086 | 0,096 | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>= 120,3 | $K_{v, \text{sr.}} = 120$  |
|               |                             | Q          | 80    | 93    | 101   | 111   | 120   |                                      |                            |
|               |                             | $K_{vs}$   | 120,4 | 118,8 | 119,8 | 119,8 | 122,7 |                                      |                            |
| DN 100<br>"B" | PN16<br>$\beta = 45^\circ$  | $\Delta p$ | 0,036 | 0,050 | 0,069 | 0,083 | 0,010 | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>= 119,8 | $K_{vsK} = 162$            |
|               |                             | Q          | 72    | 85    | 99    | 109   | 120   |                                      |                            |
|               |                             | $K_{vs}$   | 120,3 | 120,2 | 119,5 | 119,4 | 119,7 |                                      |                            |
| DN 100<br>"A" | PN 16<br>$\beta = 30^\circ$ | $\Delta p$ | 0,027 | 0,032 | 0,071 | 0,085 | 0,094 | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>= 59,23 | $K_{v, \text{sr.}} = 58,5$ |
|               |                             | Q          | 30    | 41    | 52    | 54    | 58    |                                      |                            |
|               |                             | $K_{vs}$   | 57,74 | 56,86 | 61,71 | 60,00 | 59,82 |                                      |                            |
| DN 100<br>"B" | PN 16<br>$\beta = 30^\circ$ | $\Delta p$ | 0,029 | 0,049 | 0,058 | 0,075 | 0,093 | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>= 57,64 | $K_{vsK} = 79$             |
|               |                             | Q          | 31    | 39    | 43    | 49    | 58    |                                      |                            |
|               |                             | $K_{vs}$   | 57,57 | 55,71 | 56,46 | 58,15 | 60,14 |                                      |                            |
| DN<br>"A"     | PN<br>$\beta =$             | $\Delta p$ |       |       |       |       |       | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>=       | $K_{v, \text{sr.}} =$      |
|               |                             | Q          |       |       |       |       |       |                                      |                            |
|               |                             | $K_{vs}$   |       |       |       |       |       |                                      |                            |
| DN<br>"B"     | PN<br>$\beta =$             | $\Delta p$ |       |       |       |       |       | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>=       | =                          |
|               |                             | Q          |       |       |       |       |       |                                      |                            |
|               |                             | $K_{vs}$   |       |       |       |       |       |                                      |                            |

11

Tablica 1e . Przepustnice klapowe firmy HÖGFORS, Typ 245  
 Wyniki pomiarów  $Q = f/\Delta p/$  oraz wyniki obliczeń  $K_{vs}$  i  $K_v$   
 przepustnic klapowych całkowicie otwartych /  $\beta = 90^\circ$  / oraz  
 dla nastaw /  $\beta = 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, \dots$  /, dla kierunków  
 zasilania "A" i "B".  $D_K = 114$

$\Delta p$  /MPa/ ,  $Q$  /m<sup>3</sup>/h/ ,  $K_{vs}$  /m<sup>3</sup>/h/

|              |                            |            |       |       |       |       |       |   |                           |
|--------------|----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---------------------------|
| DN125<br>"A" | PN16<br>$\beta = 90^\circ$ | $\Delta p$ | 0,009 | 0,012 | 0,013 | 0,014 | 0,014 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"A"} =$<br>= 556,9 | $K_{v, \text{sr.}} = 564$ |
|              |                            | Q          | 176   | 196   | 201   | 204   | 209   |   |                           |
|              |                            | $K_{vs}$   | 562,0 | 565,8 | 552,4 | 545,2 | 559,0 |   |                           |
| DN125<br>"B" | PN16<br>$\beta = 90^\circ$ | $\Delta p$ | 0,013 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,016 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"B"} =$<br>= 570,6 | $K_{v, \text{sr.}} = 705$ |
|              |                            | Q          | 201   | 213   | 222   | 227   | 234   |   |                           |
|              |                            | $K_{vs}$   | 552,4 | 569,3 | 578,8 | 567,5 | 585,0 |   |                           |
| DN125<br>"A" | PN16<br>$\beta = 75^\circ$ | $\Delta p$ | 0,017 | 0,018 | 0,019 | 0,020 | 0,022 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"A"} =$<br>= 499,1 | $K_{v, \text{sr.}} = 488$ |
|              |                            | Q          | 203   | 208   | 217   | 227   | 238   |   |                           |
|              |                            | $K_{vs}$   | 492,3 | 490,3 | 487,8 | 507,6 | 507,4 |   |                           |
| DN125<br>"B" | PN16<br>$\beta = 75^\circ$ | $\Delta p$ | 0,018 | 0,020 | 0,021 | 0,022 | 0,024 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"B"} =$<br>= 477,1 | $K_{v, \text{sr.}} = 585$ |
|              |                            | Q          | 201   | 216   | 217   | 224   | 234   |   |                           |
|              |                            | $K_{vs}$   | 473,8 | 483,0 | 473,5 | 477,6 | 477,7 |   |                           |
| DN125<br>"A" | PN16<br>$\beta = 60^\circ$ | $\Delta p$ | 0,036 | 0,041 | 0,042 | 0,045 | 0,048 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"A"} =$<br>= 334,4 | $K_{v, \text{sr.}} = 329$ |
|              |                            | Q          | 198   | 212   | 217   | 226   | 235   |   |                           |
|              |                            | $K_{vs}$   | 331,7 | 331,1 | 334,8 | 336,9 | 339,2 |   |                           |
| DN125<br>"B" | PN16<br>$\beta = 60^\circ$ | $\Delta p$ | 0,038 | 0,043 | 0,045 | 0,046 | 0,047 | $K_{v, \text{sr.}} \text{"B"} =$<br>= 323,8 | $K_{v, \text{sr.}} = 395$ |
|              |                            | Q          | 198   | 214   | 215   | 219   | 225   |   |                           |
|              |                            | $K_{vs}$   | 321,2 | 326,4 | 320,5 | 322,9 | 328,2 |   |                           |

20

Tablica 1f . Przepustnice klapowe firmy HÖGFORS, Typ 245  
 Wyniki pomiarów  $Q = f/\Delta p$  oraz wyniki obliczeń  $K_{vs}$  i  $K_v$   
 przepustnic klapowych całkowicie otwartych /  $\beta = 90^\circ$  / oraz  
 dla nastaw /  $\beta = 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, \dots$  /, dla kierunków  
 zasilania "A" i "B".  $D_K = 114$

$\Delta p$  /MPa/ ,  $Q$  /m<sup>3</sup>/h/ ,  $K_{vs}$  /m<sup>3</sup>/h/ .

|               |                             |            |       |       |       |       |       |                                      |                             |
|---------------|-----------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-----------------------------|
| DN125<br>"A"  | PN16<br>$\beta = 45^\circ$  | $\Delta p$ | 0,059 | 0,061 | 0,069 | 0,073 | 0,076 | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>= 219,3 | $K_{v, \text{sr.}} = 218,5$ |
|               |                             | Q          | 168   | 165   | 169   | 190   | 188   |                                      |                             |
|               |                             | $K_{vs}$   | 219,0 | 210,8 | 229,3 | 221,5 | 215,7 |                                      |                             |
| DN 125<br>"B" | PN16<br>$\beta = 45^\circ$  | $\Delta p$ | 0,054 | 0,061 | 0,069 | 0,073 | 0,076 | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>= 217,6 | $K_{vsr} = 262$             |
|               |                             | Q          | 168   | 170   | 168   | 191   | 189   |                                      |                             |
|               |                             | $K_{vs}$   | 228,7 | 217,1 | 202,8 | 222,7 | 216,8 |                                      |                             |
| DN 125<br>"A" | PN16<br>$\beta = 30^\circ$  | $\Delta p$ | 0,039 | 0,061 | 0,071 | 0,081 | 0,088 | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>= 113,2 | $K_{v, \text{sr.}} = 112,5$ |
|               |                             | Q          | 71    | 87    | 96    | 102   | 107   |                                      |                             |
|               |                             | $K_{vs}$   | 113,7 | 111,1 | 113,9 | 113,4 | 113,9 |                                      |                             |
| DN 125<br>"B" | PN 16<br>$\beta = 30^\circ$ | $\Delta p$ | 0,037 | 0,060 | 0,071 | 0,081 | 0,088 | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>= 111,7 | $K_{vsr} = 135$             |
|               |                             | Q          | 69    | 85    | 95    | 100   | 106   |                                      |                             |
|               |                             | $K_{vs}$   | 112,1 | 109,5 | 112,7 | 111,2 | 112,8 |                                      |                             |
| DN<br>"A"     | PN<br>$\beta =$             | $\Delta p$ |       |       |       |       |       | $K_{v, \text{sr. "A"}} =$<br>=       | $K_{v, \text{sr.}} =$       |
|               |                             | Q          |       |       |       |       |       |                                      |                             |
|               |                             | $K_{vs}$   |       |       |       |       |       |                                      |                             |
| DN<br>"B"     | PN<br>$\beta =$             | $\Delta p$ |       |       |       |       |       | $K_{v, \text{sr. "B"}} =$<br>=       | =                           |
|               |                             | Q          |       |       |       |       |       |                                      |                             |
|               |                             | $K_{vs}$   |       |       |       |       |       |                                      |                             |

13

111

**Tablica 2 Wyniki próby szczelności zewnętrznej - wodą przepustnic firmy HÖGFORS**

| L.p. | DN    | PN   | Ciśnienie próby /MPa/ | Czas próby /min/ | Wynik próby |
|------|-------|------|-----------------------|------------------|-------------|
| 1    | DN80  | PN16 | 2,4                   | 10               | +           |
| 2    | DN100 | PN16 | 2,4                   | 10               | +           |
| 3    | DN125 | PN16 | 2,4                   | 10               | +           |

**Tablica 3 Wyniki próby szczelności zamknięcia - wodą przepustnic firmy HÖGFORS**

| L.p. | DN    | PN   | Ciśnienie próby /MPa/ | Czas próby /min/ | Wynik próby |
|------|-------|------|-----------------------|------------------|-------------|
| 1    | DN80  | PN16 | 1,76                  | 10               | +           |
| 2    | DN100 | PN16 | 1,76                  | 10               | +           |
| 3    | DN125 | PN16 | 1,76                  | 10               | +           |

- kierunek zasilania dla wszystkich badanych przepustnic kolejno „A” i „B”

- wynik próby /+/ oznacza, że wszystkie badane przepustnice są całkowicie szczelne dla kierunków zasilania „A” i „B”

**Tablica 4 Wyniki pomiarów momentu obrotowego M.(Nm) dla spadków ciśnień  $0 \leq \Delta p \leq 1,6$  MPa przepustnic firmy HÖGFORS**

| $\Delta p$<br>(MPa) | Moment obrotowy M. (Nm) |           |           |
|---------------------|-------------------------|-----------|-----------|
|                     | dla DN80                | dla DN100 | dla DN125 |
| 0                   | 45                      | 50        | 60        |
| 0,5                 | 53                      | 56        | 66        |
| 1,0                 | 60                      | 65        | 75        |
| 1,6                 | 70                      | 75        | 85        |

$\beta=30^\circ$

Tablica 5

| DNm | 80      | 100     | 125     |          |
|-----|---------|---------|---------|----------|
| Kv  | 51      | 79      | 135     |          |
| DN  | 80      | 100     | 125     | średnica |
| 80  | 51,00   | 50,56   | 55,30   | 52,29    |
| 100 | 79,69   | 79,00   | 86,40   | 81,70    |
| 125 | 124,51  | 123,44  | 135,00  | 127,65   |
| 150 | 179,30  | 177,75  | 194,40  | 183,82   |
| 200 | 318,75  | 316,00  | 345,60  | 326,78   |
| 250 | 498,05  | 493,75  | 540,00  | 510,60   |
| 300 | 717,19  | 711,00  | 777,60  | 735,26   |
| 350 | 976,17  | 967,75  | 1058,40 | 1000,77  |
| 400 | 1275,00 | 1264,00 | 1382,40 | 1307,13  |
| 450 | 1613,67 | 1599,75 | 1749,60 | 1654,34  |
| 500 | 1992,19 | 1975,00 | 2160,00 | 2042,40  |
| 600 | 2868,75 | 2844,00 | 3110,40 | 2941,05  |
| 700 | 3904,69 | 3871,00 | 4233,60 | 4003,10  |

$\beta=45^\circ$

Tablica 5a

| DNm | 80      | 100     | 125     |          |
|-----|---------|---------|---------|----------|
| Kv  | 103     | 162     | 262     |          |
| DN  | 80      | 100     | 125     | średnica |
| 80  | 103,00  | 103,68  | 107,32  | 104,67   |
| 100 | 160,94  | 162,00  | 167,68  | 163,54   |
| 125 | 251,46  | 253,13  | 262,00  | 255,53   |
| 150 | 362,11  | 364,50  | 377,28  | 367,96   |
| 200 | 643,75  | 648,00  | 670,72  | 654,16   |
| 250 | 1005,86 | 1012,50 | 1048,00 | 1022,12  |
| 300 | 1448,44 | 1458,00 | 1509,12 | 1471,85  |
| 350 | 1971,48 | 1984,50 | 2054,08 | 2003,35  |
| 400 | 2575,00 | 2592,00 | 2682,88 | 2616,63  |
| 450 | 3258,98 | 3280,50 | 3395,52 | 3311,67  |
| 500 | 4023,44 | 4050,00 | 4192,00 | 4088,48  |
| 600 | 5793,75 | 5832,00 | 6036,48 | 5887,41  |
| 700 | 7885,94 | 7938,00 | 8216,32 | 8013,42  |

$\beta=60^\circ$

Tablica 5b

| DNm | 80       | 100      | 125      |          |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| Kv  | 156      | 231      | 395      |          |
| DN  | 80       | 100      | 125      | średnica |
| 80  | 156,00   | 147,84   | 161,79   | 155,21   |
| 100 | 243,75   | 231,00   | 252,80   | 242,52   |
| 125 | 380,86   | 360,94   | 395,00   | 378,93   |
| 150 | 548,44   | 519,75   | 568,80   | 545,66   |
| 200 | 975,00   | 924,00   | 1011,20  | 970,07   |
| 250 | 1523,44  | 1443,75  | 1580,00  | 1515,73  |
| 300 | 2193,75  | 2079,00  | 2275,20  | 2182,65  |
| 350 | 2985,94  | 2829,75  | 3096,80  | 2970,83  |
| 400 | 3900,00  | 3696,00  | 4044,80  | 3880,27  |
| 450 | 4935,94  | 4677,75  | 5119,20  | 4910,96  |
| 500 | 6093,75  | 5775,00  | 6320,00  | 6062,92  |
| 600 | 8775,00  | 8316,00  | 9100,80  | 8730,60  |
| 700 | 11943,75 | 11319,00 | 12387,20 | 11883,32 |

$\beta=75^\circ$

Tablica 5c

| DNm | 80       | 100      | 125      |          |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| Kv  | 215      | 342      | 585      |          |
| DN  | 80       | 100      | 125      | średnica |
| 80  | 215,00   | 218,88   | 239,62   | 224,50   |
| 100 | 335,94   | 342,00   | 374,40   | 350,78   |
| 125 | 524,90   | 534,38   | 585,00   | 548,09   |
| 150 | 755,86   | 769,50   | 842,40   | 789,25   |
| 200 | 1343,75  | 1368,00  | 1497,60  | 1403,12  |
| 250 | 2099,61  | 2137,50  | 2340,00  | 2192,37  |
| 300 | 3023,44  | 3078,00  | 3369,60  | 3157,01  |
| 350 | 4115,23  | 4189,50  | 4586,40  | 4297,04  |
| 400 | 5375,00  | 5472,00  | 5990,40  | 5612,47  |
| 450 | 6802,73  | 6925,50  | 7581,60  | 7103,28  |
| 500 | 8398,44  | 8550,00  | 9360,00  | 8769,48  |
| 600 | 12093,75 | 12312,00 | 13478,40 | 12628,05 |
| 700 | 16460,94 | 16758,00 | 18345,60 | 17188,18 |

$\beta=90^\circ$

Tablica 5d

|     | Kv     | 230      | 375      | 705      |          |
|-----|--------|----------|----------|----------|----------|
| DN  |        | 80       | 100      | 125      |          |
|     | Fp     | 3004     | 4624     | 8297     | średnia  |
| 80  | 3004   | 230,00   | 243,62   | 255,25   | 242,96   |
| 100 | 4624   | 354,03   | 375,00   | 392,90   | 373,98   |
| 125 | 8297   | 635,26   | 672,88   | 705,00   | 671,04   |
| 150 | 13021  | 996,95   | 1055,99  | 1106,40  | 1053,11  |
| 200 | 23991  | 1836,86  | 1945,64  | 2038,53  | 1940,34  |
| 250 | 38845  | 2974,15  | 3150,28  | 3300,68  | 3141,70  |
| 300 | 56046  | 4291,14  | 4545,25  | 4762,26  | 4532,88  |
| 350 | 78071  | 5977,47  | 6331,45  | 6633,73  | 6314,22  |
| 400 | 101464 | 7768,55  | 8228,59  | 8621,44  | 8206,19  |
| 450 | 129193 | 9891,61  | 10477,37 | 10977,59 | 10448,86 |
| 500 | 157672 | 12072,09 | 12786,98 | 13397,46 | 12752,18 |
| 600 | 226043 | 17306,89 | 18331,77 | 19206,98 | 18281,88 |
| 700 | 316745 | 24251,45 | 25687,58 | 26913,97 | 25617,67 |

$\beta=90^\circ$

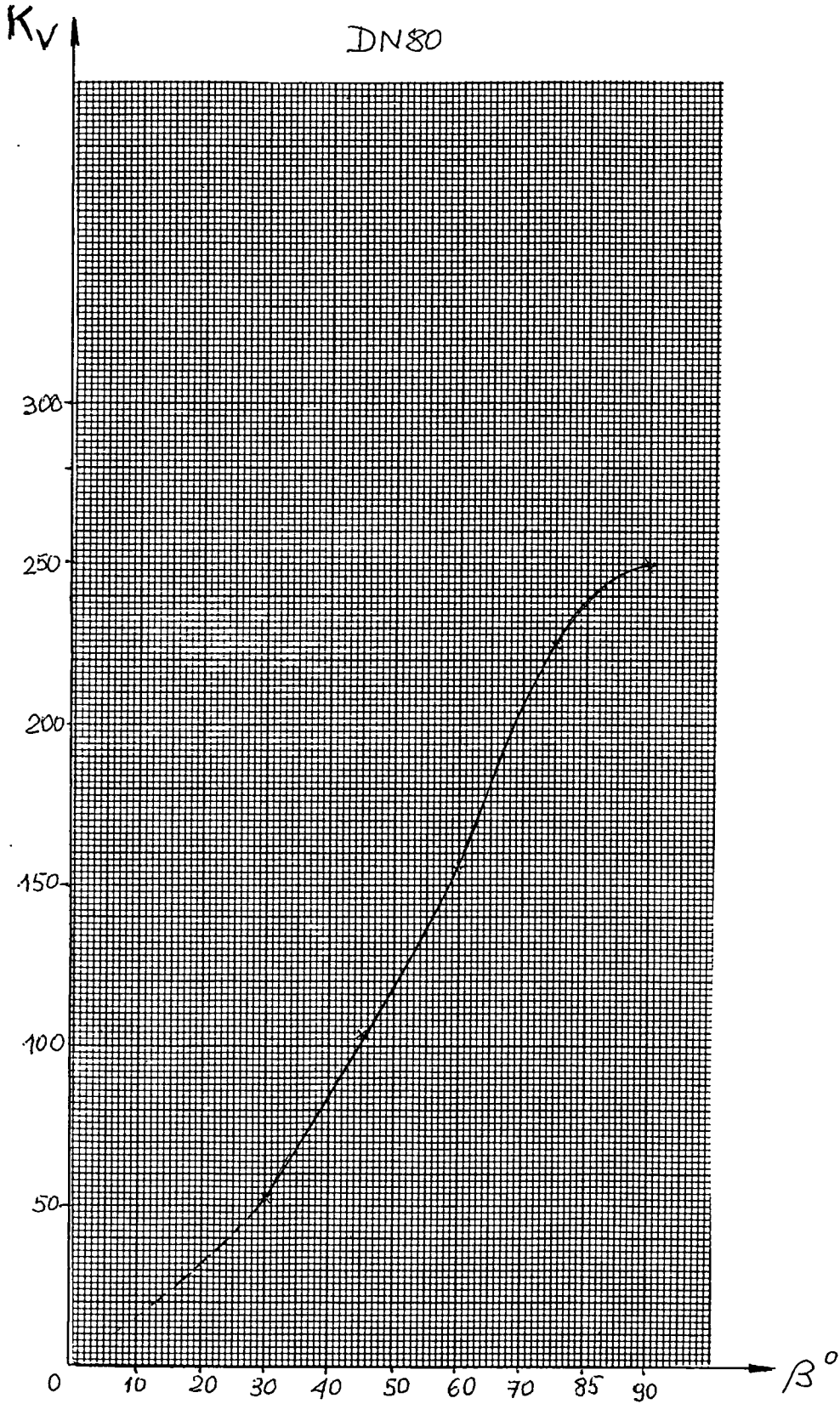
|    |      |      |      |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
|----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| DN | 80   | 100  | 125  | 150   | 200   | 250   | 300   | 350   | 400    | 450    | 500    | 600    | 700    |
| R  | 16   | 20   | 21   | 21    | 27    | 29    | 35    | 40    | 47     | 54     | 60     | 72     | 78     |
| c  | 33   | 41   | 45   | 40    | 45    | 57    | 69    | 69    | 72     | 74     | 89     | 120    | 120    |
| d1 | 15   | 20   | 20   | 25    | 30    | 35    | 40    | 40    | 50     | 50     | 65     | 75     | 75     |
| Fp | 3004 | 4624 | 8297 | 13021 | 23991 | 38845 | 56046 | 78071 | 101464 | 129193 | 157672 | 226043 | 316745 |

$$F_p = \frac{\pi \cdot DN^2}{4} - (R \cdot DN + 1,5c \cdot d_1)$$



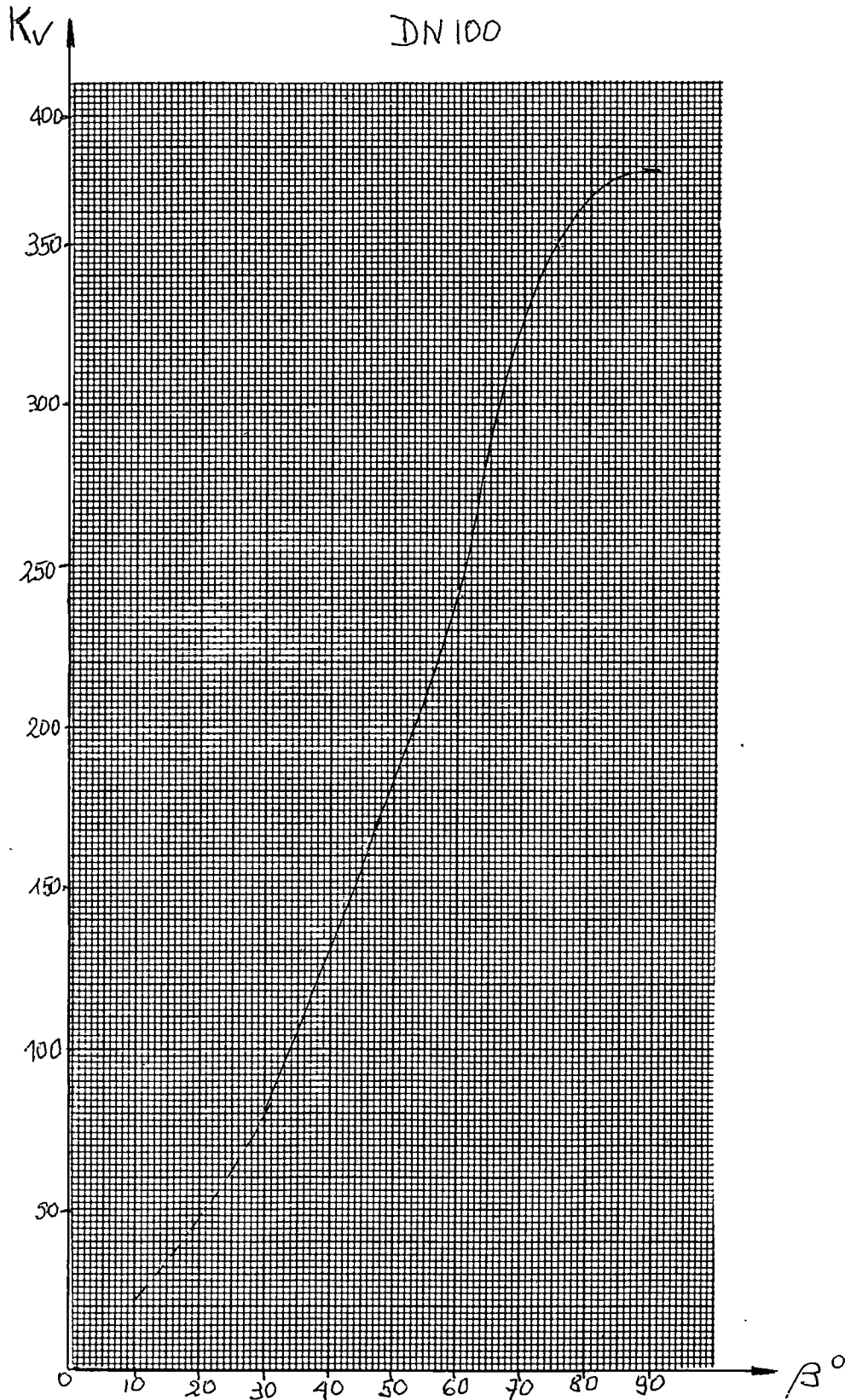
$$K_{Vsrsk} = f(\beta)$$

DN80



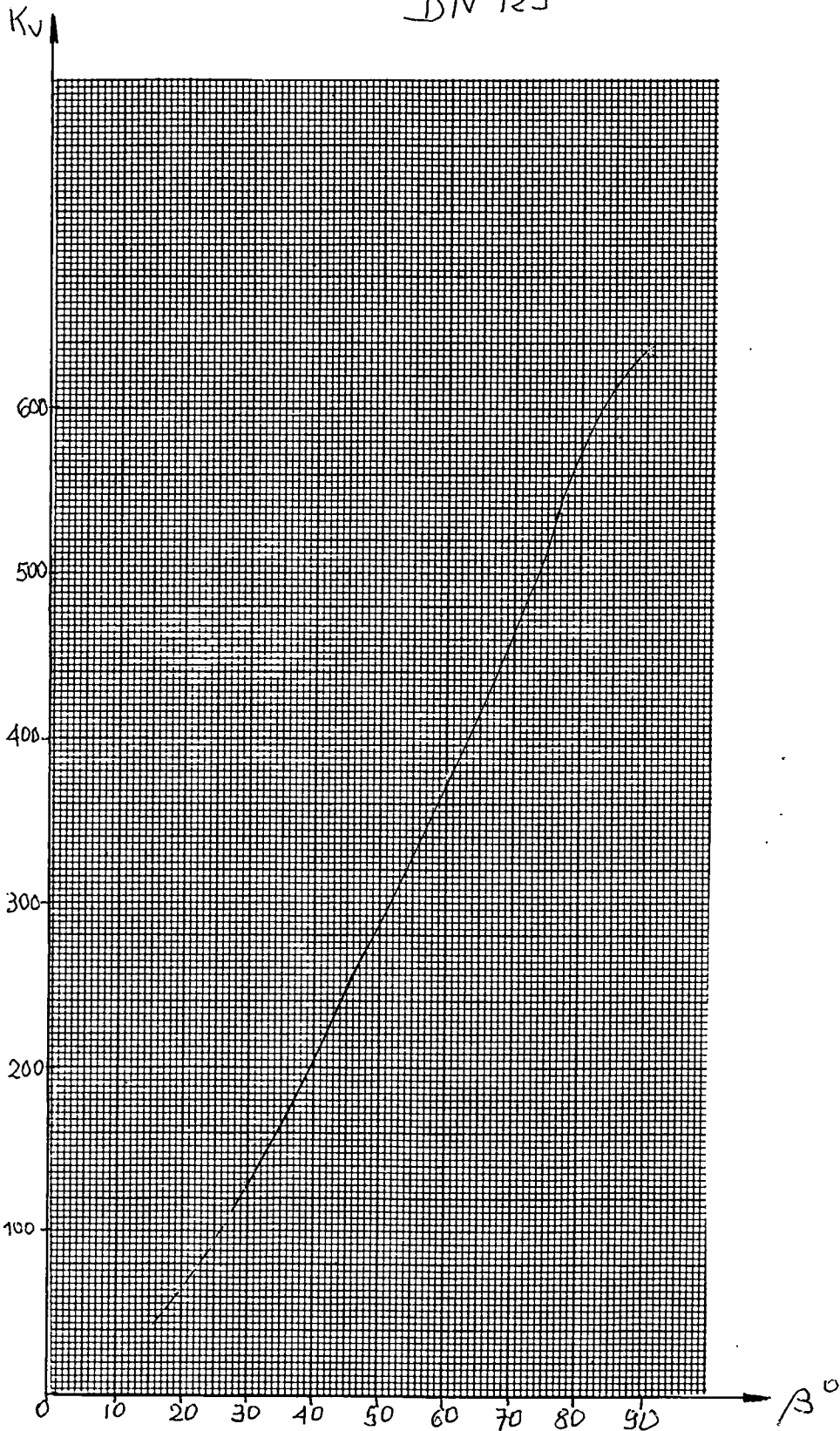
$$K_{Vsrsk} = f(\beta)$$

DN 100



$$K_{VGRK} = f(\beta)$$

DN 125



## STANOWISKO DO WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYK PRZEPLYWOWYCH

---

Strona 1/3

Schemat części stanowiska na której wykonuje się badania przedstawiono na załączonym rysunku (strona 3/3). Jest to część pomiarowa stanowiska wodnego Laboratorium Wodnego Zakładu Pomiaru Parametrów Przepływu DPQ służącego do wyznaczania charakterystyk  $Q=f/\Delta p/$  o ciśnieniu zasilania do 1,6 MPa. Stanowisko wodne spełnia wymagania ustalone w PN-83/M.-74201 „Armatura przemysłowa. Zawory regulujące. Wymagania i badania” oraz dla PN-82/M.-42050 „Automatyka przemysłowa. Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania” i normy IEC 60534-2-3. Wartości  $Kvs$  zgodnie z wymaganiami wyżej wymienionych norm wyznacza się dla  $\Delta p.=0,1MPa$ . Charakterystyki przepływowe  $Q=f/\Delta p/$  określa się mierząc strumień objętości  $Q$  dla kolejno zadawanych (w możliwościach stanowiska)  $\Delta p.$  zależnych od DN urządzenia badanego. Przeprowadza się je tak by zgodnie z normą IEC 60534-2-3 p.7.12 określenie wartości  $Kvs$  było wykonane przy takiej minimalnej różnicy ciśnień, przy której liczba Reynoldsa  $Re \geq 10^5$ .

Badania prowadzi się przy  $\Delta p.$  mieszczącym się w przedziale  $0,035 \leq \Delta p \leq 0,1MPa$ , w którym również  $Re \geq 10^5$ .

Stanowisko wodne w części pomiarowej zawiera dwie wymienne proste rury o średnicy wewnętrznej  $D$  dobieranej do średnicy nominalnej  $DN$  urządzenia badanego. Długość prostego odcinka na dopływie jest większa od  $20D$ , a na odpływie większa od  $7D$ .

Punkty do pomiaru różnicy ciśnień  $\Delta p.$  są umieszczone w odległości  $2D$  na dopływie urządzenia badanego i odległości  $6D$  na odpływie z urządzenia badanego.

Do pomiaru strumienia objętości stanowisko jest wyposażone w przepływomierze turbinowe:

PT15 - zakres 0,3 do 6m<sup>3</sup>/h

PT50 - zakres 5 do 50m<sup>3</sup>/h

PT100 - zakres 24 do 240m<sup>3</sup>/h

## STANOWISKO DO WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYK PRZEPIYWOWYCH

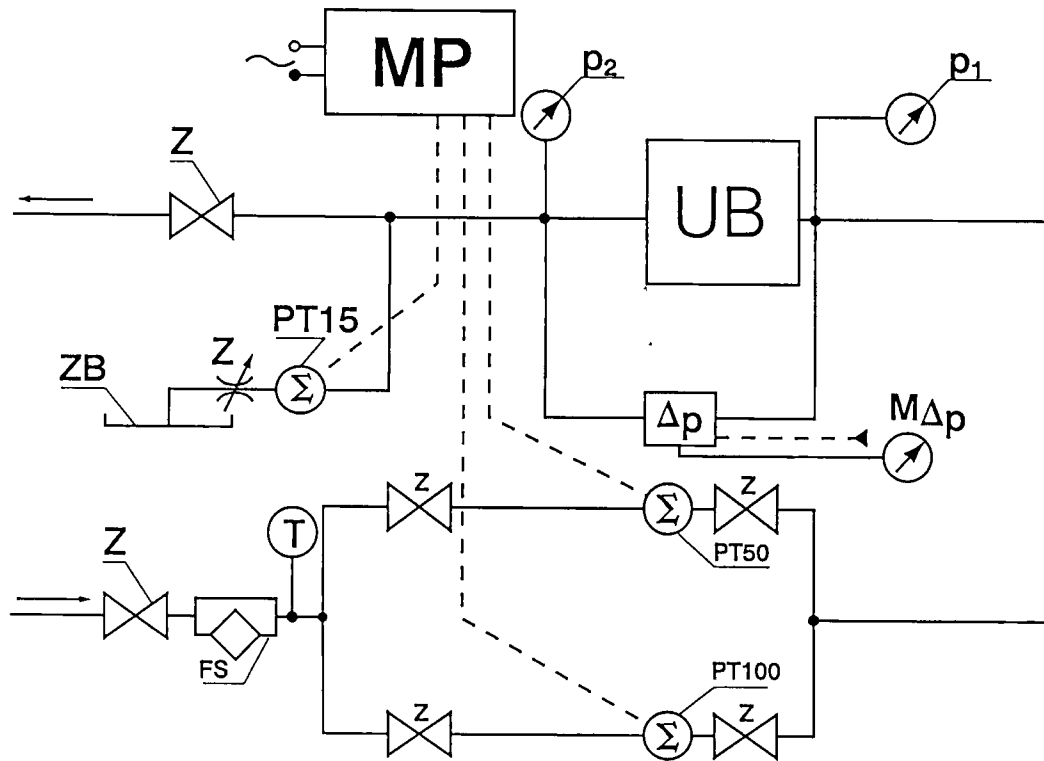
---

Strona 2/3

Przepływomierze połączone są z miernikiem MP wyposażonym w przełączniki włączenia przepływomierza lub o właściwym zakresie wskaźnika dawki strumienia objętości przepływającej wody i czasu.

Zestaw zapewnia dokładność do 2% aktualnej wartości przepływu.

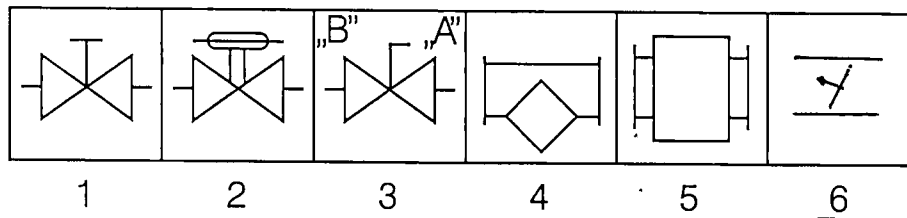
Do pomiaru różnicy ciśnień stanowisko jest wyposażone w przetwornik różnicy ciśnień  $\Delta p$ . o zakresie do 200kPa oraz manometr przetwornika różnicy ciśnień  $M_{\Delta p}$ . firmy Wallace o zakresie do 100kPa i klasie dokładności 0,1. Pozwala to przeprowadzić pomiar różnicy na urządzeniu badanym dokładniej niż 2% aktualnej wartości mierzonej. Stanowisko wyposażone jest ponadto w filtr siatkowy FS/DN125, wkład 600 oczek/cm<sup>2</sup>/, termometr T, zawory odcinające i nastawcze Z oraz w manometry  $p_1$  i  $p_2$  o zakresie 1,6MPa klasy 0,4 do pomiaru ciśnień przed i za urządzeniem badanym przy wstępnym zadawaniu różnicy ciśnień.



**Oznaczenia:**

- UB - urządzenie badane
- $p_1$  - manometr przed UB
- $p_2$  - manometr za UB
- $\Delta p$  - przetwornik różnicy ciśnień
- $M_{\Delta p}$  - manometr przetwornika różnicy ciśnień
- PT15, PT50, PT100 - przepływomierze turbinowe
- MP - miernik przepływomierzy
- FS - filtr siatkowy DN125, 600 oczek/cm<sup>2</sup>
- Z - zawory
- T - termometr

**Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych:**

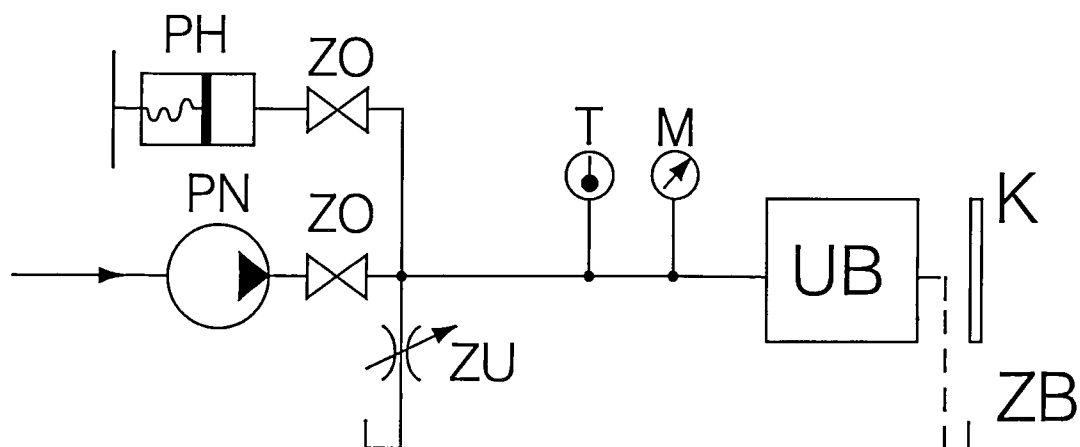


**Urządzenia badane:**

- 1- zawór
- 2- regulator
- 3- zawór kulowy
- 4- filtr
- 5- odmulacz
- 6- inne

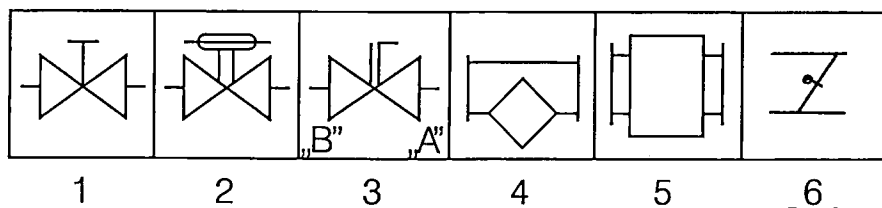
7/6

## STANOWISKO DO PRÓB SZCZELNOŚCI ZAMKNIĘCIA WODĄ I PRÓB SZCZELNOŚCI ZEWNĘTRZNEJ WODĄ



Oznaczenia:

UB - urządzenie badane:



1 - zawór  
2 - regulator

3 - zawór kulowy  
4 - filtr

5 - odmulacz  
6 - inne

**PN** - pompa nurnikowa o zakresie 0-4MPa

**ZU** - zawór upustowy

**ZO** - zawory odcinające

**M** - manometr kontrolny klasy 0,4, zakres 0-4MPa dla PN16 i PN25 lub zakres 0-10MPa dla PN40

**T** - termometr

**K** - kołnierz zaślepiający

**PH** - prasa hydrauliczna stosowana dla PN40

**ZB** - zbiornik otwarty

„A”, „B” - oznaczenie kołnierzy zaworu kulowego

OKREŚLENIE WARTOŚCI  $K_v$  W OPARCIU O BADANIE MODELI

W oparciu o teorię podobieństwa technicznego wyprowadzono zależność o postaci:

$$K_{v \text{ obiektu}} = K_{v \text{ modelu}} \cdot \frac{F_p \text{ obiektu}}{F_p \text{ modelu}}$$

gdzie:

- $F_p \equiv F_p \text{ obiektu}$  jest wolnym przekrojem dla przepływu strumienia objętości wody przy kolejno zadawanych kątach pochylenia klapy przepustnicy w przedziale  $0^\circ \ll \beta \ll 90^\circ$ .
- $F_{pm}$  wolny przekrój dla przepływu strumienia objętości wody przy tych samych co dla obiektu kolejno zadawanych kątach pochylenia  $\beta_m$  klapy przepustnicy będącej modelem.
- $K_{vm}$  wyznaczone doświadczalnie wartości znormalizowanego współczynnika przepływu dla przepustnicy będącej modelem dla określenia wartości  $K_v \text{ obiektu}$ .

Wartości  $K_{vm}$  wyznaczane są dla tych samych kątów pochylenia klapy  $\beta_m$  dla których określone są wartości wolnego przekroju  $F_p \text{ obiektu}$  i  $F_p \text{ modelu}$  w przedziale  $0^\circ \ll \beta \ll 90^\circ$ .

Za wolny przekrój przyjęto różnicę pomiędzy powierzchnią przekroju w korpusie przepustnicy bez klapy ale z wkładem elastycznym a powierzchnią rzutu klapy przepustnicy na tę powierzchnię przy kolejno zadawanych kątach pochylenia  $0^\circ \ll \beta \ll 90^\circ$ .

Badane przepustnice mają konstrukcyjnie ustalone zadawanie kąta pochylenia  $\beta$  klapy kolejno co  $15^\circ$  w przedziale  $0^\circ \ll \beta \ll 90^\circ$ .

Teoria podobieństwa technicznego przyjmuje zachowanie jednolitej skali modelu w stosunku do obiektu odwzorowywanego.